

Documentation PostgreSQL 9.6.5

The PostgreSQL Global Development Group

Documentation PostgreSQL 9.6.5

The PostgreSQL Global Development Group

Copyright © 1996-2017 The PostgreSQL Global Development Group

Legal Notice

PostgreSQL™ is Copyright (c) 1996-2017 by the PostgreSQL Global Development Group.

Postgres95™ is Copyright (c) 1994-5 by the Regents of the University of California.

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its documentation for any purpose, without fee, and without a written agreement is hereby granted, provided that the above copyright notice and this paragraph and the following two paragraphs appear in all copies.

IN NO EVENT SHALL THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA BE LIABLE TO ANY PARTY FOR DIRECT, INDIRECT, SPECIAL, INCIDENTAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, INCLUDING LOST PROFITS, ARISING OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE AND ITS DOCUMENTATION, EVEN IF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA SPECIFICALLY DISCLAIMS ANY WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE SOFTWARE PROVIDED HEREUNDER IS ON AN « AS-IS » BASIS, AND THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA HAS NO OBLIGATIONS TO PROVIDE MAINTENANCE, SUPPORT, UPDATES, ENHANCEMENTS, OR MODIFICATIONS.

Préface	xxiv
1. Définition de PostgreSQL™	xxiv
2. Bref historique de PostgreSQL™	xxiv
3. Conventions	xxvi
4. Pour plus d'informations	xxvi
5. Lignes de conduite pour les rapports de bogues	xxvi
I. Tutoriel	1
1. Démarrage	2
1.1. Installation	2
1.2. Concepts architecturaux de base	2
1.3. Création d'une base de données	2
1.4. Accéder à une base	4
2. Le langage SQL	5
2.1. Introduction	5
2.2. Concepts	5
2.3. Créer une nouvelle table	5
2.4. Remplir une table avec des lignes	6
2.5. Interroger une table	6
2.6. Jointures entre les tables	8
2.7. Fonctions d'agrégat	9
2.8. Mises à jour	11
2.9. Suppressions	11
3. Fonctionnalités avancées	12
3.1. Introduction	12
3.2. Vues	12
3.3. Clés étrangères	12
3.4. Transactions	13
3.5. Fonctions de fenêtrage	14
3.6. Héritage	14
3.7. Conclusion	18
II. Langage SQL	19
4. Syntaxe SQL	20
4.1. Structure lexicale	20
4.2. Expressions de valeurs	27
4.3. Fonctions appelantes	38
5. Définition des données	40
5.1. Notions fondamentales sur les tables	40
5.2. Valeurs par défaut	41
5.3. Contraintes	41
5.4. Colonnes système	47
5.5. Modification des tables	48
5.6. Droits	50
5.7. Row Security Policies	51
5.8. Schémas	55
5.9. L'héritage	55
5.10. Partitionnement	61
5.11. Données distantes	67
5.12. Autres objets de la base de données	67
5.13. Gestion des dépendances	67
6. Manipulation de données	69
6.1. Insérer des données	69
6.2. Actualiser les données	70
6.3. Supprimer des données	70
6.4. Renvoyer des données provenant de lignes modifiées	71
7. Requêtes	72
7.1. Aperçu	72
7.2. Expressions de table	72
7.3. Listes de sélection	84
7.4. Combiner des requêtes	85
7.5. Tri des lignes	85
7.6. LIMIT et OFFSET	86
7.7. Listes VALUES	87

7.8. Requêtes WITH (<i>Common Table Expressions</i>)	88
8. Types de données	93
8.1. Types numériques	94
8.2. Types monétaires	98
8.3. Types caractère	98
8.4. Types de données binaires	100
8.5. Types date/heure	102
8.6. Type booléen	109
8.7. Types énumération	110
8.8. Types géométriques	112
8.9. Types adresses réseau	114
8.10. Type chaîne de bits	115
8.11. Types de recherche plein texte	116
8.12. Type UUID	118
8.13. Type XML	119
8.14. Types JSON	121
8.15. Tableaux	126
8.16. Types composites	134
8.17. Types intervalle de valeurs	139
8.18. Types identifiant d'objet	144
8.19. pg_lsn Type	145
8.20. Pseudo-Types	145
9. Fonctions et opérateurs	147
9.1. Opérateurs logiques	147
9.2. Fonctions et opérateurs de comparaison	147
9.3. Fonctions et opérateurs mathématiques	149
9.4. Fonctions et opérateurs de chaînes	152
9.5. Fonctions et opérateurs de chaînes binaires	163
9.6. Fonctions et opérateurs sur les chaînes de bits	166
9.7. Correspondance de motif	167
9.8. Fonctions de formatage des types de données	179
9.9. Fonctions et opérateurs sur date/heure	184
9.10. Fonctions de support enum	194
9.11. Fonctions et opérateurs géométriques	195
9.12. Fonctions et opérateurs sur les adresses réseau	198
9.13. Fonctions et opérateurs de la recherche plein texte	200
9.14. Fonctions XML	205
9.15. Fonctions et opérateurs JSON	213
9.16. Fonctions de manipulation de séquences	220
9.17. Expressions conditionnelles	222
9.18. Fonctions et opérateurs de tableaux	224
9.19. Fonctions et opérateurs sur les données de type range	227
9.20. Fonctions d'agrégat	229
9.21. Fonctions Window	239
9.22. Expressions de sous-requêtes	241
9.23. Comparaisons de lignes et de tableaux	243
9.24. Fonctions retournant des ensembles	245
9.25. Fonctions d'informations système	248
9.26. Fonctions d'administration système	261
9.27. Fonctions trigger	278
9.28. Fonctions des triggers sur les événements	279
10. Conversion de types	282
10.1. Aperçu	282
10.2. Opérateurs	283
10.3. Fonctions	286
10.4. Stockage de valeurs	288
10.5. Constructions UNION, CASE et constructions relatives	289
11. Index	291
11.1. Introduction	291
11.2. Types d'index	291
11.3. Index multicolonnes	293
11.4. Index et ORDER BY	294
11.5. Combiner des index multiples	295

11.6. Index d'unicité	295
11.7. Index d'expressions	296
11.8. Index partiels	296
11.9. Classes et familles d'opérateurs	298
11.10. Index et collationnements	299
11.11. Parcours d'index seul	300
11.12. Examiner l'utilisation des index	301
12. Recherche plein texte	303
12.1. Introduction	303
12.2. Tables et index	306
12.3. Contrôler la recherche plein texte	308
12.4. Fonctionnalités supplémentaires	313
12.5. Analyseurs	318
12.6. Dictionnaires	319
12.7. Exemple de configuration	327
12.8. Tester et déboguer la recherche plein texte	328
12.9. Types d'index GiST et GIN	332
12.10. Support de psql	332
12.11. Limites	335
12.12. Migration à partir d'une recherche plein texte antérieure à 8.3	335
13. Contrôle d'accès simultané	336
13.1. Introduction	336
13.2. Isolation des transactions	336
13.3. Verrouillage explicite	341
13.4. Vérification de cohérence des données au niveau de l'application	345
13.5. Avertissements	346
13.6. Verrous et index	347
14. Conseils sur les performances	348
14.1. Utiliser EXPLAIN	348
14.2. Statistiques utilisées par le planificateur	357
14.3. Contrôler le planificateur avec des clauses JOIN explicites	358
14.4. Remplir une base de données	359
14.5. Configuration avec une perte acceptée	362
15. Requêtes parallélisées	363
15.1. Comment fonctionne la parallélisation des requêtes	363
15.2. Quand la parallélisation des requêtes peut-elle être utilisée ?	363
15.3. Plans parallélisés	364
15.4. Sécurité sur la parallélisation	365
III. Administration du serveur	367
16. Procédure d'installation de PostgreSQL™ du code source	368
16.1. Version courte	368
16.2. Prérequis	368
16.3. Obtenir les sources	369
16.4. Procédure d'installation	370
16.5. Initialisation post-installation	379
16.6. Démarrer	380
16.7. Et maintenant ?	380
16.8. Plateformes supportées	381
16.9. Notes spécifiques à des plateformes	381
17. Installation à partir du code source sur Windows™	389
17.1. Construire avec Visual C++™ ou le Microsoft Windows SDK™	389
17.2. Construire libpq avec Visual C++™ ou Borland C++™	393
18. Configuration du serveur et mise en place	394
18.1. Compte utilisateur PostgreSQL™	394
18.2. Créer un groupe de base de données	394
18.3. Lancer le serveur de bases de données	395
18.4. Gérer les ressources du noyau	398
18.5. Arrêter le serveur	405
18.6. Mise à jour d'une instance PostgreSQL™	406
18.7. Empêcher l'usurpation de serveur	408
18.8. Options de chiffrement	408
18.9. Connexions tcp/ip sécurisées avec ssl	409
18.10. Connexions tcp/ip sécurisées avec des tunnels ssh tunnels	411

18.11. Enregistrer le journal des événements sous Windows	412
19. Configuration du serveur	413
19.1. Paramètres de configuration	413
19.2. Emplacement des fichiers	416
19.3. Connexions et authentification	417
19.4. Consommation des ressources	421
19.5. Write Ahead Log	426
19.6. RéPLICATION	430
19.7. Planification des requêtes	434
19.8. Remonter et tracer les erreurs	438
19.9. Statistiques d'exécution	446
19.10. Nettoyage (vacuum) automatique	447
19.11. Valeurs par défaut des connexions client	448
19.12. Gestion des verrous	455
19.13. Compatibilité de version et de plateforme	455
19.14. Gestion des erreurs	457
19.15. Options préconfigurées	457
19.16. Options personnalisées	459
19.17. Options pour les développeurs	459
19.18. Options courtes	461
20. Authentification du client	462
20.1. Le fichier <code>pg_hba.conf</code>	462
20.2. Correspondances d'utilisateurs	467
20.3. Méthodes d'authentification	468
20.4. Problèmes d'authentification	475
21. Rôles de la base de données	477
21.1. Rôles de la base de données	477
21.2. Attributs des rôles	477
21.3. Appartenance d'un rôle	478
21.4. Supprimer des rôles	480
21.5. Rôles par défaut	480
21.6. Sécurité des fonctions et déclencheurs (triggers)	480
22. Administration des bases de données	482
22.1. Aperçu	482
22.2. Création d'une base de données	482
22.3. Bases de données modèles	483
22.4. Configuration d'une base de données	484
22.5. Détruire une base de données	484
22.6. Tables espaces	484
23. Localisation	487
23.1. Support des locales	487
23.2. Support des collations	489
23.3. Support des jeux de caractères	491
24. Planifier les tâches de maintenance	496
24.1. Nettoyages réguliers	496
24.2. Ré-indexation régulière	502
24.3. Maintenance du fichier de traces	502
25. Sauvegardes et restaurations	504
25.1. Sauvegarde SQL	504
25.2. Sauvegarde de niveau système de fichiers	506
25.3. Archivage continu et récupération d'un instantané (PITR)	507
26. Haute disponibilité, répartition de charge et réPLICATION	517
26.1. Comparaison de différentes solutions	517
26.2. Serveurs de Standby par transfert de journaux	519
26.3. Bascule (<i>Failover</i>)	526
26.4. Méthode alternative pour le log shipping	527
26.5. Hot Standby	529
27. Configuration de la récupération	535
27.1. Paramètres de récupération de l'archive	535
27.2. Paramètres de cible de récupération	536
27.3. Paramètres de serveur de Standby	537
28. Surveiller l'activité de la base de données	538
28.1. Outils Unix standard	538

28.2. Le récupérateur de statistiques	539
28.3. Visualiser les verrous	557
28.4. Rapporter la progression	557
28.5. Traces dynamiques	559
29. Surveiller l'utilisation des disques	568
29.1. Déterminer l'utilisation des disques	568
29.2. Panne pour disque saturé	569
30. Fiabilité et journaux de transaction	570
30.1. Fiabilité	570
30.2. Write-Ahead Logging (WAL)	571
30.3. Validation asynchrone (Asynchronous Commit)	572
30.4. Configuration des journaux de transaction	573
30.5. Vue interne des journaux de transaction	575
31. Tests de régression	577
31.1. Lancer les tests	577
31.2. Évaluation des tests	579
31.3. Fichiers de comparaison de variants	581
31.4. TAP Tests	582
31.5. Examen de la couverture du test	582
IV. Interfaces client	583
32. libpq - Bibliothèque C	584
32.1. Fonctions de contrôle de connexion à la base de données	584
32.2. Fonctions de statut de connexion	593
32.3. Fonctions de commandes d'exécution	597
32.4. Traitement des commandes asynchrones	609
32.5. Récupérer le résultats des requêtes ligne par ligne	613
32.6. Annuler des requêtes en cours d'exécution	613
32.7. Interface à chemin rapide	614
32.8. Notification asynchrone	615
32.9. Fonctions associées avec la commande COPY	615
32.10. Fonctions de contrôle	619
32.11. Fonctions diverses	620
32.12. Traitement des messages	622
32.13. Système d'événements	623
32.14. Variables d'environnement	628
32.15. Fichier de mots de passe	630
32.16. Fichier des connexions de service	630
32.17. Recherches LDAP des paramètres de connexion	630
32.18. Support de SSL	631
32.19. Comportement des programmes threadés	634
32.20. Construire des applications avec libpq	635
32.21. Exemples de programmes	636
33. Objets larges	644
33.1. Introduction	644
33.2. Fonctionnalités d'implémentation	644
33.3. Interfaces client	644
33.4. Fonctions du côté serveur	647
33.5. Programme d'exemple	648
34. ECPG SQL embarqué en C	653
34.1. Le Concept	653
34.2. Gérer les Connexions à la Base de Données	653
34.3. Exécuter des Commandes SQL	655
34.4. Utiliser des Variables Hôtes	658
34.5. SQL Dynamique	670
34.6. Librairie pgtypes	671
34.7. Utiliser les Zones de Descripteur	683
34.8. Gestion des Erreurs	693
34.9. Directives de Préprocesseur	699
34.10. Traiter des Programmes en SQL Embarqué	700
34.11. Fonctions de la Librairie	701
34.12. Large Objects	702
34.13. Applications C++	703
34.14. Commandes SQL Embarquées	706

34.15. Mode de Compatibilité Informix™	726
34.16. Fonctionnement Interne	738
35. Schéma d'information	740
35.1. Le schéma	740
35.2. Types de données	740
35.3. information_schema_catalog_name	741
35.4. administrable_role_authorizations	741
35.5. applicable_roles	741
35.6. attributes	741
35.7. character_sets	744
35.8. check_constraint_routine_usage	745
35.9. check_constraints	745
35.10. collations	745
35.11. collation_character_set_applicability	746
35.12. column_domain_usage	746
35.13. column_options	747
35.14. column_privileges	747
35.15. column_udt_usage	747
35.16. columns	748
35.17. constraint_column_usage	751
35.18. constraint_table_usage	751
35.19. data_type_privileges	751
35.20. domain_constraints	752
35.21. domain_udt_usage	752
35.22. domains	753
35.23. element_types	754
35.24. enabled_roles	756
35.25. foreign_data_wrapper_options	756
35.26. foreign_data_wrappers	757
35.27. foreign_server_options	757
35.28. foreign_servers	757
35.29. foreign_table_options	758
35.30. foreign_tables	758
35.31. key_column_usage	758
35.32. parameters	759
35.33. referential_constraints	760
35.34. role_column_grants	761
35.35. role_routine_grants	761
35.36. role_table_grants	762
35.37. role_udt_grants	762
35.38. role_usage_grants	763
35.39. routine_privileges	763
35.40. routines	764
35.41. schemata	767
35.42. sequences	768
35.43. sql_features	768
35.44. sql_implementation_info	769
35.45. sql_languages	769
35.46. sql_packages	770
35.47. sql_parts	770
35.48. sql_sizing	771
35.49. sql_sizing_profiles	771
35.50. table_constraints	771
35.51. table_privileges	772
35.52. tables	772
35.53. transforms	773
35.54. triggered_update_columns	773
35.55. triggers	774
35.56. udt_privileges	775
35.57. usage_privileges	775
35.58. user_defined_types	776
35.59. user_mapping_options	777
35.60. user_mappings	778

35.61. <code>view_column_usage</code>	778
35.62. <code>view_routine_usage</code>	779
35.63. <code>view_table_usage</code>	779
35.64. <code>views</code>	779
V. Programmation serveur	781
36. Étendre SQL	782
36.1. L'extensibilité	782
36.2. Le système des types de PostgreSQL™	782
36.3. Fonctions utilisateur	783
36.4. Fonctions en langage de requêtes (SQL)	784
36.5. Surcharge des fonctions	795
36.6. Catégories de volatilité des fonctions	796
36.7. Fonctions en langage de procédures	797
36.8. Fonctions internes	797
36.9. Fonctions en langage C	797
36.10. Agrégats utilisateur	816
36.11. Types utilisateur	822
36.12. Opérateurs définis par l'utilisateur	825
36.13. Informations sur l'optimisation d'un opérateur	826
36.14. Interfacer des extensions d'index	829
36.15. Empaqueter des objets dans une extension	839
36.16. Outils de construction d'extension	845
37. Déclencheurs (triggers)	848
37.1. Aperçu du comportement des déclencheurs	848
37.2. Visibilité des modifications des données	850
37.3. Écrire des fonctions déclencheurs en C	850
37.4. Un exemple complet de trigger	852
38. Déclencheurs (triggers) sur évènement	855
38.1. Aperçu du fonctionnement des triggers sur évènement	855
38.2. Matrice de déclenchement des triggers sur évènement	855
38.3. Écrire des fonctions trigger sur événement en C	859
38.4. Un exemple complet de trigger sur événement	860
38.5. Un exemple de trigger sur événement de table modifiée	861
39. Système de règles	862
39.1. Arbre de requêtes	862
39.2. Vues et système de règles	863
39.3. Vues matérialisées	869
39.4. Règles sur <code>insert</code> , <code>update</code> et <code>delete</code>	871
39.5. Règles et droits	880
39.6. Règles et statut de commande	882
39.7. Règles contre déclencheurs	882
40. Langages de procédures	885
40.1. Installation des langages de procédures	885
41. PL/pgSQL - Langage de procédures SQL	887
41.1. Aperçu	887
41.2. Structure de PL/pgSQL	888
41.3. Déclarations	889
41.4. Expressions	894
41.5. Instructions de base	894
41.6. Structures de contrôle	901
41.7. Curseurs	913
41.8. Erreurs et messages	918
41.9. Procédures trigger	920
41.10. Les dessous de PL/pgSQL	926
41.11. Astuces pour développer en PL/pgSQL	929
41.12. Portage d'Oracle™ PL/SQL	931
42. PL/Tcl - Langage de procédures Tcl	940
42.1. Aperçu	940
42.2. Fonctions et arguments PL/Tcl	940
42.3. Valeurs des données avec PL/Tcl	941
42.4. Données globales avec PL/Tcl	941
42.5. Accès à la base de données depuis PL/Tcl	942
42.6. Procédures pour déclencheurs en PL/Tcl	943

42.7. Procédures de trigger sur événement en PL/Tcl	945
42.8. Gestion des erreurs avec PL/Tcl	945
42.9. Les modules et la commande unknown	946
42.10. Noms de procédure Tcl	946
43. PL/Perl - Langage de procédures Perl	947
43.1. Fonctions et arguments PL/Perl	947
43.2. Valeurs en PL/Perl	950
43.3. Fonction incluses	950
43.4. Valeurs globales dans PL/Perl	954
43.5. Niveaux de confiance de PL/Perl	954
43.6. Déclencheurs PL/Perl	955
43.7. Triggers sur événements avec PL/Perl	956
43.8. PL/Perl sous le capot	957
44. PL/Python - Langage de procédures Python	959
44.1. Python 2 et Python 3	959
44.2. Fonctions PL/Python	960
44.3. Valeur des données avec PL/Python	961
44.4. Sharing Data	965
44.5. Blocs de code anonymes	965
44.6. Fonctions de déclencheurs	965
44.7. Accès à la base de données	966
44.8. Sous-transactions explicites	969
44.9. Fonctions outils	970
44.10. Variables d'environnement	971
45. Interface de programmation serveur	973
45.1. Fonctions d'interface	973
45.2. Fonctions de support d'interface	1003
45.3. Gestion de la mémoire	1011
45.4. Visibilité des modifications de données	1020
45.5. Exemples	1020
46. Processus en tâche de fond (background worker)	1023
47. Décodage logique (Logical Decoding)	1026
47.1. Exemples de décodage logique	1026
47.2. Concepts de décodage logique	1028
47.3. Interface du protocole de réplication par flux	1029
47.4. Interface SQL de décodage logique	1029
47.5. Catalogues systèmes liés au décodage logique	1029
47.6. Plugins de sortie de décodage logique	1029
47.7. Écrivains de sortie de décodage logique	1032
47.8. Support de la réplication synchrone pour le décodage logique	1032
48. Tracer la progression de la réplication	1034
VI. Référence	1035
I. Commandes SQL	1036
ABORT	1037
ALTER AGGREGATE	1038
ALTER COLLATION	1040
ALTER CONVERSION	1041
ALTER DATABASE	1042
ALTER DEFAULT PRIVILEGES	1044
ALTER DOMAIN	1046
ALTER EVENT TRIGGER	1049
ALTER EXTENSION	1050
ALTER FOREIGN DATA WRAPPER	1053
ALTER FOREIGN TABLE	1055
ALTER FUNCTION	1059
ALTER GROUP	1062
ALTER INDEX	1063
ALTER LANGUAGE	1065
ALTER LARGE OBJECT	1066
ALTER MATERIALIZED VIEW	1067
ALTER OPERATOR	1069
ALTER OPERATOR CLASS	1071
ALTER OPERATOR FAMILY	1072

ALTER POLICY	1075
ALTER ROLE	1076
ALTER RULE	1079
ALTER SCHEMA	1080
ALTER SEQUENCE	1081
ALTER SERVER	1083
ALTER SYSTEM	1084
ALTER TABLE	1086
ALTER TABLESPACE	1096
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION	1097
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY	1099
ALTER TEXT SEARCH PARSER	1101
ALTER TEXT SEARCH TEMPLATE	1102
ALTER TRIGGER	1103
ALTER TYPE	1104
ALTER USER	1107
ALTER USER MAPPING	1108
ALTER VIEW	1109
ANALYZE	1111
BEGIN	1113
CHECKPOINT	1115
CLOSE	1116
CLUSTER	1117
COMMENT	1119
COMMIT	1122
COMMIT PREPARED	1123
COPY	1124
CREATE ACCESS METHOD	1132
CREATE AGGREGATE	1133
CREATE CAST	1139
CREATE COLLATION	1143
CREATE CONVERSION	1145
CREATE DATABASE	1147
CREATE DOMAIN	1150
CREATE EVENT TRIGGER	1152
CREATE EXTENSION	1154
CREATE FOREIGN DATA WRAPPER	1156
CREATE FOREIGN TABLE	1158
CREATE FUNCTION	1161
CREATE GROUP	1167
CREATE INDEX	1168
CREATE LANGUAGE	1174
CREATE MATERIALIZED VIEW	1177
CREATE OPERATOR	1178
CREATE OPERATOR CLASS	1180
CREATE OPERATOR FAMILY	1183
CREATE POLICY	1184
CREATE ROLE	1187
CREATE RULE	1190
CREATE SCHEMA	1193
CREATE SEQUENCE	1195
CREATE SERVER	1198
CREATE TABLE	1200
CREATE TABLE AS	1212
CREATE TABLESPACE	1215
CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION	1217
CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY	1218
CREATE TEXT SEARCH PARSER	1219
CREATE TEXT SEARCH TEMPLATE	1220
CREATE TRANSFORM	1221
CREATE TRIGGER	1223
CREATE TYPE	1227
CREATE USER	1234

CREATE USER MAPPING	1235
CREATE VIEW	1236
DEALLOCATE	1240
DECLARE	1241
DELETE	1244
DISCARD	1246
DO	1247
DROP ACCESS METHOD	1248
DROP AGGREGATE	1249
DROP CAST	1251
DROP COLLATION	1252
DROP CONVERSION	1253
DROP DATABASE	1254
DROP DOMAIN	1255
DROP EXTENSION	1256
DROP EVENT TRIGGER	1257
DROP FOREIGN DATA WRAPPER	1258
DROP FOREIGN TABLE	1259
DROP FUNCTION	1260
DROP GROUP	1261
DROP INDEX	1262
DROP LANGUAGE	1263
DROP MATERIALIZED VIEW	1264
DROP OPERATOR	1265
DROP OPERATOR CLASS	1266
DROP OPERATOR FAMILY	1267
DROP OWNED	1268
DROP POLICY	1269
DROP ROLE	1270
DROP RULE	1271
DROP SCHEMA	1272
DROP SEQUENCE	1273
DROP SERVER	1274
DROP TABLE	1275
DROP TABLESPACE	1276
DROP TEXT SEARCH CONFIGURATION	1277
DROP TEXT SEARCH DICTIONARY	1278
DROP TEXT SEARCH PARSER	1279
DROP TEXT SEARCH TEMPLATE	1280
DROP TRANSFORM	1281
DROP TRIGGER	1282
DROP TYPE	1283
DROP USER	1284
DROP USER MAPPING	1285
DROP VIEW	1286
END	1287
EXECUTE	1288
EXPLAIN	1289
FETCH	1293
GRANT	1296
IMPORT FOREIGN SCHEMA	1302
INSERT	1304
LISTEN	1310
LOAD	1311
LOCK	1312
MOVE	1314
NOTIFY	1316
PREPARE	1318
PREPARE TRANSACTION	1320
REASSIGN OWNED	1322
REFRESH MATERIALIZED VIEW	1323
REINDEX	1325
RELEASE SAVEPOINT	1327

RESET	1328
REVOKE	1329
ROLLBACK	1332
ROLLBACK PREPARED	1333
ROLLBACK TO SAVEPOINT	1334
SAVEPOINT	1336
SECURITY LABEL	1338
SELECT	1340
SELECT INTO	1357
SET	1359
SET CONSTRAINTS	1362
SET ROLE	1363
SET SESSION AUTHORIZATION	1365
SET TRANSACTION	1366
SHOW	1368
START TRANSACTION	1370
TRUNCATE	1371
UNLISTEN	1373
UPDATE	1374
VACUUM	1378
VALUES	1380
II. Applications client de PostgreSQL	1382
clusterdb	1383
createdb	1385
createlang	1387
createuser	1389
dropdb	1392
droplang	1394
dropuser	1396
ecpg	1398
pg_basebackup	1400
pgbench	1405
pg_config	1415
pg_dump	1417
pg_recvexlog	1426
pg_recvlogical	1429
pg_dumpall	1432
pg_isready	1436
pg_restore	1438
psql	1444
reindexdb	1470
vacuumdb	1472
III. Applications relatives au serveur PostgreSQL	1475
initdb	1476
pg_archivecleanup	1479
pg_controldata	1481
pg_ctl	1482
pg_resetxlog	1486
pg_rewind	1488
pg_test_fsync	1490
pg_test_timing	1491
pg_upgrade	1494
pg_xlogdump	1500
postgres	1502
postmaster	1508
VII. Internes	1509
49. Présentation des mécanismes internes de PostgreSQL	1510
49.1. Chemin d'une requête	1510
49.2. Établissement des connexions	1510
49.3. Étape d'analyse	1511
49.4. Système de règles de PostgreSQL™	1511
49.5. Planificateur/Optimiseur	1512
49.6. Exécuteur	1513

50. Catalogues système	1514
50.1. Aperçu	1514
50.2. pg_aggregate	1515
50.3. pg_am	1516
50.4. pg_amop	1517
50.5. pg_amproc	1518
50.6. pg_attrdef	1518
50.7. pg_attribute	1519
50.8. pg_authid	1520
50.9. pg_auth_members	1521
50.10. pg_cast	1521
50.11. pg_class	1522
50.12. pg_event_trigger	1524
50.13. pg_collation	1525
50.14. pg_constraint	1525
50.15. pg_conversion	1527
50.16. pg_database	1527
50.17. pg_db_role_setting	1528
50.18. pg_default_acl	1529
50.19. pg_depend	1529
50.20. pg_description	1530
50.21. pg_enum	1531
50.22. pg_extension	1531
50.23. pg_foreign_data_wrapper	1532
50.24. pg_foreign_server	1533
50.25. pg_foreign_table	1533
50.26. pg_index	1533
50.27. pg_inherits	1533
50.28. pg_init_privs	1535
50.29. pg_language	1535
50.30. pg_largeobject	1536
50.31. pg_largeobject_metadata	1537
50.32. pg_namespace	1537
50.33. pg_opclass	1537
50.34. pg_operator	1538
50.35. pg_opfamily	1538
50.36. pg_pltemplate	1539
50.37. pg_policy	1539
50.38. pg_proc	1540
50.39. pg_range	1542
50.40. pg_replication_origin	1543
50.41. pg_rewrite	1543
50.42. pg_seclabel	1544
50.43. pg_shdepend	1544
50.44. pg_shdescription	1545
50.45. pg_shseclabel	1545
50.46. pg_statistic	1546
50.47. pg_tablespace	1547
50.48. pg_transform	1547
50.49. pg_trigger	1548
50.50. pg_ts_config	1549
50.51. pg_ts_config_map	1549
50.52. pg_ts_dict	1550
50.53. pg_ts_parser	1550
50.54. pg_ts_template	1551
50.55. pg_type	1551
50.56. pg_user_mapping	1555
50.57. Vues système	1555
50.58. pg_available_extensions	1556
50.59. pg_available_extension_versions	1557
50.60. pg_config	1557
50.61. pg_cursors	1557
50.62. pg_file_settings	1558

50.63. pg_group	1559
50.64. pg_indexes	1559
50.65. pg_locks	1559
50.66. pg_matviews	1561
50.67. pg_policies	1562
50.68. pg_prepared_statements	1562
50.69. pg_prepared_xacts	1563
50.70. pg_replication_origin_status	1563
50.71. pg_replication_slots	1564
50.72. pg_roles	1565
50.73. pg_rules	1566
50.74. pg_seclabels	1566
50.75. pg_settings	1567
50.76. pg_shadow	1568
50.77. pg_stats	1569
50.78. pg_tables	1570
50.79. pg_timezone_abbrevs	1570
50.80. pg_timezone_names	1571
50.81. pg_user	1571
50.82. pg_user_mappings	1571
50.83. pg_views	1572
51. Protocole client/serveur	1573
51.1. Aperçu	1573
51.2. Flux de messages	1574
51.3. Types de données des message	1582
51.4. Protocole de réPLICATION en continu	1583
51.5. Formats de message	1587
51.6. Champs des messages d'erreur et d'avertissement	1596
51.7. Résumé des modifications depuis le protocole 2.0	1597
52. Conventions de codage pour PostgreSQL	1599
52.1. Formatage	1599
52.2. Reporter les erreurs dans le serveur	1599
52.3. Guide de style des messages d'erreurs	1602
52.4. Conventions diverses de codage	1605
53. Support natif des langues	1607
53.1. Pour le traducteur	1607
53.2. Pour le développeur	1609
54. Écrire un gestionnaire de langage procédural	1612
55. Écrire un wrapper de données distantes	1615
55.1. Fonctions d'un wrapper de données distantes	1615
55.2. Routines callback des wrappers de données distantes	1615
55.3. Fonctions d'aide pour les wrapper de données distantes	1625
55.4. Planification de la requête avec un wrapper de données distantes	1626
55.5. Le verrouillage de ligne dans les wrappers de données distantes	1628
56. Écrire une méthode d'échantillonnage de table	1630
56.1. Fonctions de support d'une méthode d'échantillonnage	1630
57. Écrire un module de parcours personnalisé	1633
57.1. Créer des parcours de chemin personnalisés	1633
57.2. Créer des parcours de plans personnalisés	1634
57.3. Exécution de parcours personnalisés	1635
58. Optimiseur génétique de requêtes (<i>Genetic Query Optimizer</i>)	1637
58.1. Gérer les requêtes, un problème d'optimisation complexe	1637
58.2. Algorithmes génétiques	1637
58.3. Optimisation génétique des requêtes (GEQO) dans PostgreSQL	1638
58.4. Lectures supplémentaires	1639
59. Définition de l'interface des méthodes d'accès aux index	1640
59.1. Structure basique de l'API pour les index	1640
59.2. Fonctions des méthode d'accès aux index	1642
59.3. Parcours d'index	1645
59.4. Considérations sur le verrouillage d'index	1646
59.5. Vérification de l'unicité par les index	1647
59.6. Fonctions d'estimation des coûts d'index	1648
60. Enregistrements génériques des journaux de transactions	1651

61. Index GiST	1653
61.1. Introduction	1653
61.2. Classes d'opérateur internes	1653
61.3. Extensibilité	1653
61.4. Implémentation	1661
61.5. Exemples	1661
62. Index SP-GiST	1663
62.1. Introduction	1663
62.2. Classes d'opérateur internes	1663
62.3. Extensibilité	1663
62.4. Implémentation	1669
62.5. Exemples	1670
63. Index GIN	1671
63.1. Introduction	1671
63.2. Classes d'opérateur internes	1671
63.3. Extensibilité	1672
63.4. Implantation	1674
63.5. Conseils et astuces GIN	1675
63.6. Limitations	1675
63.7. Exemples	1675
64. Index BRIN	1677
64.1. Introduction	1677
64.2. Opérateurs de classe intégrés	1677
64.3. Extensibilité	1678
65. Stockage physique de la base de données	1681
65.1. Emplacement des fichiers de la base de données	1681
65.2. TOAST	1682
65.3. Carte des espaces libres	1685
65.4. Carte de visibilité	1685
65.5. Fichier d'initialisation	1685
65.6. Emplacement des pages de la base de données	1685
66. Interface du moteur, BKI	1688
66.1. Format des fichiers BKI	1688
66.2. Commandes BKI	1688
66.3. Structure du fichier BKI de « bootstrap »	1689
66.4. Exemple	1689
67. Comment le planificateur utilise les statistiques	1690
67.1. Exemples d'estimation des lignes	1690
67.2. Statistiques de l'optimiseur et sécurité	1694
VIII. Annexes	1696
A. Codes d'erreurs de PostgreSQL™	1697
B. Support de date/heure	1704
B.1. Interprétation des Date/Heure saisies	1704
B.2. Mots clés Date/Heure	1705
B.3. Fichiers de configuration date/heure	1706
B.4. Histoire des unités	1707
C. Mots-clé SQL	1709
D. Conformité SQL	1729
D.1. Fonctionnalités supportées	1730
D.2. Fonctionnalités non supportées	1738
E. Notes de version	1747
E.1. Release 9.6.5	1747
E.2. Release 9.6.4	1748
E.3. Release 9.6.3	1752
E.4. Release 9.6.2	1755
E.5. Release 9.6.1	1759
E.6. Release 9.6	1761
E.7. Release 9.5.9	1775
E.8. Release 9.5.8	1776
E.9. Release 9.5.7	1780
E.10. Release 9.5.6	1783
E.11. Release 9.5.5	1786
E.12. Release 9.5.4	1789

E.13. Release 9.5.3	1792
E.14. Release 9.5.2	1793
E.15. Release 9.5.1	1795
E.16. Release 9.5	1796
E.17. Release 9.4.14	1807
E.18. Release 9.4.13	1808
E.19. Release 9.4.12	1811
E.20. Release 9.4.11	1814
E.21. Release 9.4.10	1816
E.22. Release 9.4.9	1819
E.23. Release 9.4.8	1821
E.24. Release 9.4.7	1823
E.25. Release 9.4.6	1824
E.26. Release 9.4.5	1827
E.27. Release 9.4.4	1831
E.28. Release 9.4.3	1831
E.29. Release 9.4.2	1832
E.30. Release 9.4.1	1835
E.31. Release 9.4	1838
E.32. Release 9.3.19	1849
E.33. Release 9.3.18	1850
E.34. Release 9.3.17	1853
E.35. Release 9.3.16	1855
E.36. Release 9.3.15	1857
E.37. Release 9.3.14	1859
E.38. Release 9.3.13	1861
E.39. Release 9.3.12	1863
E.40. Release 9.3.11	1864
E.41. Release 9.3.10	1867
E.42. Release 9.3.9	1870
E.43. Release 9.3.8	1870
E.44. Release 9.3.7	1871
E.45. Release 9.3.6	1874
E.46. Release 9.3.5	1880
E.47. Release 9.3.4	1883
E.48. Release 9.3.3	1884
E.49. Release 9.3.2	1889
E.50. Release 9.3.1	1891
E.51. Release 9.3	1892
E.52. Release 9.2.23	1901
E.53. Release 9.2.22	1902
E.54. Release 9.2.21	1904
E.55. Release 9.2.20	1906
E.56. Release 9.2.19	1908
E.57. Release 9.2.18	1910
E.58. Release 9.2.17	1911
E.59. Release 9.2.16	1912
E.60. Release 9.2.15	1913
E.61. Release 9.2.14	1916
E.62. Release 9.2.13	1919
E.63. Release 9.2.12	1919
E.64. Release 9.2.11	1920
E.65. Release 9.2.10	1923
E.66. Release 9.2.9	1927
E.67. Release 9.2.8	1930
E.68. Release 9.2.7	1931
E.69. Release 9.2.6	1934
E.70. Release 9.2.5	1935
E.71. Release 9.2.4	1937
E.72. Release 9.2.3	1939
E.73. Release 9.2.2	1941
E.74. Release 9.2.1	1945
E.75. Release 9.2	1946

E.76. Release 9.1.24	1959
E.77. Release 9.1.23	1960
E.78. Release 9.1.22	1962
E.79. Release 9.1.21	1962
E.80. Release 9.1.20	1963
E.81. Release 9.1.19	1966
E.82. Release 9.1.18	1969
E.83. Release 9.1.17	1969
E.84. Release 9.1.16	1970
E.85. Release 9.1.15	1972
E.86. Release 9.1.14	1976
E.87. Release 9.1.13	1978
E.88. Release 9.1.12	1979
E.89. Release 9.1.11	1982
E.90. Release 9.1.10	1983
E.91. Release 9.1.9	1985
E.92. Release 9.1.8	1986
E.93. Release 9.1.7	1988
E.94. Release 9.1.6	1990
E.95. Release 9.1.5	1991
E.96. Release 9.1.4	1993
E.97. Release 9.1.3	1996
E.98. Release 9.1.2	1999
E.99. Release 9.1.1	2002
E.100. Release 9.1	2002
E.101. Release 9.0.23	2016
E.102. Release 9.0.22	2018
E.103. Release 9.0.21	2018
E.104. Release 9.0.20	2019
E.105. Release 9.0.19	2021
E.106. Release 9.0.18	2025
E.107. Release 9.0.17	2027
E.108. Release 9.0.16	2028
E.109. Release 9.0.15	2030
E.110. Release 9.0.14	2031
E.111. Release 9.0.13	2032
E.112. Release 9.0.12	2034
E.113. Release 9.0.11	2035
E.114. Release 9.0.10	2037
E.115. Release 9.0.9	2038
E.116. Release 9.0.8	2039
E.117. Release 9.0.7	2041
E.118. Release 9.0.6	2044
E.119. Release 9.0.5	2045
E.120. Release 9.0.4	2048
E.121. Release 9.0.3	2050
E.122. Release 9.0.2	2051
E.123. Release 9.0.1	2053
E.124. Release 9.0	2054
E.125. Release 8.4.22	2069
E.126. Release 8.4.21	2071
E.127. Release 8.4.20	2072
E.128. Release 8.4.19	2074
E.129. Release 8.4.18	2075
E.130. Release 8.4.17	2076
E.131. Release 8.4.16	2077
E.132. Release 8.4.15	2078
E.133. Release 8.4.14	2079
E.134. Release 8.4.13	2080
E.135. Release 8.4.12	2081
E.136. Release 8.4.11	2083
E.137. Release 8.4.10	2085
E.138. Release 8.4.9	2086

E.139. Release 8.4.8	2089
E.140. Release 8.4.7	2090
E.141. Release 8.4.6	2091
E.142. Release 8.4.5	2092
E.143. Release 8.4.4	2095
E.144. Release 8.4.3	2096
E.145. Release 8.4.2	2098
E.146. Release 8.4.1	2101
E.147. Release 8.4	2102
E.148. Release 8.3.23	2117
E.149. Release 8.3.22	2118
E.150. Release 8.3.21	2120
E.151. Release 8.3.20	2120
E.152. Release 8.3.19	2121
E.153. Release 8.3.18	2123
E.154. Release 8.3.17	2124
E.155. Release 8.3.16	2125
E.156. Release 8.3.15	2127
E.157. Release 8.3.14	2128
E.158. Release 8.3.13	2129
E.159. Release 8.3.12	2130
E.160. Release 8.3.11	2132
E.161. Release 8.3.10	2133
E.162. Release 8.3.9	2135
E.163. Release 8.3.8	2136
E.164. Release 8.3.7	2138
E.165. Release 8.3.6	2139
E.166. Release 8.3.5	2140
E.167. Release 8.3.4	2141
E.168. Release 8.3.3	2143
E.169. Release 8.3.2	2143
E.170. Release 8.3.1	2145
E.171. Release 8.3	2147
E.172. Release 8.2.23	2159
E.173. Release 8.2.22	2160
E.174. Release 8.2.21	2162
E.175. Release 8.2.20	2162
E.176. Release 8.2.19	2163
E.177. Release 8.2.18	2164
E.178. Release 8.2.17	2166
E.179. Release 8.2.16	2167
E.180. Release 8.2.15	2168
E.181. Release 8.2.14	2169
E.182. Release 8.2.13	2170
E.183. Release 8.2.12	2171
E.184. Release 8.2.11	2172
E.185. Release 8.2.10	2173
E.186. Release 8.2.9	2174
E.187. Release 8.2.8	2175
E.188. Release 8.2.7	2176
E.189. Release 8.2.6	2177
E.190. Release 8.2.5	2178
E.191. Release 8.2.4	2179
E.192. Release 8.2.3	2180
E.193. Release 8.2.2	2180
E.194. Release 8.2.1	2181
E.195. Release 8.2	2181
E.196. Release 8.1.23	2193
E.197. Release 8.1.22	2194
E.198. Release 8.1.21	2195
E.199. Release 8.1.20	2196
E.200. Release 8.1.19	2197
E.201. Release 8.1.18	2197

E.202. Release 8.1.17	2198
E.203. Release 8.1.16	2199
E.204. Release 8.1.15	2200
E.205. Release 8.1.14	2200
E.206. Release 8.1.13	2201
E.207. Release 8.1.12	2202
E.208. Release 8.1.11	2203
E.209. Release 8.1.10	2204
E.210. Release 8.1.9	2205
E.211. Release 8.1.8	2205
E.212. Release 8.1.7	2206
E.213. Release 8.1.6	2206
E.214. Release 8.1.5	2207
E.215. Release 8.1.4	2208
E.216. Release 8.1.3	2209
E.217. Release 8.1.2	2210
E.218. Release 8.1.1	2211
E.219. Release 8.1	2211
E.220. Release 8.0.26	2222
E.221. Release 8.0.25	2223
E.222. Release 8.0.24	2224
E.223. Release 8.0.23	2225
E.224. Release 8.0.22	2226
E.225. Release 8.0.21	2227
E.226. Release 8.0.20	2227
E.227. Release 8.0.19	2228
E.228. Release 8.0.18	2228
E.229. Release 8.0.17	2229
E.230. Release 8.0.16	2229
E.231. Release 8.0.15	2230
E.232. Release 8.0.14	2231
E.233. Release 8.0.13	2232
E.234. Release 8.0.12	2232
E.235. Release 8.0.11	2233
E.236. Release 8.0.10	2233
E.237. Release 8.0.9	2234
E.238. Release 8.0.8	2234
E.239. Release 8.0.7	2235
E.240. Release 8.0.6	2236
E.241. Release 8.0.5	2237
E.242. Release 8.0.4	2237
E.243. Release 8.0.3	2238
E.244. Release 8.0.2	2239
E.245. Release 8.0.1	2241
E.246. Release 8.0	2241
E.247. Release 7.4.30	2253
E.248. Release 7.4.29	2253
E.249. Release 7.4.28	2254
E.250. Release 7.4.27	2255
E.251. Release 7.4.26	2256
E.252. Release 7.4.25	2256
E.253. Release 7.4.24	2257
E.254. Release 7.4.23	2257
E.255. Release 7.4.22	2258
E.256. Release 7.4.21	2258
E.257. Release 7.4.20	2258
E.258. Release 7.4.19	2259
E.259. Release 7.4.18	2260
E.260. Release 7.4.17	2260
E.261. Release 7.4.16	2261
E.262. Release 7.4.15	2261
E.263. Release 7.4.14	2262
E.264. Release 7.4.13	2262

E.265. Release 7.4.12	2263
E.266. Release 7.4.11	2263
E.267. Release 7.4.10	2264
E.268. Release 7.4.9	2264
E.269. Release 7.4.8	2265
E.270. Release 7.4.7	2267
E.271. Release 7.4.6	2268
E.272. Release 7.4.5	2268
E.273. Release 7.4.4	2269
E.274. Release 7.4.3	2269
E.275. Release 7.4.2	2270
E.276. Release 7.4.1	2271
E.277. Release 7.4	2273
E.278. Release 7.3.21	2284
E.279. Release 7.3.20	2285
E.280. Release 7.3.19	2285
E.281. Release 7.3.18	2285
E.282. Release 7.3.17	2286
E.283. Release 7.3.16	2286
E.284. Release 7.3.15	2286
E.285. Release 7.3.14	2287
E.286. Release 7.3.13	2288
E.287. Release 7.3.12	2288
E.288. Release 7.3.11	2288
E.289. Release 7.3.10	2289
E.290. Release 7.3.9	2290
E.291. Release 7.3.8	2291
E.292. Release 7.3.7	2291
E.293. Release 7.3.6	2291
E.294. Release 7.3.5	2292
E.295. Release 7.3.4	2293
E.296. Release 7.3.3	2293
E.297. Release 7.3.2	2295
E.298. Release 7.3.1	2296
E.299. Release 7.3	2297
E.300. Release 7.2.8	2306
E.301. Release 7.2.7	2306
E.302. Release 7.2.6	2307
E.303. Release 7.2.5	2307
E.304. Release 7.2.4	2308
E.305. Release 7.2.3	2308
E.306. Release 7.2.2	2309
E.307. Release 7.2.1	2309
E.308. Release 7.2	2310
E.309. Release 7.1.3	2318
E.310. Release 7.1.2	2318
E.311. Release 7.1.1	2318
E.312. Release 7.1	2319
E.313. Release 7.0.3	2322
E.314. Release 7.0.2	2323
E.315. Release 7.0.1	2323
E.316. Release 7.0	2324
E.317. Release 6.5.3	2329
E.318. Release 6.5.2	2329
E.319. Release 6.5.1	2330
E.320. Release 6.5	2330
E.321. Release 6.4.2	2334
E.322. Release 6.4.1	2334
E.323. Release 6.4	2335
E.324. Release 6.3.2	2338
E.325. Release 6.3.1	2339
E.326. Release 6.3	2340
E.327. Release 6.2.1	2343

E.328. Release 6.2	2344
E.329. Release 6.1.1	2346
E.330. Release 6.1	2346
E.331. Release 6.0	2348
E.332. Release 1.09	2350
E.333. Release 1.02	2350
E.334. Release 1.01	2351
E.335. Release 1.0	2353
E.336. Postgres95™ Release 0.03	2354
E.337. Postgres95™ Release 0.02	2356
E.338. Postgres95™ Release 0.01	2356
F. Modules supplémentaires fournis	2357
F.1. adminpack	2357
F.2. auth_delay	2358
F.3. auto_explain	2359
F.4. bloom	2361
F.5. btree_gin	2363
F.6. btree_gist	2364
F.7. chkpass	2365
F.8. citext	2366
F.9. cube	2367
F.10. dblink	2372
F.11. dict_int	2398
F.12. dict_xsyn	2398
F.13. earthdistance	2400
F.14. file_fdw	2401
F.15. fuzzystrmatch	2402
F.16. hstore	2405
F.17. intagg	2410
F.18. intarray	2412
F.19. isn	2414
F.20. lo	2417
F.21. ltree	2418
F.22. pageinspect	2424
F.23. passwordcheck	2427
F.24. pg_buffercache	2428
F.25. pgcrypto	2429
F.26. pg_freespacemap	2439
F.27. pg_prewarm	2440
F.28. pgrowlocks	2441
F.29. pg_stat_statements	2442
F.30. pgstattuple	2446
F.31. pg_trgm	2449
F.32. pg_visibility	2452
F.33. postgres_fdw	2453
F.34. seg	2458
F.35. sepgsql	2461
F.36. spi	2467
F.37. sslinfo	2469
F.38. tablefunc	2470
F.39. tcn	2478
F.40. test_decoding	2479
F.41. tsearch2	2479
F.42. tsm_system_rows	2481
F.43. tsm_system_time	2481
F.44. unaccent	2481
F.45. uuid-ossp	2483
F.46. xml2	2485
G. Programmes supplémentaires fournis	2489
G.1. Applications clients	2489
G.2. Applications serveurs	2495
H. Projets externes	2499
H.1. Interfaces client	2499

H.2. Outils d'administration	2499
H.3. Langages procéduraux	2499
H.4. Extensions	2500
I. Dépôt du code source	2501
I.1. Récupérer les sources via Git™	2501
J. Documentation	2502
J.1. DocBook	2502
J.2. Ensemble d'outils	2502
J.3. Construire la documentation	2506
J.4. Écriture de la documentation	2509
J.5. Guide des styles	2509
K. Acronymes	2512
L. Traduction française	2516
Bibliographie	2518

Préface

Cet ouvrage représente l'adaptation française de la documentation officielle de PostgreSQL™. Celle-ci a été rédigée par les développeurs de PostgreSQL™ et quelques volontaires en parallèle du développement du logiciel. Elle décrit toutes les fonctionnalités officiellement supportées par la dernière version de PostgreSQL™.

Afin de faciliter l'accès aux informations qu'il contient, cet ouvrage est organisé en plusieurs parties. Chaque partie est destinée à une classe précise d'utilisateurs ou à des utilisateurs de niveaux d'expertise différents :

- la Partie I, « Tutoriel » est une introduction informelle destinée aux nouveaux utilisateurs ;
- la Partie II, « Langage SQL » présente l'environnement du langage de requêtes SQL, notamment les types de données, les fonctions et les optimisations utilisateurs. Tout utilisateur de PostgreSQL™ devrait la lire ;
- la Partie III, « Administration du serveur », destinée aux administrateurs PostgreSQL™, décrit l'installation et l'administration du serveur ;
- la Partie IV, « Interfaces client » décrit les interfaces de programmation ;
- la Partie V, « Programmation serveur », destinée aux utilisateurs expérimentés, présente les éléments d'extension du serveur, notamment les types de données et les fonctions utilisateurs ;
- la Partie VI, « Référence » contient la documentation de référence de SQL et des programmes client et serveur. Cette partie est utilisée comme référence par les autres parties ;
- la Partie VII, « Internes » contient diverses informations utiles aux développeurs de PostgreSQL™.

1. Définition de PostgreSQL™

PostgreSQL™ est un système de gestion de bases de données relationnelles objet (ORDBMS) fondé sur *POSTGRES, Version 4.2™*. Ce dernier a été développé à l'université de Californie au département des sciences informatiques de Berkeley. POSTGRES est à l'origine de nombreux concepts qui ne seront rendus disponibles au sein de systèmes de gestion de bases de données commerciaux que bien plus tard.

PostgreSQL™ est un descendant libre du code original de Berkeley. Il supporte une grande partie du standard SQL tout en offrant de nombreuses fonctionnalités modernes :

- requêtes complexes ;
- clés étrangères ;
- triggers ;
- vues modifiables ;
- intégrité transactionnelle ;
- contrôle des versions concurrentes (MVCC, acronyme de « MultiVersion Concurrency Control »).

De plus, PostgreSQL™ peut être étendu par l'utilisateur de multiples façons, en ajoutant, par exemple :

- de nouveaux types de données ;
- de nouvelles fonctions ;
- de nouveaux opérateurs ;
- de nouvelles fonctions d'agrégat ;
- de nouvelles méthodes d'indexage ;
- de nouveaux langages de procédure.

Et grâce à sa licence libérale, PostgreSQL™ peut être utilisé, modifié et distribué librement, quel que soit le but visé, qu'il soit privé, commercial ou académique.

2. Bref historique de PostgreSQL™

Le système de bases de données relationnel objet PostgreSQL™ est issu de POSTGRES™, programme écrit à l'université de Californie à Berkeley. Après plus d'une vingtaine d'années de développement, PostgreSQL™ annonce être devenu la base de données libre de référence.

2.1. Le projet POSTGRES™ à Berkeley

Le projet POSTGRES™, mené par le professeur Michael Stonebraker, était sponsorisé par le DARPA (acronyme de *Defense Advanced Research Projects Agency*).

vanced Research Projects Agency), l'ARO (acronyme de *Army Research Office*), la NSF (acronyme de *National Science Foundation*) et ESL, Inc. Le développement de POSTGRES™ a débuté en 1986. Les concepts initiaux du système ont été présentés dans Stonebraker and Rowe, 1986 et la définition du modèle de données initial apparut dans Rowe and Stonebraker, 1987. Le système de règles fut décrit dans Stonebraker, Hanson, Hong, 1987, l'architecture du gestionnaire de stockage dans Stonebraker, 1987.

Depuis, plusieurs versions majeures de POSTGRES™ ont vu le jour. La première « démo » devint opérationnelle en 1987 et fut présentée en 1988 lors de la conférence ACM-SIGMOD. La version 1, décrite dans Stonebraker, Rowe, Hirohama, 1990, fut livrée à quelques utilisateurs externes en juin 1989. Suite à la critique du premier mécanisme de règles (Stonebraker et al, 1989), celui-ci fut réécrit (Stonebraker et al, ACM, 1990) pour la version 2, présentée en juin 1990. La version 3 apparut en 1991. Elle apporta le support de plusieurs gestionnaires de stockage, un exécuteur de requêtes amélioré et une réécriture du gestionnaire de règles. La plupart des versions qui suivirent, jusqu'à Postgres95™ (voir plus loin), portèrent sur la portabilité et la fiabilité.

POSTGRES™ fut utilisé dans plusieurs applications, en recherche et en production. On peut citer, par exemple : un système d'analyse de données financières, un programme de suivi des performances d'un moteur à réaction, une base de données de suivi d'astéroïdes, une base de données médicale et plusieurs systèmes d'informations géographiques. POSTGRES™ a aussi été utilisé comme support de formation dans plusieurs universités. Illustra Information Technologies (devenu *Informix*™, maintenant détenu par IBM) a repris le code et l'a commercialisé. Fin 1992, POSTGRES™ est devenu le gestionnaire de données principal du *projet de calcul scientifique Sequoia 2000*.

La taille de la communauté d'utilisateurs doubla quasiment au cours de l'année 1993. De manière évidente, la maintenance du prototype et le support prenaient un temps considérable, temps qui aurait dû être employé à la recherche en bases de données. Dans un souci de réduction du travail de support, le projet POSTGRES™ de Berkeley se termina officiellement avec la version 4.2.

2.2. Postgres95™

En 1994, Andrew Yu et Jolly Chen ajoutèrent un interpréteur de langage SQL à POSTGRES™. Sous le nouveau nom de Postgres95™, le projet fut publié sur le Web comme descendant libre (OpenSource) du code source initial de POSTGRES™, version Berkeley.

Le code de Postgres95™ était écrit en pur C ANSI et réduit de 25%. De nombreux changements internes améliorèrent les performances et la maintenabilité. Les versions 1.0.x de Postgres95™ passèrent le Wisconsin Benchmark avec des performances meilleures de 30 à 50% par rapport à POSTGRES™, version 4.2. À part les correctifs de bogues, les principales améliorations furent les suivantes :

- le langage PostQUEL est remplacé par SQL (implanté sur le serveur). (La bibliothèque d'interface libpq a été nommée à partir du langage PostQUEL.) Les requêtes imbriquées n'ont pas été supportées avant PostgreSQL™ (voir plus loin) mais elles pouvaient être imitées dans Postgres95™ à l'aide de fonctions SQL utilisateur ; les agrégats furent reprogrammés, la clause GROUP BY ajoutée ;
- un nouveau programme, psql, qui utilise GNU Readline, permet l'exécution interactive de requêtes SQL ; c'est la fin du programme monitor ;
- une nouvelle bibliothèque cliente, libpqtcl, supporte les programmes écrits en Tcl ; un shell exemple, pgsqlsh, fournit de nouvelles commandes Tcl pour interfaçer des programmes Tcl avec Postgres95™ ;
- l'interface de gestion des « Large Objects » est réécrite ; jusque-là, le seul mécanisme de stockage de ces objets passait par le système de fichiers Inversion (« Inversion file system ») ; ce système est abandonné ;
- le système de règles d'instance est supprimé ; les règles sont toujours disponibles en tant que règles de réécriture ;
- un bref tutoriel présentant les possibilités du SQL ainsi que celles spécifiques à Postgres95™ est distribué avec les sources ;
- la version GNU de make est utilisée pour la construction à la place de la version BSD ; Postgres95™ peut également être compilé avec un GCC™ sans correctif (l'alignement des doubles est corrigé).

2.3. PostgreSQL™

En 1996, le nom « Postgres95 » commence à mal vieillir. Le nom choisi, PostgreSQL™, souligne le lien entre POSTGRES™ et les versions suivantes qui intègrent le SQL. En parallèle, la version est numérotée 6.0 pour reprendre la numérotation du projet POSTGRES™ de Berkeley.

Beaucoup de personnes font référence à PostgreSQL™ par « Postgres » (il est rare que le nom soit écrit en capitales) par tradition ou parce que c'est plus simple à prononcer. Cet usage est accepté comme alias ou pseudo.

Lors du développement de Postgres95™, l'effort était axé sur l'identification et la compréhension des problèmes dans le code. Avec PostgreSQL™, l'accent est mis sur les nouvelles fonctionnalités, sans pour autant abandonner les autres domaines.

L'historique de PostgreSQL™ à partir de ce moment est disponible dans l'Annexe E, Notes de version.

3. Conventions

Les conventions suivantes sont utilisées dans le synopsis d'une commande : les crochets ([et]) indiquent des parties optionnelles. (Dans le synopsis d'une commande Tcl, des points d'interrogation (?) sont utilisés, comme c'est habituellement le cas en Tcl.) Les accolades ({ et }) et les barres verticales (|) indiquent un choix entre plusieurs options. Les points de suspension (...) signifient que l'élément précédent peut être répété.

Lorsque cela améliore la clarté, les commandes SQL sont précédées d'une invite =>, tandis que les commandes shell le sont par \$. Dans le cadre général, les invites ne sont pas indiquées.

Un *administrateur* est généralement une personne en charge de l'installation et de la bonne marche du serveur. Un *utilisateur* est une personne qui utilise ou veut utiliser une partie quelconque du système PostgreSQL™. Ces termes ne doivent pas être pris trop à la lettre ; cet ouvrage n'a pas d'avis figé sur les procédures d'administration système.

4. Pour plus d'informations

En dehors de la documentation, il existe d'autres ressources concernant PostgreSQL™ :

Wiki

Le *wiki* de PostgreSQL™ contient la *FAQ* (liste des questions fréquemment posées), la liste *TODO* et des informations détaillées sur de nombreux autres thèmes.

Site web

Le *site web* de PostgreSQL™ contient des détails sur la dernière version, et bien d'autres informations pour rendre un travail ou un investissement personnel avec PostgreSQL™ plus productif.

Listes de discussion

Les listes de discussion constituent un bon endroit pour trouver des réponses à ses questions, pour partager ses expériences avec celles d'autres utilisateurs et pour contacter les développeurs. La consultation du site web de PostgreSQL™ fournit tous les détails.

Soi-même !

PostgreSQL™ est un projet OpenSource. En tant que tel, le support dépend de la communauté des utilisateurs. Lorsque l'on débute avec PostgreSQL™, on est tributaire de l'aide des autres, soit au travers de la documentation soit par les listes de discussion. Il est important de faire partager à son tour ses connaissances par la lecture des listes de discussion et les réponses aux questions. Lorsque quelque chose est découvert qui ne figurait pas dans la documentation, pourquoi ne pas en faire profiter les autres ? De même lors d'ajout de fonctionnalités au code.

5. Lignes de conduite pour les rapports de bogues

Lorsque vous trouvez un bogue dans PostgreSQL™, nous voulons en entendre parler. Vos rapports de bogues jouent un rôle important pour rendre PostgreSQL™ plus fiable car même avec la plus grande attention, nous ne pouvons pas garantir que chaque partie de PostgreSQL™ fonctionnera sur toutes les plates-formes et dans toutes les circonstances.

Les suggestions suivantes ont pour but de vous former à la saisie d'un rapport de bogue qui pourra ensuite être gérée de façon efficace. Il n'est pas requis de les suivre mais ce serait à l'avantage de tous.

Nous ne pouvons pas promettre de corriger tous les bogues immédiatement. Si le bogue est évident, critique ou affecte un grand nombre d'utilisateurs, il y a de grandes chances pour que quelqu'un s'en charge. Il se peut que nous vous demandions d'utiliser une version plus récente pour vérifier si le bogue est toujours présent. Ou nous pourrions décider que le bogue ne peut être corrigé avant qu'une réécriture massive, que nous avions planifiée, ne soit faite. Ou peut-être est-ce trop difficile et que des choses plus importantes nous attendent. Si vous avez besoin d'aide immédiatement, envisagez l'obtention d'un contrat de support commercial.

5.1. Identifier les bogues

Avant de rapporter un bogue, merci de lire et re-lire la documentation pour vérifier que vous pouvez réellement faire ce que vous essayez de faire. Si ce n'est pas clair, rapportez-le aussi ; c'est un bogue dans la documentation. S'il s'avère que le programme fait différemment de ce qu'indique la documentation, c'est un bogue. Ceci peut inclure les circonstances suivantes, sans s'y limiter :

- Un programme se terminant avec un signal fatal ou un message d'erreur du système d'exploitation qui indiquerait un problème avec le programme. (Un contre-exemple pourrait être le message « disk full », disque plein, car vous devez le régler vous-même.)
- Un programme produit une mauvaise sortie pour une entrée donnée.
- Un programme refuse d'accepter une entrée valide (c'est-à-dire telle que définie dans la documentation).

- Un programme accepte une entrée invalide sans information ou message d'erreur. Mais gardez en tête que votre idée d'entrée invalide pourrait être notre idée d'une extension ou d'une compatibilité avec les pratiques traditionnelles.
- PostgreSQL™ échoue à la compilation, à la construction ou à l'installation suivant les instructions des plateformes supportées. Ici, « programme » fait référence à un exécutable, pas au moteur du serveur.

Une lenteur ou une absorption des ressources n'est pas nécessairement un bogue. Lisez la documentation ou demandez sur une des listes de discussion pour de l'aide concernant l'optimisation de vos applications. Ne pas se conformer au standard SQL n'est pas nécessairement un bogue sauf si une telle conformité est indiquée explicitement.

Avant de continuer, vérifiez sur la liste des choses à faire ainsi que dans la FAQ pour voir si votre bogue n'est pas déjà connu. Si vous n'arrivez pas à décoder les informations sur la liste des choses à faire, écrivez un rapport. Le minimum que nous puissions faire est de rendre cette liste plus claire.

5.2. Que rapporter ?

Le point le plus important à se rappeler avec les rapports de bogues est de donner tous les faits et seulement les faits. Ne spéculez pas sur ce que vous pensez qui ne va pas, sur ce qu'« il semble faire » ou sur quelle partie le programme a une erreur. Si vous n'êtes pas familier avec l'implémentation, vous vous trompez probablement et vous ne nous aiderez pas. Et même si vous avez raison, des explications complètes sont un bon supplément mais elles ne doivent pas se substituer aux faits. Si nous pensons corriger le bogue, nous devons toujours le reproduire nous-même. Rapporter les faits stricts est relativement simple (vous pouvez probablement copier/coller à partir de l'écran) mais, trop souvent, des détails importants sont oubliés parce que quelqu'un a pensé qu'ils n'avaient pas d'importance ou que le rapport serait compris.

Les éléments suivants devraient être fournis avec chaque rapport de bogue :

- La séquence exacte des étapes nécessaires pour reproduire le problème *à partir du lancement du programme*. Ceci devrait se suffire ; il n'est pas suffisant d'envoyer une simple instruction **SELECT** sans les commandes **CREATE TABLE** et **INSERT** qui ont précédé, si la sortie devrait dépendre des données contenues dans les tables. Nous n'avons pas le temps de comprendre le schéma de votre base de données. Si nous sommes supposés créer nos propres données, nous allons probablement ne pas voir le problème.

Le meilleur format pour un test suite à un problème relatif à SQL est un fichier qui peut être lancé via l'interface psql et qui montrera le problème. (Assurez-vous de ne rien avoir dans votre fichier de lancement `~/.psqlrc`.) Un moyen facile pour créer ce fichier est d'utiliser pg_dump pour récupérer les déclarations des tables ainsi que les données nécessaires pour mettre en place la scène. Il ne reste plus qu'à ajouter la requête posant problème. Vous êtes encouragé à minimiser la taille de votre exemple mais ce n'est pas une obligation. Si le bogue est reproductible, nous le trouverons de toute façon.

Si votre application utilise une autre interface client, telle que PHP, alors essayez d'isoler le problème aux requêtes erronées. Nous n'allons certainement pas mettre en place un serveur web pour reproduire votre problème. Dans tous les cas, rappelez-vous d'apporter les fichiers d'entrée exacts ; n'essayez pas de deviner que le problème se pose pour les « gros fichiers » ou pour les « bases de données de moyenne taille », etc. car cette information est trop inexacte, subjective pour être utile.

- La sortie que vous obtenez. Merci de ne pas dire que cela « ne fonctionne pas » ou s'est « arrêté brutalement ». S'il existe un message d'erreur, montrez-le même si vous ne le comprenez pas. Si le programme se termine avec une erreur du système d'exploitation, dites-le. Même si le résultat de votre test est un arrêt brutal du programme ou un autre souci évident, il pourrait ne pas survenir sur notre plateforme. Le plus simple est de copier directement la sortie du terminal, si possible.



Note

Si vous rappez un message d'erreur, merci d'obtenir la forme la plus verbeuse de ce message. Avec psql, exécutez `\set VERBOSITY verbose` avant tout. Si vous récupérez le message des traces du serveur, initialisez la variable d'exécution `log_error_verbosity` avec `verbose` pour que tous les détails soient tracés.



Note

Dans le cas d'erreurs fatales, le message d'erreur rapporté par le client pourrait ne pas contenir toutes les informations disponibles. Jetez aussi un œil aux traces du serveur de la base de données. Si vous ne conservez pas les traces de votre serveur, c'est le bon moment pour commencer à le faire.

- Il est très important de préciser ce que vous attendez en sortie. Si vous écrivez uniquement « Cette commande m'a donné cette réponse. » ou « Ce n'est pas ce que j'attendais. », nous pourrions le lancer nous-même, analyser la sortie et penser que tout est correct car cela correspond exactement à ce que nous attendions. Nous ne devrions pas avoir à passer du temps pour décoder la sémantique exacte de vos commandes. Tout spécialement, ne vous contentez pas de dire que « Ce n'est pas ce que SQL spécifie. »

fie/Oracle fait. » Rechercher le comportement correct à partir de SQL n'est pas amusant et nous ne connaissons pas le comportement de tous les autres serveurs de base de données relationnels. (Si votre problème est un arrêt brutal du serveur, vous pouvez évidemment omettre cet élément.)

- Toutes les options en ligne de commande ainsi que les autres options de lancement incluant les variables d'environnement ou les fichiers de configuration que vous avez modifié. Encore une fois, soyez exact. Si vous utilisez une distribution pré-packagée qui lance le serveur au démarrage, vous devriez essayer de retrouver ce que cette distribution fait.
- Tout ce que vous avez fait de différent à partir des instructions d'installation.
- La version de PostgreSQL™. Vous pouvez lancer la commande `SELECT version();` pour trouver la version du serveur sur lequel vous êtes connecté. La plupart des exécutables disposent aussi d'une option `--version`; `postgres --version` et `psql --version` devraient au moins fonctionner. Si la fonction ou les options n'existent pas, alors votre version est bien trop ancienne et vous devez mettre à jour. Si vous avez lancé une version préparée sous forme de paquets, tel que les RPM, dites-le en incluant la sous-version que le paquet pourrait avoir. Si vous êtes sur une version Git, mentionnez-le en indiquant le hachage du commit.

Si votre version est antérieure à la 9.6.5, nous allons certainement vous demander de mettre à jour. Beaucoup de corrections de bogues et d'améliorations sont apportées dans chaque nouvelle version, donc il est bien possible qu'un bogue rencontré dans une ancienne version de PostgreSQL™ soit déjà corrigé. Nous ne fournissons qu'un support limité pour les sites utilisant d'anciennes versions de PostgreSQL™ ; si vous avez besoin de plus de support que ce que nous fournissons, considérez l'acquisition d'un contrat de support commercial.

- Informations sur la plate-forme. Ceci inclut le nom du noyau et sa version, bibliothèque C, processeur, mémoires et ainsi de suite. Dans la plupart des cas, il est suffisant de préciser le vendeur et la version mais ne supposez pas que tout le monde sait ce que « Debian » contient ou que tout le monde utilise des i386. Si vous avez des problèmes à l'installation, des informations sur l'ensemble des outils de votre machine (compilateurs, `make`, etc.) sont aussi nécessaires.

N'ayez pas peur si votre rapport de bogue devient assez long. C'est un fait. Il est préférable de rapporter tous les faits la première fois plutôt que nous ayons à vous tirer les vers du nez. D'un autre côté, si vos fichiers d'entrée sont trop gros, il est préférable de demander si quelqu'un souhaite s'y plonger. Voici un *article* qui relève quelques autres conseils sur les rapports de bogues.

Ne passez pas tout votre temps à vous demander quelles modifications apporter pour que le problème s'en aille. Ceci ne nous aide-ra probablement pas à le résoudre. S'il arrive que le bogue ne peut pas être corrigé immédiatement, vous aurez toujours l'opportunité de chercher ceci et de partager vos trouvailles. De même, encore une fois, ne perdez pas votre temps à deviner pourquoi le bogue existe. Nous le trouverons assez rapidement.

Lors de la rédaction d'un rapport de bogue, merci de choisir une terminologie qui ne laisse pas place aux confusions. Le paquet logiciel en totalité est appelé « PostgreSQL », quelquefois « Postgres » en court. Si vous parlez spécifiquement du serveur, mentionnez-le mais ne dites pas seulement « PostgreSQL a planté ». Un arrêt brutal d'un seul processus serveur est assez différent de l'arrêt brutal du « postgres » père ; merci de ne pas dire que « le serveur a planté » lorsque vous voulez dire qu'un seul processus s'est arrêté, ni vice versa. De plus, les programmes clients tels que l'interface interactive « psql » sont complètement séparés du moteur. Essayez d'être précis sur la provenance du problème : client ou serveur.

5.3. Où rapporter des bogues ?

En général, envoyez vos rapports de bogue à la liste de discussion des rapports de bogue (`<pgsql-bogues@postgresql.org>`). Nous vous demandons d'utiliser un sujet descriptif pour votre courrier électronique, par exemple une partie du message d'erreur.

Une autre méthode consiste à remplir le formulaire web disponible sur le *site web* du projet. Saisir un rapport de bogue de cette façon fait que celui-ci est envoyé à la liste de discussion `<pgsql-bogues@postgresql.org>`.

Si votre rapport de bogue a des implications sur la sécurité et que vous préféreriez qu'il ne soit pas immédiatement visible dans les archives publiques, ne l'envoyez pas sur `pgsql-bugs`. Les problèmes de sécurité peuvent être rapportés de façon privé sur `<security@postgresql.org>`.

N'envoyez pas de rapports de bogue aux listes de discussion des utilisateurs, comme `<pgsql-sql@postgresql.org>` ou `<pgsql-general@postgresql.org>`. Ces listes de discussion servent à répondre aux questions des utilisateurs et les abonnés ne souhaitent pas recevoir de rapports de bogues. Plus important, ils ont peu de chance de les corriger.

De même, n'envoyez *pas* vos rapports de bogue à la liste de discussion des développeurs `<pgsql-hackers@postgresql.org>`. Cette liste sert aux discussions concernant le développement de PostgreSQL™ et il serait bon de conserver les rapports de bogue séparément. Nous pourrions choisir de discuter de votre rapport de bogue sur `pgsql-hackers` si le problème nécessite que plus de personnes s'en occupent.

Si vous avez un problème avec la documentation, le meilleur endroit pour le rapporter est la liste de discussion pour la documentation `<pgsql-docs@postgresql.org>`. Soyez précis sur la partie de la documentation qui vous déplait.

Si votre bogue concerne un problème de portabilité sur une plate-forme non supportée, envoyez un courrier électronique à <pgsql-hackers@postgresql.org>, pour que nous puissions travailler sur le portage de PostgreSQL™ sur votre plate-forme.



Note

Dû, malheureusement, au grand nombre de pourriels (spam), toutes les adresses de courrier électronique ci-dessus appartiennent à des listes de discussion fermées. Autrement dit, vous devez être abonné pour être autorisé à y envoyer un courrier. Néanmoins, vous n'avez pas besoin de vous abonner pour utiliser le formulaire web de rapports de bogue. Si vous souhaitez envoyer des courriers mais ne pas recevoir le trafic de la liste, vous pouvez vous abonner et configurer l'option `nomail`. Pour plus d'informations, envoyez un courrier à <majordomo@postgresql.org> avec le seul mot `help` dans le corps du message.

Partie I. Tutoriel

Bienvenue dans le tutoriel de PostgreSQL™. Les chapitres suivants présentent une courte introduction à PostgreSQL™, aux concepts des bases de données relationnelles et au langage SQL à ceux qui débutent dans l'un de ces domaines. Seules sont nécessaires des connaissances générales sur l'utilisation des ordinateurs. Aucune expérience particulière d'Unix ou de programmation n'est requise. Ce tutoriel a surtout pour but de faire acquérir une expérience pratique des aspects importants du système PostgreSQL™. Il n'est ni exhaustif ni complet, mais introductif.

À la suite de ce tutoriel, la lecture de la Partie II, « Langage SQL » permettra d'acquérir une connaissance plus complète du langage SQL, celle de la Partie IV, « Interfaces client » des informations sur le développement d'applications. La configuration et la gestion sont détaillées dans la Partie III, « Administration du serveur ».

Chapitre 1. Démarrage

1.1. Installation

Avant de pouvoir utiliser PostgreSQL™, vous devez l'installer. Il est possible que PostgreSQL™ soit déjà installé dans votre environnement, soit parce qu'il est inclus dans votre distribution, soit parce que votre administrateur système s'en est chargé. Dans ce cas, vous devriez obtenir les informations nécessaires pour accéder à PostgreSQL™ dans la documentation de votre distribution ou de la part de votre administrateur.

Si vous n'êtes pas sûr que PostgreSQL™ soit déjà disponible ou que vous puissiez l'utiliser pour vos tests, vous avez la possibilité de l'installer vous-même. Le faire n'est pas difficile et peut être un bon exercice. PostgreSQL™ peut être installé par n'importe quel utilisateur sans droit particulier. Aucun accès administrateur (`root`) n'est requis.

Si vous installez PostgreSQL™ vous-même, référez-vous au Chapitre 16, Procédure d'installation de PostgreSQL™ du code source, pour les instructions sur l'installation, puis revenez à ce guide quand l'installation est terminée. Nous vous conseillons de suivre attentivement la section sur la configuration des variables d'environnement appropriées.

Si votre administrateur n'a pas fait une installation par défaut, vous pouvez avoir à effectuer un paramétrage supplémentaire. Par exemple, si le serveur de bases de données est une machine distante, vous aurez besoin de configurer la variable d'environnement PGHOST avec le nom du serveur de bases de données. Il sera aussi peut-être nécessaire de configurer la variable d'environnement PGPORT. La démarche est la suivante : si vous essayez de démarrer un programme et qu'il se plaint de ne pas pouvoir se connecter à la base de données, vous devez consulter votre administrateur ou, si c'est vous, la documentation pour être sûr que votre environnement est correctement paramétré. Si vous n'avez pas compris le paragraphe précédent, lisez donc la prochaine section.

1.2. Concepts architecturaux de base

Avant de continuer, vous devez connaître les bases de l'architecture système de PostgreSQL™. Comprendre comment les parties de PostgreSQL™ interagissent entre elles rendra ce chapitre un peu plus clair.

Dans le jargon des bases de données, PostgreSQL™ utilise un modèle client/serveur. Une session PostgreSQL™ est le résultat de la coopération des processus (programmes) suivants :

- Un processus serveur, qui gère les fichiers de la base de données, accepte les connexions à la base de la part des applications clientes et effectue sur la base les actions des clients. Le programme serveur est appelé `postgres`.
- L'application cliente (l'application de l'utilisateur), qui veut effectuer des opérations sur la base de données. Les applications clientes peuvent être de nature très différentes : un client peut être un outil texte, une application graphique, un serveur web qui accède à la base de données pour afficher des pages web ou un outil spécialisé dans la maintenance de bases de données. Certaines applications clientes sont fournies avec PostgreSQL™ ; la plupart sont développées par les utilisateurs.

Comme souvent avec les applications client/serveur, le client et le serveur peuvent être sur des hôtes différents. Dans ce cas, ils communiquent à travers une connexion réseau TCP/IP. Vous devez garder cela à l'esprit car les fichiers qui sont accessibles sur la machine cliente peuvent ne pas l'être (ou l'être seulement en utilisant des noms de fichiers différents) sur la machine exécutant le serveur de bases de données.

Le serveur PostgreSQL™ peut traiter de multiples connexions simultanées depuis les clients. Dans ce but, il démarre un nouveau processus pour chaque connexion. À ce moment, le client et le nouveau processus serveur communiquent sans intervention de la part du processus `postgres` original. Ainsi, le processus serveur maître s'exécute toujours, attendant de nouvelles connexions clientes, tandis que le client et les processus serveurs associés vont et viennent (bien sûr, tout ceci est invisible pour l'utilisateur ; nous le mentionnons ici seulement par exhaustivité).

1.3. Création d'une base de données

Le premier test pour voir si vous pouvez accéder au serveur de bases de données consiste à essayer de créer une base. Un serveur PostgreSQL™ peut gérer plusieurs bases de données. Généralement, une base de données distincte est utilisée pour chaque projet ou pour chaque utilisateur.

Il est possible que votre administrateur ait déjà créé une base pour vous. Dans ce cas, vous pouvez omettre cette étape et aller directement à la prochaine section.

Pour créer une nouvelle base, nommée `ma_base` dans cet exemple, utilisez la commande suivante :

```
$ createdb ma_base
```

Si cette commande ne fournit aucune réponse, cette étape est réussie et vous pouvez sauter le reste de cette section.

Si vous voyez un message similaire à :

```
createdb: command not found
```

alors PostgreSQL™ n'a pas été installé correctement. Soit il n'a pas été installé du tout, soit le chemin système n'a pas été configuré pour l'inclure. Essayez d'appeler la commande avec le chemin absolu :

```
$ /usr/local/pgsql/bin/createdb ma_base
```

Le chemin sur votre serveur peut être différent. Contactez votre administrateur ou vérifiez dans les instructions d'installation pour corriger la commande.

Voici une autre réponse possible :

```
createdb: could not connect to database postgres: could not connect to server: No such
file or directory
      Is the server running locally and accepting
      connections on Unix domain socket "/tmp/.s.PGSQL.5432"??
```

Cela signifie que le serveur n'était pas démarré, ou qu'il n'était pas démarré là où **createdb** l'attendait. Une fois encore, vérifiez les instructions d'installation ou consultez votre administrateur.

Voici encore une autre réponse possible :

```
createdb: could not connect to database postgres: FATAL:  role "joe" does not exist
```

mais avec votre propre nom de connexion mentionné à la place de joe. Ceci survient si l'administrateur n'a pas créé de compte utilisateur PostgreSQL™ pour vous (les comptes utilisateurs PostgreSQL™ sont distincts de ceux du système d'exploitation). Si vous êtes l'administrateur, la lecture du Chapitre 21, Rôles de la base de données vous expliquera comment créer de tels comptes. Vous aurez besoin de prendre l'identité de l'utilisateur du système d'exploitation sous lequel PostgreSQL™ a été installé (généralement `postgres`) pour créer le compte du premier utilisateur. Cela pourrait aussi signifier que vous avez un nom d'utilisateur PostgreSQL™ qui est différent de celui de votre compte utilisateur du système d'exploitation. Dans ce cas, vous avez besoin d'utiliser l'option `-U` ou de configurer la variable d'environnement PGUSER pour spécifier votre nom d'utilisateur PostgreSQL™.

Si vous n'avez pas les droits requis pour créer une base, vous verrez le message suivant :

```
createdb: database creation failed: ERROR:  permission denied to create database
```

Tous les utilisateurs n'ont pas l'autorisation de créer de nouvelles bases de données. Si PostgreSQL™ refuse de créer des bases pour vous, alors il faut que l'administrateur vous accorde ce droit. Consultez votre administrateur si cela arrive. Si vous avez installé vous-même l'instance PostgreSQL™, alors vous devez ouvrir une session sous le compte utilisateur que vous avez utilisé pour démarrer le serveur.¹

Vous pouvez aussi créer des bases de données avec d'autres noms. PostgreSQL™ vous permet de créer un nombre quelconque de bases sur un site donné. Le nom des bases doit avoir comme premier caractère un caractère alphabétique et est limité à 63 octets de longueur. Un choix pratique est de créer une base avec le même nom que votre nom d'utilisateur courant. Beaucoup d'outils utilisent ce nom comme nom par défaut pour la base : cela permet de gagner du temps en saisie. Pour créer cette base, tapez simplement :

```
$ createdb
```

Si vous ne voulez plus utiliser votre base, vous pouvez la supprimer. Par exemple, si vous êtes le propriétaire (créateur) de la base `ma_base`, vous pouvez la détruire en utilisant la commande suivante :

```
$ dropdb ma_base
```

(Pour cette commande, le nom de la base n'est pas par défaut le nom du compte utilisateur. Vous devez toujours en spécifier un.) Cette action supprime physiquement tous les fichiers associés avec la base de données et elle ne peut pas être annulée, donc cela doit se faire avec beaucoup de prévoyance.

`createdb(1)` et `dropdb(1)` apportent beaucoup plus d'informations sur **createdb** et **dropdb**.

¹ Quelques explications : les noms d'utilisateurs de PostgreSQL™ sont différents des comptes utilisateurs du système d'exploitation. Quand vous vous connectez à une base de données, vous pouvez choisir le nom d'utilisateur PostgreSQL™ que vous utilisez. Si vous ne spécifiez rien, cela sera par défaut le même nom que votre compte système courant. En fait, il existe toujours un compte utilisateur PostgreSQL™ qui a le même nom que l'utilisateur du système d'exploitation qui a démarré le serveur, et cet utilisateur a toujours le droit de créer des bases. Au lieu de vous connecter au système en tant que cet utilisateur, vous pouvez spécifier partout l'option `-U` pour sélectionner un nom d'utilisateur PostgreSQL™ sous lequel vous connecter.

1.4. Accéder à une base

Une fois que vous avez créé la base, vous pouvez y accéder :

- Démarrez le programme en ligne de commande de PostgreSQL™, appelé **psql**, qui vous permet de saisir, d'éditer et d'exécuter de manière interactive des commandes SQL.
- Utilisez un outil existant avec une interface graphique comme pgAdmin ou une suite bureautique avec un support ODBC ou JDBC pour créer et manipuler une base. Ces possibilités ne sont pas couvertes dans ce tutoriel.
- Écrivez une application personnalisée en utilisant un des nombreux langages disponibles. Ces possibilités sont davantage examinées dans la Partie IV, « Interfaces client ».

Vous aurez probablement besoin de lancer **psql** pour essayer les exemples de ce tutoriel. Pour cela, saisissez la commande suivante :

```
$ psql ma_base
```

Si vous n'indiquez pas le nom de la base, alors **psql** utilisera par défaut le nom de votre compte utilisateur. Vous avez déjà découvert ce principe dans la section précédente en utilisant **createdb**.

Dans **psql**, vous serez accueilli avec le message suivant :

```
psql (9.6.5)
Type "help" for help.
```

```
ma_base=>
```

La dernière ligne peut aussi être :

```
ma_base=#
```

Cela veut dire que vous êtes le super-utilisateur de la base de données, ce qui est souvent le cas si vous avez installé PostgreSQL™ vous-même. Être super-utilisateur ou administrateur signifie que vous n'êtes pas sujet aux contrôles d'accès. Concernant ce tutoriel, cela n'a pas d'importance.

Si vous rencontrez des problèmes en exécutant **psql**, alors retournez à la section précédente. Les diagnostics de **psql** et de **createdb** sont semblables. Si le dernier fonctionnait, alors le premier devrait fonctionner également.

La dernière ligne affichée par **psql** est l'invite. Cela indique que **psql** est à l'écoute et que vous pouvez saisir des requêtes SQL dans l'espace de travail maintenu par **psql**. Essayez ces commandes :

```
ma_base=> SELECT version();
              version
-----
 PostgreSQL 9.6.5 on x86_64-pc-linux-gnu, compiled by gcc (Debian 4.9.2-10) 4.9.2,
64-bit
(1 row)

ma_base=> SELECT current_date;
            date
-----
 2016-01-07
(1 row)

ma_base=> SELECT 2 + 2;
?column?
-----
        4
(1 row)
```

Le programme **psql** dispose d'un certain nombre de commandes internes qui ne sont pas des commandes SQL. Elles commencent avec le caractère antislash (une barre oblique inverse, « \ »). Par exemple, vous pouvez obtenir de l'aide sur la syntaxe de nombreuses commandes SQL de PostgreSQL™ en exécutant :

```
ma_base=> \h
```

Pour sortir de **psql**, saisissez :

```
ma_base=> \q
```

et **psql** se terminera et vous ramènera à votre shell. Pour plus de commandes internes, saisissez \? à l'invite de **psql**. Les possibilités complètes de **psql** sont documentées dans **psql(1)**. Dans ce tutoriel, nous ne verrons pas ces caractéristiques explicitement mais vous pouvez les utiliser vous-même quand cela vous est utile.

Chapitre 2. Le langage SQL

2.1. Introduction

Ce chapitre fournit un panorama sur la façon d'utiliser SQL pour exécuter des opérations simples. Ce tutoriel est seulement prévu pour vous donner une introduction et n'est, en aucun cas, un tutoriel complet sur SQL. De nombreux livres ont été écrits sur SQL, incluant melt93 et date97. Certaines caractéristiques du langage de PostgreSQL™ sont des extensions de la norme.

Dans les exemples qui suivent, nous supposons que vous avez créé une base de données appelée `ma_base`, comme cela a été décrit dans le chapitre précédent et que vous avez été capable de lancer `psql`.

Les exemples dans ce manuel peuvent aussi être trouvés dans le répertoire `src/tutorial/` de la distribution source de PostgreSQL™. (Les distributions binaires de PostgreSQL™ pourraient ne pas proposer ces fichiers.) Pour utiliser ces fichiers, commencez par changer de répertoire et lancez `make` :

```
$ cd ..../src/tutorial  
$ make
```

Ceci crée les scripts et compile les fichiers C contenant des fonctions et types définis par l'utilisateur. Puis, pour lancer le tutoriel, faites ce qui suit :

```
$ cd ..../tutorial  
$ psql -s ma_base  
...  
ma_base=> \i basics.sql
```

La commande `\i` de `psql` lit les commandes depuis le fichier spécifié. L'option `-s` vous place dans un mode pas à pas qui fait une pause avant d'envoyer chaque instruction au serveur. Les commandes utilisées dans cette section sont dans le fichier `basics.sql`.

2.2. Concepts

PostgreSQL™ est un *système de gestion de bases de données relationnelles* (SGBDR). Cela signifie que c'est un système pour gérer des données stockées dans des *relations*. Relation est essentiellement un terme mathématique pour *table*. La notion de stockage de données dans des tables est si commune aujourd'hui que cela peut sembler en soi évident mais il y a de nombreuses autres manières d'organiser des bases de données. Les fichiers et répertoires dans les systèmes d'exploitation de type Unix forment un exemple de base de données hiérarchique. Un développement plus moderne est une base de données orientée objets.

Chaque table est un ensemble de *lignes*. Chaque ligne d'une table donnée a le même ensemble de *colonnes* et chaque colonne est d'un type de données particulier. Tandis que les colonnes ont un ordre fixé dans chaque ligne, il est important de se rappeler que SQL ne garantit, d'aucune façon, l'ordre des lignes à l'intérieur de la table (bien qu'elles puissent être explicitement triées pour l'affichage).

Les tables sont groupées dans des bases de données et un ensemble de bases gérées par une instance unique du serveur PostgreSQL™ constitue une *instance* de bases (*cluster* en anglais).

2.3. Créer une nouvelle table

Vous pouvez créer une nouvelle table en spécifiant le nom de la table, suivi du nom de toutes les colonnes et de leur type :

```
CREATE TABLE temps (  
    ville          varchar(80),  
    t_basse        int,           -- température basse  
    t_haute        int,           -- température haute  
    prcp          real,          -- précipitation  
    date          date  
) ;
```

Vous pouvez saisir cela dans `psql` avec les sauts de lignes. `psql` reconnaîtra que la commande n'est pas terminée jusqu'à arriver à un point-virgule.

Les espaces blancs (c'est-à-dire les espaces, les tabulations et les retours à la ligne) peuvent être librement utilisés dans les commandes SQL. Cela signifie que vous pouvez saisir la commande ci-dessus alignée différemment ou même sur une seule ligne. Deux tirets (« `--` ») introduisent des commentaires. Ce qui les suit est ignoré jusqu'à la fin de la ligne. SQL est insensible à la casse pour les mots-clés et les identifiants excepté quand les identifiants sont entre double guillemets pour préserver leur casse (non fait ci-dessus).

`varchar(80)` spécifie un type de données pouvant contenir une chaîne de caractères arbitraires de 80 caractères au maximum. `int` est le type entier normal. `real` est un type pour les nombres décimaux en simple précision. `date` devrait s'expliquer de lui-même (oui, la colonne de type `date` est aussi nommée `date` ; cela peut être commode ou porter à confusion, à vous de choisir).

PostgreSQL™ prend en charge les types SQL standards `int`, `smallint`, `real`, `double precision`, `char(N)`, `varchar(N)`, `date`, `time`, `timestamp` et `interval` ainsi que d'autres types d'utilité générale et un riche ensemble de types géométriques. PostgreSQL™ peut être personnalisé avec un nombre arbitraire de types de données définis par l'utilisateur. En conséquence, les noms des types ne sont pas des mots-clé dans la syntaxe sauf lorsqu'il est requis de supporter des cas particuliers dans la norme SQL.

Le second exemple stockera des villes et leur emplacement géographique associé :

```
CREATE TABLE villes (
    nom          varchar(80),
    emplacement  point
);
```

Le type `point` est un exemple d'un type de données spécifique à PostgreSQL™.

Pour finir, vous devez savoir que si vous n'avez plus besoin d'une table ou que vous voulez la recréer différemment, vous pouvez la supprimer en utilisant la commande suivante :

```
DROP TABLE nom_table;
```

2.4. Remplir une table avec des lignes

L'instruction **INSERT** est utilisée pour remplir une table avec des lignes :

```
INSERT INTO temps VALUES ('San Francisco', 46, 50, 0.25, '1994-11-27');
```

Notez que tous les types utilisent des formats d'entrées plutôt évident. Les constantes qui ne sont pas des valeurs numériques simples doivent être habituellement entourées par des guillemets simples ('') comme dans l'exemple. Le type `date` est en réalité tout à fait flexible dans ce qu'il accepte mais, pour ce tutoriel, nous collerons au format non ambigu montré ici.

Le type `point` demande une paire de coordonnées en entrée comme cela est montré ici :

```
INSERT INTO villes VALUES ('San Francisco', '(-194.0, 53.0)');
```

La syntaxe utilisée jusqu'à maintenant nécessite de se rappeler l'ordre des colonnes. Une syntaxe alternative vous autorise à lister les colonnes explicitement :

```
INSERT INTO temps (ville, t_basse, t_haute, prcp, date)
    VALUES ('San Francisco', 43, 57, 0.0, '1994-11-29');
```

Vous pouvez lister les colonnes dans un ordre différent si vous le souhaitez ou même omettre certaines colonnes ; par exemple, si la précipitation est inconnue :

```
INSERT INTO temps (date, ville, t_haute, t_basse)
    VALUES ('1994-11-29', 'Hayward', 54, 37);
```

De nombreux développeurs considèrent que le listage explicite des colonnes est un meilleur style que de compter sur l'ordre implicite.

Merci d'exécuter toutes les commandes vues ci-dessus de façon à avoir des données sur lesquelles travailler dans les prochaines sections.

Vous auriez pu aussi utiliser **COPY** pour charger de grandes quantités de données depuis des fichiers texte. C'est habituellement plus rapide car la commande **COPY** est optimisée pour cet emploi mais elle est moins flexible que **INSERT**. Par exemple :

```
COPY temps FROM '/home/utilisateur/temps.txt';
```

où le nom du fichier source doit être disponible sur la machine qui exécute le processus serveur car le processus serveur lit le fichier directement. Vous avez plus d'informations sur la commande **COPY** dans COPY(7).

2.5. Interroger une table

Pour retrouver les données d'une table, elle est *interrogée*. Une instruction SQL **SELECT** est utilisée pour faire cela. L'instruction est divisée en liste de sélection (la partie qui liste les colonnes à retourner), une liste de tables (la partie qui liste les tables à partir desquelles les données seront retrouvées) et une qualification optionnelle (la partie qui spécifie les restrictions). Par exemple, pour retrouver toutes les lignes de la table `temps`, saisissez :

```
SELECT * FROM temps;
```

Ici, * est un raccourci pour « toutes les colonnes ».¹ Donc, le même résultat pourrait être obtenu avec :

```
SELECT ville, t_basse, t_haute, prcp, date FROM temps;
```

Le résultat devrait être ceci :

ville	t_basse	t_haute	prcp	date
San Francisco	46	50	0.25	1994-11-27
San Francisco	43	57	0	1994-11-29
Hayward	37	54		1994-11-29
(3 rows)				

Vous pouvez écrire des expressions, pas seulement des références à de simples colonnes, dans la liste de sélection. Par exemple, vous pouvez faire :

```
SELECT ville, (t_haute+t_basse)/2 AS temp_moy, date FROM temps;
```

Cela devrait donner :

ville	temp_moy	date
San Francisco	48	1994-11-27
San Francisco	50	1994-11-29
Hayward	45	1994-11-29
(3 rows)		

Notez comment la clause AS est utilisée pour renommer la sortie d'une colonne (cette clause AS est optionnelle).

Une requête peut être « qualifiée » en ajoutant une clause WHERE qui spécifie les lignes souhaitées. La clause WHERE contient une expression booléenne et seules les lignes pour lesquelles l'expression booléenne est vraie sont renvoyées. Les opérateurs booléens habituels (AND, OR et NOT) sont autorisés dans la qualification. Par exemple, ce qui suit recherche le temps à San Francisco les jours pluvieux :

```
SELECT * FROM temps
  WHERE ville = 'San Francisco' AND prcp > 0.0;
```

Résultat :

ville	t_basse	t_haute	prcp	date
San Francisco	46	50	0.25	1994-11-27
(1 row)				

Vous pouvez demander à ce que les résultats d'une requête soient renvoyés dans un ordre trié :

```
SELECT * FROM temps
ORDER BY ville;
```

ville	t_basse	t_haute	prcp	date
Hayward	37	54		1994-11-29
San Francisco	43	57	0	1994-11-29
San Francisco	46	50	0.25	1994-11-27

Dans cet exemple, l'ordre de tri n'est pas spécifié complètement, donc vous pouvez obtenir les lignes San Francisco dans n'importe quel ordre. Mais, vous auriez toujours obtenu les résultats affichés ci-dessus si vous aviez fait :

```
SELECT * FROM temps
ORDER BY ville, t_basse;
```

Vous pouvez demander que les lignes dupliquées soient supprimées du résultat d'une requête :

```
SELECT DISTINCT ville
  FROM temps;
```

ville

Hayward
San Francisco
(2 rows)

¹ Alors que SELECT * est utile pour des requêtes rapides, c'est généralement considéré comme un mauvais style dans un code en production car l'ajout d'une colonne dans la table changerait les résultats.

De nouveau, l'ordre des lignes résultats pourrait varier. Vous pouvez vous assurer des résultats cohérents en utilisant DISTINCT et ORDER BY ensemble :

```
SELECT DISTINCT ville
FROM temps
ORDER BY ville;
```

2.6. Jointures entre les tables

Jusqu'ici, nos requêtes avaient seulement consulté une table à la fois. Les requêtes peuvent accéder à plusieurs tables en même temps ou accéder à la même table de façon à ce que plusieurs lignes de la table soient traitées en même temps. Une requête qui consulte plusieurs lignes de la même ou de différentes tables en même temps est appelée requête de *jointure*. Comme exemple, supposez que vous souhaitez comparer la colonne *ville* de chaque ligne de la table temps avec la colonne *nom* de toutes les lignes de la table villes et que vous choisissez les paires de lignes où ces valeurs correspondent.



Note

Ceci est uniquement un modèle conceptuel. La jointure est habituellement exécutée d'une manière plus efficace que la comparaison de chaque paire de lignes mais c'est invisible pour l'utilisateur.

Ceci sera accompli avec la requête suivante :

```
SELECT *
FROM temps, villes
WHERE ville = nom;
```

ville	t_basse	t_haute	prcp	date	nom	emplacement
San Francisco	46	50	0.25	1994-11-27	San Francisco	(-194,53)
San Francisco	43	57	0	1994-11-29	San Francisco	(-194,53)
(2 rows)						

Deux remarques à propos du résultat :

- Il n'y a pas de lignes pour la ville de Hayward dans le résultat. C'est parce qu'il n'y a aucune entrée correspondante dans la table villes pour Hayward, donc la jointure ignore les lignes n'ayant pas de correspondance avec la table temps. Nous verrons rapidement comment cela peut être résolu.
- Il y a deux colonnes contenant le nom des villes. C'est correct car les listes des colonnes des tables temps et villes sont concaténées. En pratique, ceci est indésirable, vous voudrez probablement lister les colonnes explicitement plutôt que d'utiliser * :

```
SELECT ville, t_basse, t_haute, prcp, date, emplacement
FROM temps, villes
WHERE ville = nom;
```

Exercice : Essayez de déterminer la sémantique de cette requête quand la clause WHERE est omise.

Puisque toutes les colonnes ont un nom différent, l'analyseur a automatiquement trouvé à quelle table elles appartiennent. Si des noms de colonnes sont communs entre les deux tables, vous aurez besoin de *qualifier* les noms des colonnes pour préciser celles dont vous parlez. Par exemple :

```
SELECT temps.ville, temps.t_basse, temps.t_haute,
       temps.prcp, temps.date, villes.emplacement
  FROM temps, villes
 WHERE villes.nom = temps.ville;
```

La qualification des noms de colonnes dans une requête de jointure est fréquemment considérée comme une bonne pratique. Cela évite l'échec de la requête si un nom de colonne dupliqué est ajouté plus tard dans une des tables.

Les requêtes de jointure vues jusqu'ici peuvent aussi être écrites sous une autre forme :

```
SELECT *
```

² Dans certains systèmes de bases de données, ceci incluant les anciennes versions de PostgreSQL™, l'implémentation de DISTINCT ordonne automatiquement les lignes. Du coup, ORDER BY n'est pas nécessaire. Mais, ceci n'est pas requis par le standard SQL et PostgreSQL™ ne vous garantit pas actuellement que DISTINCT ordonne les lignes.

```
FROM temps INNER JOIN villes ON (temps.ville = villes.nom);
```

Cette syntaxe n'est pas aussi couramment utilisée que les précédentes mais nous la montrons ici pour vous aider à comprendre les sujets suivants.

Maintenant, nous allons essayer de comprendre comment nous pouvons avoir les entrées de Hayward. Nous voulons que la requête parcourt la table temps et que, pour chaque ligne, elle trouve la (ou les) ligne(s) de villes correspondante(s). Si aucune ligne correspondante n'est trouvée, nous voulons que les valeurs des colonnes de la table villes soient remplacées par des « valeurs vides ». Ce genre de requêtes est appelé *jointure externe* (outer join). (Les jointures que nous avons vus jusqu'ici sont des jointures internes -- inner joins). La commande ressemble à cela :

```
SELECT *
  FROM temps LEFT OUTER JOIN villes ON (temps.ville = villes.nom);

  ville | t_basse | t_haute | prcp | date      | nom        | emplacement
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Hayward |     37 |     54 |   0.25 | 1994-11-29 | San Francisco | (-194,53)
San Francisco |     46 |     50 |   0.25 | 1994-11-27 | San Francisco | (-194,53)
San Francisco |     43 |     57 |     0 | 1994-11-29 | San Francisco | (-194,53)
(3 rows)
```

Cette requête est appelée une *jointure externe à gauche* (left outer join) parce que la table mentionnée à la gauche de l'opérateur de jointure aura au moins une fois ses lignes dans le résultat tandis que la table sur la droite aura seulement les lignes qui correspondent à des lignes de la table de gauche. Lors de l'affichage d'une ligne de la table de gauche pour laquelle il n'y a pas de correspondance dans la table de droite, des valeurs vides (appelées NULL) sont utilisées pour les colonnes de la table de droite.

Exercice : Il existe aussi des jointures externes à droite et des jointures externes complètes. Essayez de trouver ce qu'elles font.

Nous pouvons également joindre une table avec elle-même. Ceci est appelé une *jointure réflexive*. Comme exemple, supposons que nous voulons trouver toutes les entrées de temps qui sont dans un intervalle de température d'autres entrées de temps. Nous avons donc besoin de comparer les colonnes *t_basse* et *t_haute* de chaque ligne de temps aux colonnes *t_basse* et *t_haute* de toutes les autres lignes de temps. Nous pouvons faire cela avec la requête suivante :

```
SELECT T1.ville, T1.t_basse AS bas, T1.t_haute AS haut,
       T2.ville, T2.t_basse AS bas, T2.t_haute AS haut
  FROM temps T1, temps T2
 WHERE T1.t_basse < T2.t_basse
   AND T1.t_haute > T2.t_haute;

  ville | bas | haut | ville | bas | haut
-----+-----+-----+-----+-----+
San Francisco | 43 | 57 | San Francisco | 46 | 50
Hayward | 37 | 54 | San Francisco | 46 | 50
(2 rows)
```

Dans cet exemple, nous avons renommé la table temps en T1 et en T2 pour être capable de distinguer respectivement le côté gauche et droit de la jointure. Vous pouvez aussi utiliser ce genre d'alias dans d'autres requêtes pour économiser de la frappe, c'est-à-dire :

```
SELECT *
  FROM temps t, villes v
 WHERE t.ville = v.nom;
```

Vous rencontrerez ce genre d'abréviation assez fréquemment.

2.7. Fonctions d'agrégat

Comme la plupart des autres produits de bases de données relationnelles, PostgreSQL™ supporte les *fonctions d'agrégat*. Une fonction d'agrégat calcule un seul résultat à partir de plusieurs lignes en entrée. Par exemple, il y a des agrégats pour calculer le nombre (*count*), la somme (*sum*), la moyenne (*avg*), le maximum (*max*) et le minimum (*min*) d'un ensemble de lignes.

Comme exemple, nous pouvons trouver la température la plus haute parmi les températures basses avec :

```
SELECT max(t_basse) FROM temps;

max
-----
46
(1 row)
```

Si nous voulons connaître dans quelle ville (ou villes) ces lectures se sont produites, nous pouvons essayer :

```
SELECT ville FROM temps WHERE t_basse = max(t_basse);
FAUX
```

mais cela ne marchera pas puisque l'agrégat `max` ne peut pas être utilisé dans une clause `WHERE` (cette restriction existe parce que la clause `WHERE` détermine les lignes qui seront traitées par l'agrégat ; donc les lignes doivent être évaluées avant que les fonctions d'agrégat ne calculent leur résultat). Cependant, comme cela est souvent le cas, la requête peut être répétée pour arriver au résultat attendu, ici en utilisant une *sous-requête* :

```
SELECT ville FROM temps
    WHERE t_basse = (SELECT max(t_basse) FROM temps);
```

ville

San Francisco
(1 row)

Ceci est correct car la sous-requête est un calcul indépendant qui traite son propre agrégat séparément à partir de ce qui se passe dans la requête externe.

Les agrégats sont également très utiles s'ils sont combinés avec les clauses `GROUP BY`. Par exemple, nous pouvons obtenir la température la plus haute parmi les températures basses observées dans chaque ville avec :

```
SELECT ville, max(t_basse)
    FROM temps
    GROUP BY ville;
```

ville	max
-----	-----
Hayward	37
San Francisco	46
(2 rows)	

ce qui nous donne une ligne par ville dans le résultat. Chaque résultat d'agrégat est calculé avec les lignes de la table correspondant à la ville. Nous pouvons filtrer ces lignes groupées en utilisant `HAVING` :

```
SELECT ville, max(t_basse)
    FROM temps
    GROUP BY ville
    HAVING max(t_basse) < 40;
```

ville	max
-----	-----
Hayward	37
(1 row)	

ce qui nous donne le même résultat uniquement pour les villes qui ont toutes leurs valeurs de `t_basse` en-dessous de 40. Pour finir, si nous nous préoccupons seulement des villes dont le nom commence par « S », nous pouvons faire :

```
SELECT ville, max(t_basse)
    FROM temps
    WHERE ville LIKE 'S%'
    GROUP BY ville
    HAVING max(t_basse) < 10;
```

1 L'opérateur `LIKE` fait la correspondance avec un motif ; cela est expliqué dans la Section 9.7, « Correspondance de motif ».

Il est important de comprendre l'interaction entre les agrégats et les clauses SQL `WHERE` et `HAVING`. La différence fondamentale entre `WHERE` et `HAVING` est que `WHERE` sélectionne les lignes en entrée avant que les groupes et les agrégats ne soient traités (donc, cette clause contrôle les lignes qui se retrouvent dans le calcul de l'agrégat) tandis que `HAVING` sélectionne les lignes groupées après que les groupes et les agrégats aient été traités. Donc, la clause `WHERE` ne doit pas contenir de fonctions d'agrégat ; cela n'a aucun sens d'essayer d'utiliser un agrégat pour déterminer les lignes en entrée des agrégats. D'un autre côté, la clause `HAVING` contient toujours des fonctions d'agrégat (pour être précis, vous êtes autorisés à écrire une clause `HAVING` qui n'utilise pas d'agrégats mais c'est rarement utilisé). La même condition pourra être utilisée plus efficacement par un `WHERE`.

Dans l'exemple précédent, nous pouvons appliquer la restriction sur le nom de la ville dans la clause `WHERE` puisque cela ne nécessite aucun agrégat. C'est plus efficace que d'ajouter la restriction dans `HAVING` parce que nous évitons le groupement et les calculs d'agrégat pour toutes les lignes qui ont échoué lors du contrôle fait par `WHERE`.

2.8. Mises à jour

Vous pouvez mettre à jour une ligne existante en utilisant la commande **UPDATE**. Supposez que vous découvrez que les températures sont toutes excédentes de deux degrés après le 28 novembre. Vous pouvez corriger les données de la façon suivante :

```
UPDATE temps
    SET t_haute = t_haute - 2,    t_basse = t_basse - 2
    WHERE date > '1994-11-28';
```

Regardez le nouvel état des données :

```
SELECT * FROM temps;
```

ville	t_basse	t_haute	prcp	date
San Francisco	46	50	0.25	1994-11-27
San Francisco	41	55	0	1994-11-29
Hayward	35	52		1994-11-29

(3 rows)

2.9. Suppressions

Les lignes peuvent être supprimées de la table avec la commande **DELETE**. Supposez que vous n'êtes plus intéressé par le temps de Hayward. Vous pouvez faire ce qui suit pour supprimer ses lignes de la table :

```
DELETE FROM temps WHERE ville = 'Hayward';
```

Toutes les entrées de temps pour Hayward sont supprimées.

```
SELECT * FROM temps;
```

ville	t_basse	t_haute	prcp	date
San Francisco	46	50	0.25	1994-11-27
San Francisco	41	55	0	1994-11-29

(2 rows)

Faire très attention aux instructions de la forme

```
DELETE FROM nom_table;
```

Sans une qualification, **DELETE** supprimera *toutes* les lignes de la table donnée, la laissant vide. Le système le fera sans demander de confirmation !

Chapitre 3. Fonctionnalités avancées

3.1. Introduction

Le chapitre précédent couvre les bases de l'utilisation de SQL pour le stockage et l'accès aux données avec PostgreSQL™. Il est temps d'aborder quelques fonctionnalités avancées du SQL qui simplifient la gestion et empêchent la perte ou la corruption des données. Quelques extensions de PostgreSQL™ sont également abordées.

Ce chapitre fait occasionnellement référence aux exemples disponibles dans le Chapitre 2, Le langage SQL pour les modifier ou les améliorer. Il est donc préférable d'avoir lu ce chapitre. Quelques exemples de ce chapitre sont également disponibles dans `advanced.sql` situé dans le répertoire du tutoriel. De plus, ce fichier contient quelques données à charger pour utiliser l'exemple. Cela n'est pas repris ici (on peut se référer à la Section 2.1, « Introduction » pour savoir comment utiliser ce fichier).

3.2. Vues

Se référer aux requêtes de la Section 2.6, « Jointures entre les tables ». Si la liste des enregistrements du temps et des villes est d'un intérêt particulier pour l'application considérée mais qu'il devient contraignant de saisir la requête à chaque utilisation, il est possible de créer une *vue* avec la requête. De ce fait, la requête est nommée et il peut y être fait référence de la même façon qu'il est fait référence à une table :

```
CREATE VIEW ma_vue AS
    SELECT ville, t_basse, t_haute, prcp, date, emplacement
        FROM temps, villes
        WHERE ville = nom;

SELECT * FROM ma_vue;
```

L'utilisation des vues est un aspect clé d'une bonne conception des bases de données SQL. Les vues permettent d'encapsuler les détails de la structure des tables. Celle-ci peut alors changer avec l'évolution de l'application, tandis que l'interface reste constante.

Les vues peuvent être utilisées dans quasiment toutes les situations où une vraie table est utilisable. De plus, il n'est pas inhabituel de construire des vues reposant sur d'autres vues.

3.3. Clés étrangères

Soient les tables `temps` et `villes` définies dans le Chapitre 2, Le langage SQL. Il s'agit maintenant de s'assurer que personne n'insère de ligne dans la table `temps` qui ne corresponde à une entrée dans la table `villes`. On appelle cela maintenir l'*intégrité référentielle* des données. Dans les systèmes de bases de données simplistes, lorsqu'au moins c'est possible, cela est parfois obtenu par la vérification préalable de l'existence d'un enregistrement correspondant dans la table `villes`, puis par l'insertion, ou l'interdiction, du nouvel enregistrement dans `temps`. Puisque cette approche, peu pratique, présente un certain nombre d'inconvénients, PostgreSQL™ peut se charger du maintien de l'*intégrité référentielle*.

La nouvelle déclaration des tables ressemble alors à ceci :

```
CREATE TABLE villes (
    ville      varchar(80) primary key,
    emplacement point
);

CREATE TABLE temps (
    ville      varchar(80) references villes,
    t_haute   int,
    t_basse   int,
    prcp      real,
    date      date
);
```

Lors d'une tentative d'insertion d'enregistrement non valide :

```
INSERT INTO temps VALUES ('Berkeley', 45, 53, 0.0, '1994-11-28');
```

```
ERROR: insert or update on table "temps" violates foreign key constraint
"temps_ville_fkey"
DETAIL : Key (ville)=(a) is not present in table "villes".
```

Le comportement des clés étrangères peut être adapté très finement à une application particulière. Ce tutoriel ne va pas plus loin que cet exemple simple. De plus amples informations sont accessibles dans le Chapitre 5, Définition des données. Une utilisation efficace des clés étrangères améliore la qualité des applications accédant aux bases de données. Il est donc fortement conseillé d'apprendre à les utiliser.

3.4. Transactions

Les *transactions* sont un concept fondamental de tous les systèmes de bases de données. Une transaction assemble plusieurs étapes en une seule opération tout-ou-rien. Les états intermédiaires entre les étapes ne sont pas visibles par les transactions concurrentes. De plus, si un échec survient qui empêche le succès de la transaction, alors aucune des étapes n'affecte la base de données.

Si l'on considère, par exemple, la base de données d'une banque qui contient le solde de différents comptes clients et le solde total des dépôts par branches et que l'on veuille enregistrer un virement de 100 euros du compte d'Alice vers celui de Bob, les commandes SQL peuvent ressembler à cela (après simplification) :

```
UPDATE comptes SET balance = balance - 100.00
    WHERE nom = 'Alice';
UPDATE branches SET balance = balance - 100.00
    WHERE nom = (SELECT nom_branché FROM comptes WHERE nom = 'Alice');
UPDATE comptes SET balance = balance + 100.00
    WHERE nom = 'Bob';
UPDATE branches SET balance = balance + 100.00
    WHERE nom = (SELECT nom_branché FROM comptes WHERE nom = 'Bob');
```

Ce ne sont pas les détails des commandes qui importent ici ; le point important est la nécessité de plusieurs mises à jour séparées pour accomplir cette opération assez simple. Les employés de la banque veulent être assurés que, soit toutes les commandes sont effectuées, soit aucune ne l'est. Il n'est pas envisageable que, suite à une erreur du système, Bob reçoive 100 euros qui n'ont pas été débités du compte d'Alice. De la même façon, Alice ne restera pas longtemps une cliente fidèle si elle est débitée du montant sans que celui-ci ne soit crédité sur le compte de Bob. Il est important de garantir que si quelque chose se passe mal, aucune des étapes déjà exécutées n'est prise en compte. Le regroupement des mises à jour au sein d'une *transaction* apporte cette garantie. Une transaction est dite *atomique* : du point de vue des autres transactions, elle passe complètement ou pas du tout.

Il est également nécessaire de garantir qu'une fois la transaction terminée et validée par la base de données, les transactions sont enregistrées définitivement et ne peuvent être perdues, même si une panne survient peu après. Ainsi, si un retrait d'argent est effectué par Bob, il ne faut absolument pas que le débit de son compte disparaisse suite à une panne survenant juste après son départ de la banque. Une base de données transactionnelle garantit que toutes les mises à jour faites lors d'une transaction sont stockées de manière persistante (c'est-à-dire sur disque) avant que la transaction ne soit déclarée validée.

Une autre propriété importante des bases de données transactionnelles est en relation étroite avec la notion de mises à jour atomiques : quand plusieurs transactions sont lancées en parallèle, aucune d'entre elles ne doit être capable de voir les modifications incomplètes effectuées par les autres. Ainsi, si une transaction calcule le total de toutes les branches, inclure le débit de la branche d'Alice sans le crédit de la branche de Bob, ou vice-versa, est une véritable erreur. Les transactions doivent donc être tout-ou-rien, non seulement pour leur effet persistant sur la base de données, mais aussi pour leur visibilité au moment de leur exécution. Les mises à jour faites jusque-là par une transaction ouverte sont invisibles aux autres transactions jusqu'à la fin de celle-ci. À ce moment, toutes les mises à jours deviennent simultanément visibles.

Sous PostgreSQL™, une transaction est déclarée en entourant les commandes SQL de la transaction par les commandes **BEGIN** et **COMMIT**. La transaction bancaire ressemble alors à ceci :

```
BEGIN;
UPDATE comptes SET balance = balance - 100.00
    WHERE nom = 'Alice';
-- etc etc
COMMIT;
```

Si, au cours de la transaction, il est décidé de ne pas valider (peut-être la banque s'aperçoit-elle que la balance d'Alice passe en négatif), la commande **ROLLBACK** peut être utilisée à la place de **COMMIT**. Toutes les mises à jour réalisées jusque-là sont alors annulées.

En fait, PostgreSQL™ traite chaque instruction SQL comme si elle était exécutée dans une transaction. En l'absence de commande **BEGIN** explicite, chaque instruction individuelle se trouve implicitement entourée d'un **BEGIN** et (en cas de succès) d'un **COMMIT**. Un groupe d'instructions entourées par **BEGIN** et **COMMIT** est parfois appelé *bloc transactionnel*.



Note

Quelques bibliothèques clientes lancent les commandes **BEGIN** et **COMMIT** automatiquement. L'utilisateur béné-

ficie alors des effets des blocs transactionnels sans les demander. Vérifiez la documentation de l'interface que vous utilisez.

Il est possible d'augmenter la granularité du contrôle des instructions au sein d'une transaction en utilisant des *points de retournement* (**savepoint**). Ceux-ci permettent d'annuler des parties de la transaction tout en validant le reste. Après avoir défini un point de retournement à l'aide de **SAVEPOINT**, les instructions exécutées depuis ce point peuvent, au besoin, être annulées avec **ROLLBACK TO**. Toutes les modifications de la base de données effectuées par la transaction entre le moment où le point de retournement a été défini et celui où l'annulation est demandée sont annulées mais les modifications antérieures à ce point sont conservées.

Le retour à un point de retournement ne l'annule pas. Il reste défini et peut donc être utilisé plusieurs fois. À l'inverse, lorsqu'il n'est plus nécessaire de revenir à un point de retournement particulier, il peut être relâché, ce qui permet de libérer des ressources systèmes. Il faut savoir toutefois que relâcher un point de retournement ou y revenir relâche tous les points de retournement qui ont été définis après.

Tout ceci survient à l'intérieur du bloc de transaction, et n'est donc pas visible par les autres sessions en cours sur la base de données. Si le bloc est validé, et à ce moment-là seulement, toutes les actions validées deviennent immédiatement visibles par les autres sessions, tandis que les actions annulées ne le seront jamais.

Reconsidérant la base de données de la banque, on peut supposer vouloir débiter le compte d'Alice de \$100.00, somme à créditer sur le compte de Bob, mais considérer plus tard que c'est le compte de Wally qu'il convient de créditer. À l'aide des points de retournement, cela peut se dérouler ainsi :

```
BEGIN;
UPDATE comptes SET balance = balance - 100.00
    WHERE nom = 'Alice';
SAVEPOINT mon_pointdesauvegarde;
UPDATE comptes SET balance = balance + 100.00
    WHERE nom = 'Bob';
-- oups ... oubliions ça et créditons le compte de Wally
ROLLBACK TO mon_pointdesauvegarde;
UPDATE comptes SET balance = balance + 100.00
    WHERE nom = 'Wally';
COMMIT;
```

Cet exemple est bien sûr très simplifié mais de nombreux contrôles sont réalisables au sein d'un bloc de transaction grâce à l'utilisation des points de retournement. Qui plus est, **ROLLBACK TO** est le seul moyen de regagner le contrôle d'un bloc de transaction placé dans un état d'annulation par le système du fait d'une erreur. C'est plus rapide que de tout annuler pour tout recommencer.

3.5. Fonctions de fenêtrage

Une *fonction de fenêtrage* effectue un calcul sur un jeu d'enregistrements liés d'une certaine façon à l'enregistrement courant. On peut les rapprocher des calculs réalisables par une fonction d'agrégat mais, contrairement à une fonction d'agrégat, l'utilisation d'une fonction de fenêtrage (de fenêtrage) n'entraîne pas le regroupement des enregistrements traités en un seul. Chaque enregistrement garde son identité propre. En coulisse, la fonction de fenêtrage est capable d'accéder à d'autres enregistrements que l'enregistrement courant du résultat de la requête.

Voici un exemple permettant de comparer le salaire d'un employé avec le salaire moyen de sa division :

```
SELECT nomdep, noemp, salaire, avg(salaire) OVER (PARTITION BY nomdep) FROM salaireemp;
```

nomdep	noemp	salaire	avg
develop	11	5200	5020.0000000000000000
develop	7	4200	5020.0000000000000000
develop	9	4500	5020.0000000000000000
develop	8	6000	5020.0000000000000000
develop	10	5200	5020.0000000000000000
personnel	5	3500	3700.0000000000000000
personnel	2	3900	3700.0000000000000000
ventes	3	4800	4866.6666666666666667
ventes	1	5000	4866.6666666666666667
ventes	4	4800	4866.6666666666666667
(10 rows)			

Les trois premières colonnes viennent directement de la table salaireemp, et il y a une ligne de sortie pour chaque ligne de la table. La quatrième colonne représente une moyenne calculée sur tous les enregistrements de la table qui ont la même valeur de *nomdep* que la ligne courante. (Il s'agit effectivement de la même fonction que la fonction d'agrégat classique `avg`, mais la clause `OVER` entraîne son exécution en tant que fonction de fenêtrage et son calcul sur le jeu approprié d'enregistrements.)

Un appel à une fonction de fenêtrage contient toujours une clause `OVER` qui suit immédiatement le nom et les arguments de la fonction. C'est ce qui permet de la distinguer syntaxiquement d'une fonction simple ou d'une fonction d'agrégat. La clause `OVER` détermine précisément comment les lignes de la requête sont éclatées pour être traitées par la fonction de fenêtrage. La liste `PARTITION BY` contenue dans la clause `OVER` spécifie la répartition des enregistrements en groupes, ou partitions, qui partagent les mêmes valeurs pour la (les) expression(s) contenue(s) dans la clause `PARTITION BY`. Pour chaque enregistrement, la fonction de fenêtrage est calculée sur les enregistrements qui se retrouvent dans la même partition que l'enregistrement courant.

Vous pouvez aussi contrôler l'ordre dans lequel les lignes sont traitées par les fonctions de fenêtrage en utilisant la clause `ORDER BY` à l'intérieur de la clause `OVER` (la partition traitée par le `ORDER BY` n'a de plus pas besoin de correspondre à l'ordre dans lequel les lignes seront affichées). Voici un exemple :

```
SELECT nomdep, noemp, salaire,
       rank() OVER (PARTITION BY nomdep ORDER BY salaire DESC)
FROM salaireemp;
```

nomdep	noemp	salaire	rank
develop	8	6000	1
develop	10	5200	2
develop	11	5200	2
develop	9	4500	4
develop	7	4200	5
personnel	2	3900	1
personnel	5	3500	2
ventes	1	5000	1
ventes	4	4800	2
ventes	3	4800	2
(10 rows)			

On remarque que la fonction `rank` produit un rang numérique dans la partition de l'enregistrement pour chaque valeur différente de l'`ORDER BY`, dans l'ordre défini par la clause `ORDER BY`. `rank` n'a pas besoin de paramètre explicite, puisque son comportement est entièrement déterminé par la clause `OVER`.

Les lignes prises en compte par une fonction de fenêtrage sont celles de la table virtuelle produite par la clause `FROM` de la requête filtrée par ses clauses `WHERE`, `GROUP BY` et `HAVING`, s'il y en a. Par exemple, une ligne rejetée parce qu'elle ne satisfait pas à la condition `WHERE` n'est vue par aucune fonction de fenêtrage. Une requête peut contenir plusieurs de ces fonctions de fenêtrage qui découpent les données de façons différentes, par le biais de clauses `OVER` différentes, mais elles travaillent toutes sur le même jeu d'enregistrements, défini par cette table virtuelle.

`ORDER BY` peut être omis lorsque l'ordre des enregistrements est sans importance. Il est aussi possible d'omettre `PARTITION BY`, auquel cas il n'y a qu'une seule partition, contenant tous les enregistrements.

Il y a un autre concept important associé aux fonctions de fenêtrage : pour chaque enregistrement, il existe un jeu d'enregistrements dans sa partition appelé son *window frame* (cadre de fenêtre). Beaucoup de fonctions de fenêtrage, mais pas toutes, travaillent uniquement sur les enregistrements du *window frame*, plutôt que sur l'ensemble de la partition. Par défaut, si on a précisé une clause `ORDER BY`, la *window frame* contient tous les enregistrements du début de la partition jusqu'à l'enregistrement courant, ainsi que tous les enregistrements suivants qui sont égaux à l'enregistrement courant au sens de la clause `ORDER BY`. Quand `ORDER BY` est omis, la *window frame* par défaut contient tous les enregistrements de la partition.¹ Voici un exemple utilisant `sum` :

```
SELECT salaire, sum(salaire) OVER () FROM salaireemp;
```

salaire	sum

¹ Il existe des options pour définir la *window frame* autrement, mais ce tutoriel ne les présente pas. Voir la Section 4.2.8, « Appels de fonction de fenêtrage » pour les détails.

5200	47100
5000	47100
3500	47100
4800	47100
3900	47100
4200	47100
4500	47100
4800	47100
6000	47100
5200	47100
(10 rows)	

Dans l'exemple ci-dessus, puisqu'il n'y a pas d'ORDER BY dans la clause OVER, la *window frame* est égale à la partition ; en d'autres termes, chaque somme est calculée sur toute la table, ce qui fait qu'on a le même résultat pour chaque ligne du résultat. Mais si on ajoute une clause ORDER BY, on a un résultat très différent :

```
SELECT salaire, sum(salaire) OVER (ORDER BY salaire) FROM salaireemp;
```

salaire	sum
3500	3500
3900	7400
4200	11600
4500	16100
4800	25700
4800	25700
5000	30700
5200	41100
5200	41100
6000	47100
(10 rows)	

Ici, sum est calculé à partir du premier salaire (c'est-à-dire le plus bas) jusqu'au salaire courant, en incluant tous les doublons du salaire courant (remarquez les valeurs pour les salaires identiques).

Les fonctions window ne sont autorisées que dans la liste SELECT et la clause ORDER BY de la requête. Elles sont interdites ailleurs, comme par exemple dans les clauses GROUP BY, HAVING et WHERE. La raison en est qu'elles sont exécutées après le traitement de ces clauses. Par ailleurs, les fonctions de fenêtrage s'exécutent après les fonctions d'agrégat classiques. Cela signifie qu'il est permis d'inclure une fonction d'agrégat dans les arguments d'une fonction de fenêtrage, mais pas l'inverse.

S'il y a besoin de filtrer ou de grouper les enregistrements après le calcul des fonctions de fenêtrage, une sous-requête peut être utilisée. Par exemple :

```
SELECT nomdep, noemp, salaire, date_embauche
FROM
  (SELECT nomdep, noemp, salaire, date_embauche,
         rank() OVER (PARTITION BY nomdep ORDER BY salaire DESC, noemp) AS pos
    FROM salaireemp
   ) AS ss
 WHERE pos < 3;
```

La requête ci-dessus n'affiche que les enregistrements de la requête interne ayant un rang inférieur à 3.

Quand une requête met en jeu plusieurs fonctions de fenêtrage, il est possible d'écrire chacune avec une clause OVER différente, mais cela entraîne des duplications de code et augmente les risques d'erreurs si on souhaite le même comportement pour plusieurs fonctions de fenêtrage. À la place, chaque comportement de fenêtrage peut être associé à un nom dans une clause WINDOW et ensuite être référencé dans OVER. Par exemple :

```
SELECT sum(salaire) OVER w, avg(salaire) OVER w
  FROM salaireemp
  WINDOW w AS (PARTITION BY nomdep ORDER BY salaire DESC);
```

Plus de détails sur les fonctions de fenêtrage sont disponibles dans la Section 4.2.8, « Appels de fonction de fenêtrage », la Section 9.21, « Fonctions Window », la Section 7.2.5, « Traitement de fonctions Window » et la page de référence SELECT(7).

3.6. Héritage

L'héritage est un concept issu des bases de données orientées objet. Il ouvre de nouvelles possibilités intéressantes en conception de bases de données.

Soient deux tables : une table `villes` et une table `capitales`. Les capitales étant également des villes, il est intéressant d'avoir la possibilité d'afficher implicitement les capitales lorsque les villes sont listées. Un utilisateur particulièrement brillant peut écrire ceci

```
CREATE TABLE capitales (
    nom        text,
    population real,
    altitude   int      -- (en pied)
    etat       char(2)
);

CREATE TABLE non_capitales (
    nom        text,
    population real,
    altitude   int      -- (en pied)
);

CREATE VIEW villes AS
    SELECT nom, population, altitude FROM capitales
    UNION
    SELECT nom, population, altitude FROM non_capitales;
```

Cela fonctionne bien pour les requêtes, mais la mise à jour d'une même donnée sur plusieurs lignes devient vite un horrible casse-tête.

Une meilleure solution peut être :

```
CREATE TABLE villes (
    nom        text,
    population real,
    altitude   int      -- (en pied)
);

CREATE TABLE capitales (
    etat       char(2)
) INHERITS (villes);
```

Dans ce cas, une ligne de `capitales` hérite de toutes les colonnes (`nom`, `population` et `altitude`) de son parent, `villes`. Le type de la colonne `nom` est `text`, un type natif de PostgreSQL™ pour les chaînes de caractères à longueur variable. Les capitales d'état ont une colonne supplémentaire, `etat`, qui affiche l'état dont elles sont la capitale. Sous PostgreSQL™, une table peut hériter de zéro à plusieurs autres tables.

La requête qui suit fournit un exemple d'extraction des noms de toutes les villes, en incluant les capitales des états, situées à une altitude de plus de 500 pieds :

```
SELECT nom, altitude
  FROM villes
 WHERE altitude > 500;
```

ce qui renvoie :

nom	altitude
Las Vegas	2174
Mariposa	1953
Madison	845
(3 rows)	

À l'inverse, la requête qui suit récupère toutes les villes qui ne sont pas des capitales et qui sont situées à une altitude d'au moins 500 pieds :

```
SELECT nom, altitude
  FROM ONLY villes
 WHERE altitude > 500;
```

nom	altitude
Las Vegas	2174
Mariposa	1953
(2 rows)	

Ici, `ONLY` avant `villes` indique que la requête ne doit être exécutée que sur la table `villes`, et non pas sur les tables en dessous de `villes` dans la hiérarchie des héritages. La plupart des commandes déjà évoquées -- `SELECT`, `UPDATE` et `DELETE` -- supportent cette notation (`ONLY`).



Note

Bien que l'héritage soit fréquemment utile, il n'a pas été intégré avec les contraintes d'unicité et les clés étrangères, ce qui limite son utilité. Voir la Section 5.9, « L'héritage » pour plus de détails.

3.7. Conclusion

PostgreSQL™ dispose d'autres fonctionnalités non décrites dans ce tutoriel d'introduction orienté vers les nouveaux utilisateurs de SQL. Ces fonctionnalités sont discutées plus en détails dans le reste de ce livre.

Si une introduction plus approfondie est nécessaire, le lecteur peut visiter le *site web* de PostgreSQL qui fournit des liens vers d'autres ressources.

Partie II. Langage SQL

Cette partie présente l'utilisation du langage SQL au sein de PostgreSQL™. La syntaxe générale de SQL y est expliquée, ainsi que la création des structures de stockage des données, le peuplement de la base et son interrogation. La partie centrale liste les types de données et les fonctions disponibles ainsi que leur utilisation dans les requêtes SQL. Le reste traite de l'optimisation de la base de données en vue d'obtenir des performances idéales.

L'information dans cette partie est présentée pour qu'un utilisateur novice puisse la suivre du début à la fin et obtenir ainsi une compréhension complète des sujets sans avoir à effectuer de fréquents sauts entre les chapitres. Les chapitres sont indépendants. Un utilisateur plus expérimenté pourra, donc, ne consulter que les chapitres l'intéressant. L'information est présentée dans un style narratif par unité thématique. Les lecteurs qui cherchent une description complète d'une commande particulière peuvent se référer à la Partie VI, « Référence ».

Pour profiter pleinement de cette partie, il est nécessaire de savoir se connecter à une base PostgreSQL™ et d'y exécuter des commandes SQL. Les lecteurs qui ne sont pas familiers avec ces prérequis sont encouragés à lire préalablement la Partie I, « Tutoriel ».

Les commandes SQL sont généralement saisies à partir du terminal interactif de PostgreSQL™, psql. D'autres programmes possédant des fonctionnalités similaires peuvent également être utilisés.

Chapitre 4. Syntaxe SQL

Ce chapitre décrit la syntaxe de SQL. Il donne les fondements pour comprendre les chapitres suivants qui iront plus en détail sur la façon dont les commandes SQL sont appliquées pour définir et modifier des données.

Nous avertissons aussi nos utilisateurs, déjà familiers avec le SQL, qu'ils doivent lire ce chapitre très attentivement car il existe plusieurs règles et concepts implémentés différemment suivant les bases de données SQL ou spécifiques à PostgreSQL™.

4.1. Structure lexicale

Une entrée SQL consiste en une séquence de *commandes*. Une commande est composée d'une séquence de *jetons*, terminés par un point-virgule (« ; »). La fin du flux en entrée termine aussi une commande. Les jetons valides dépendent de la syntaxe particulière de la commande.

Un jeton peut être un *mot clé*, un *identificateur*, un *identificateur entre guillemets*, une *constante* ou un symbole de caractère spécial. Les jetons sont normalement séparés par des espaces blancs (espace, tabulation, nouvelle ligne) mais n'ont pas besoin de l'être s'il n'y a pas d'ambiguïté (ce qui est seulement le cas si un caractère spécial est adjacent à des jetons d'autres types).

Par exemple, ce qui suit est (syntaxiquement) valide pour une entrée SQL :

```
SELECT * FROM MA_TABLE;
UPDATE MA_TABLE SET A = 5;
INSERT INTO MA_TABLE VALUES (3, 'salut ici');
```

C'est une séquence de trois commandes, une par ligne (bien que cela ne soit pas requis ; plusieurs commandes peuvent se trouver sur une même ligne et une commande peut se répartir sur plusieurs lignes).

De plus, des *commentaires* peuvent se trouver dans l'entrée SQL. Ce ne sont pas des jetons, ils sont réellement équivalents à un espace blanc.

La syntaxe SQL n'est pas très cohérente en ce qui concerne les jetons identificateurs des commandes et lesquels sont des opérandes ou des paramètres. Les premiers jetons sont généralement le nom de la commande. Dans l'exemple ci-dessus, nous parlons d'une commande « SELECT », d'une commande « UPDATE » et d'une commande « INSERT ». Mais en fait, la commande **UPDATE** requiert toujours un jeton **SET** apparaissant à une certaine position, et cette variante particulière de **INSERT** requiert aussi un **VALUES** pour être complète. Les règles précises de syntaxe pour chaque commande sont décrites dans la Partie VI, « Référence ».

4.1.1. identificateurs et mots clés

Les jetons tels que **SELECT**, **UPDATE** ou **VALUES** dans l'exemple ci-dessus sont des exemples de *mots clés*, c'est-à-dire des mots qui ont une signification dans le langage SQL. Les jetons **MA_TABLE** et **A** sont des exemples d'*identificateurs*. Ils identifient des noms de tables, colonnes ou d'autres objets de la base de données suivant la commande qui a été utilisée. Du coup, ils sont quelques fois simplement nommés des « noms ». Les mots clés et les identificateurs ont la même structure lexicale, signifiant que quelqu'un ne peut pas savoir si un jeton est un identificateur ou un mot clé sans connaître le langage. Une liste complète des mots clé est disponible dans l'Annexe C, Mots-clé SQL.

Les identificateurs et les mots clés SQL doivent commencer avec une lettre (a-z, mais aussi des lettres de marques diacritiques différentes et des lettres non latines) ou un tiret bas (_). Les caractères suivants dans un identificateur ou dans un mot clé peuvent être des lettres, des tirets-bas, des chiffres (0-9) ou des signes dollar (\$). Notez que les signes dollar ne sont pas autorisés en tant qu'identificateur d'après le standard SQL, donc leur utilisation pourrait rendre les applications moins portables. Le standard SQL ne définira pas un mot clé contenant des chiffres ou commençant ou finissant par un tiret bas, donc les identificateurs de cette forme sont sûr de ne pas entrer en conflit avec les futures extensions du standard.

Le système utilise au plus **NAMEDATALEN-1** octets d'un identificateur ; les noms longs peuvent être écrits dans des commandes mais ils seront tronqués. Par défaut, **NAMEDATALEN** vaut 64. Du coup, la taille maximum de l'identificateur est de 63 octets. Si cette limite est problématique, elle peut être élevée en modifiant **NAMEDATALEN** dans **src/include/pg_config_manual.h**.

Les mots clés et les identificateurs sans guillemets doubles sont insensibles à la casse. Du coup :

```
UPDATE MA_TABLE SET A = 5;
```

peut aussi s'écrire de cette façon :

```
uPDAte ma_TabLE SeT a = 5;
```

Une convention couramment utilisée revient à écrire les mots clés en majuscule et les noms en minuscule, c'est-à-dire :

```
UPDATE ma_table SET a = 5;
```

Voici un deuxième type d'identificateur : l'*identificateur délimité* ou l'*identificateur entre guillemets*. Il est formé en englobant une séquence arbitraire de caractères entre des guillemets doubles (""). Un identificateur délimité est toujours un identificateur, jamais un mot clé. Donc, "select" pourrait être utilisé pour faire référence à une colonne ou à une table nommée « select », alors qu'un select sans guillemets sera pris pour un mot clé et du coup, pourrait provoquer une erreur d'analyse lorsqu'il est utilisé alors qu'un nom de table ou de colonne est attendu. L'exemple peut être écrit avec des identificateurs entre guillemets comme ci :

```
UPDATE "ma_table" SET "a" = 5;
```

Les identificateurs entre guillemets peuvent contenir tout caractère autre que celui de code 0. (Pour inclure un guillemet double, écrivez deux guillemets doubles.) Ceci permet la construction de noms de tables et de colonnes qui ne seraient pas possible autrement, comme des noms contenant des espaces ou des arobas. La limitation de la longueur s'applique toujours.

Une variante des identificateurs entre guillemets permet d'inclure des caractères Unicode échappés en les identificateur par leur point de code. Cette variante commence par U& (U en majuscule ou minuscule suivi par un « et commercial ») immédiatement suivi par un guillemet double d'ouverture, sans espace entre eux. Par exemple U& "f&oo". (Notez que c'est source d'ambiguïté avec l'opérateur &. Utilisez les espaces autour de l'opérateur pour éviter ce problème.) À l'intérieur des guillemets, les caractères Unicode peuvent être indiqués dans une forme échappée en écrivant un antislash suivi par le code hexadécimal sur quatre chiffres ou, autre possibilité, un antislash suivi du signe plus suivi d'un code hexadécimal sur six chiffres. Par exemple, l'identificateur "da-ta" peut être écrit ainsi :

```
U& "d\0061t\+000061"
```

L'exemple suivant, moins trivial, écrit le mot russe « slon » (éléphant) en lettres cyrilliques :

```
U& "\0441\043B\043E\043D"
```

Si un caractère d'échappement autre que l'antislash est désiré, il peut être indiqué en utilisant la clause UESCAPE après la chaîne. Par exemple :

```
U& "d!0061t!+000061" UESCAPE ' !'
```

La chaîne d'échappement peut être tout caractère simple autre qu'un chiffre hexadécimal, le signe plus, un guillemet simple ou double, ou un espace blanc. Notez que le caractère d'échappement est écrit entre guillemets simples, pas entre guillemets doubles.

Pour inclure le caractère d'échappement dans l'identificateur sans interprétation, écrivez-le deux fois.

La syntaxe d'échappement Unicode fonctionne seulement quand l'encodage serveur est UTF8. Quand d'autres encodages clients sont utilisés, seuls les codes dans l'échelle ASCII (jusqu'à \007F) peuvent être utilisés. La forme sur quatre chiffres et la forme sur six chiffres peuvent être utilisées pour indiquer des paires UTF-16 composant ainsi des caractères comprenant des points de code plus grands que U+FFFF (et ce, bien que la disponibilité de la forme sur six chiffres ne le nécessite pas techniquement). (Les paires de substitution ne sont pas stockées directement mais combinées dans un point de code seul qui est ensuite encodé en UTF-8.)

Mettre un identificateur entre guillemets le rend sensible à la casse alors que les noms sans guillemets sont toujours convertis en minuscules. Par exemple, les identificateurs FOO, foo et "foo" sont considérés identiques par PostgreSQL™ mais "FOO" et "FOO" sont différents des trois autres et entre eux. La mise en minuscule des noms sans guillemets avec PostgreSQL™ n'est pas compatible avec le standard SQL qui indique que les noms sans guillemets devraient être mis en majuscule. Du coup, foo devrait être équivalent à "FOO" et non pas à "foo" en respect avec le standard. Si vous voulez écrire des applications portables, nous vous conseillons de toujours mettre entre guillemets un nom particulier ou de ne jamais le mettre.

4.1.2. Constantes

Il existe trois *types implicites de constantes* dans PostgreSQL™ : les chaînes, les chaînes de bits et les nombres. Les constantes peuvent aussi être spécifiées avec des types explicites, ce qui peut activer des représentations plus précises et gérées plus efficacement par le système. Les constantes implicites sont décrites ci-dessous ; ces constantes sont discutées dans les sous-sections suivantes.

4.1.2.1. Constantes de chaînes

Une constante de type chaîne en SQL est une séquence arbitraire de caractères entourée par des guillemets simples (''), par exemple 'Ceci est une chaîne'. Pour inclure un guillemet simple dans une chaîne constante, saisissez deux guillemets

simples adjacents, par exemple 'Le cheval d' 'Anne'. Notez que ce n'est *pas* identique à un guillemet double ("").

Deux constantes de type chaîne séparées par un espace blanc *avec au moins une nouvelle ligne* sont concaténées et traitées réellement comme si la chaîne avait été écrite dans une constante. Par exemple :

```
SELECT 'foo'
      'bar';
```

est équivalent à :

```
SELECT 'foobar';
```

mais :

```
SELECT 'foo'      'bar';
```

n'a pas une syntaxe valide (ce comportement légèrement bizarre est spécifié par le standard SQL ; PostgreSQL™ suit le standard).

4.1.2.2. Constantes chaîne avec des échappements de style C

PostgreSQL™ accepte aussi les constantes de chaîne utilisant des échappements qui sont une extension au standard SQL. Une constante de type chaîne d'échappement est indiquée en écrivant la lettre E (en majuscule ou minuscule) juste avant le guillemet d'ouverture, par exemple E 'f oo'. (Pour continuer une constante de ce type sur plusieurs lignes, écrire E seulement avant le premier guillemet d'ouverture.) À l'intérieur d'une chaîne d'échappement, un caractère antislash (\) est géré comme une séquence d'*échappement avec antislash* du langage C. La combinaison d'antislash et du (ou des) caractère(s) suivant représente une valeur spéciale, comme indiqué dans le Tableau 4.1, « Séquences d'échappements avec antislash ».

Tableau 4.1. Séquences d'échappements avec antislash

Séquence d'échappement avec antislash	Interprétation
\b	suppression
\f	retour en début de ligne
\n	saut de ligne
\r	saut de ligne
\t	tabulation
\o, \oo, \ooo ($o = 0 - 7$)	valeur octale
\xh, \xhh ($h = 0 - 9, A - F$)	valeur hexadécimale
\xxxxx, \Uxxxxxxxxx ($x = 0 - 9, A - F$)	caractère Unicode hexadécimal sur 16 ou 32 bits

Tout autre caractère suivi d'un antislash est pris littéralement. Du coup, pour inclure un caractère antislash, écrivez deux antislashs (\ \). De plus, un guillemet simple peut être inclus dans une chaîne d'échappement en écrivant '\ ', en plus de la façon normale ''.

Il est de votre responsabilité que les séquences d'octets que vous créez, tout spécialement lorsque vous utilisez les échappements octaux et hexadécimaux, soient des caractères valides dans l'encodage du jeu de caractères du serveur. Quand l'encodage est UTF-8, alors les échappements Unicode ou l'autre syntaxe d'échappement Unicode, expliqués dans la Section 4.1.2.3, « Constantes de chaînes avec des échappements Unicode », devraient être utilisés. (L'alternative serait de réaliser l'encodage UTF-8 manuellement et d'écrire les octets, ce qui serait très lourd.)

La syntaxe d'échappement Unicode fonctionne complètement mais seulement quand l'encodage du serveur est justement UTF8. Lorsque d'autres encodages serveur sont utilisés, seuls les points de code dans l'échelle ASCII (jusqu'à \u007F) peuvent être utilisés. La forme sur quatre chiffres et la forme sur six chiffres peuvent être utilisées pour indiquer des paires UTF-16 composant ainsi des caractères comprenant des points de code plus grands que U+FFFF et ce, bien que la disponibilité de la forme sur six chiffres ne le nécessite pas techniquement. (Quand des paires de substitution sont utilisées et que l'encodage du serveur est UTF8, elles sont tout d'abord combinées en un point code seul qui est ensuite encodé en UTF-8.)



Attention

Si le paramètre de configuration standard_conforming_strings est désactivé (off), alors PostgreSQL™ reconnaît les échappements antislashs dans les constantes traditionnelles de type chaînes et celles échappées. Néanmoins, à partir de PostgreSQL™ 9.1, la valeur par défaut est on, ce qui signifie que les échappements par antislash ne sont reconnus que dans les constantes de chaînes d'échappement. Ce comportement est plus proche du standard SQL mais pourrait causer des problèmes aux applications qui se basent sur le comportement historique où les échappements par antislash étaient toujours reconnus. Pour contourner ce problème, vous pouvez configurer ce paramètre à

`off` bien qu'il soit préférable de ne plus utiliser les échappements par antislash. Si vous avez besoin d'un échappement par antislash pour représenter un caractère spécial, écrivez la chaîne fixe avec un E.

En plus de `standard_conforming_strings`, les paramètres de configuration `escape_string_warning` et `backslash_quote` imposent le traitement des antislashs dans les constantes de type chaîne.

Le caractère de code zéro ne peut pas être placé dans une constante de type chaîne.

4.1.2.3. Constantes de chaînes avec des échappements Unicode

PostgreSQL™ supporte aussi un autre type de syntaxe d'échappement pour les chaînes qui permettent d'indiquer des caractères Unicode arbitraires par code. Une constante de chaîne d'échappement Unicode commence avec U& (U en majuscule ou minuscule suivi par un « et commercial ») immédiatement suivi par un guillemet double d'ouverture, sans espace entre eux. Par exemple U& "foo". (Notez que c'est source d'ambiguïté avec l'opérateur &. Utilisez les espaces autour de l'opérateur pour éviter ce problème.) À l'intérieur des guillemets, les caractères Unicode peuvent être indiqués dans une forme échappée en écrivant un antislash suivi par le code hexadécimal sur quatre chiffres ou, autre possibilité, un antislash suivi du signe plus suivi d'un code hexadécimal sur six chiffres. Par exemple, l'identificateur 'data' peut être écrit ainsi :

```
U& 'd\0061t\+000061'
```

L'exemple suivant, moins trivial, écrit le mot russe « slon » (éléphant) en lettres cyrilliques :

```
U& '\0441\043B\043E\043D'
```

Si un caractère d'échappement autre que l'antislash est souhaité, il peut être indiqué en utilisant la clause `UESCAPE` après la chaîne. Par exemple :

```
U& 'd!0061t!+000061' UESCAPE ' !'
```

Le caractère d'échappement peut être tout caractère simple autre qu'un chiffre hexadécimal, le signe plus, un guillement simple ou double, ou un espace blanc.

La syntaxe d'échappement Unicode fonctionne seulement quand l'encodage du serveur est UTF8. Quand d'autres encodages de serveur sont utilisés, seuls les codes dans l'échelle ASCII (jusqu'à \007F) peuvent être utilisés. La forme sur quatre chiffres et la forme sur six chiffres peuvent être utilisées pour indiquer des paires de substitution UTF-16 composant ainsi des caractères comprenant des points de code plus grands que U+FFFF (et ce, bien que la disponibilité de la forme sur six chiffres ne le nécessite pas techniquement). (Quand des paires de substitution sont utilisées avec un encodage serveur UTF8, elles sont tout d'abord combinées en un seul point de code, qui est ensuite encodé en UTF-8.)

De plus, la syntaxe d'échappement de l'Unicode pour les constantes de chaînes fonctionne seulement quand le paramètre de configuration `standard_conforming_strings` est activé. Dans le cas contraire, cette syntaxe est confuse pour les clients qui analysent les instructions SQL au point que cela pourrait amener des injections SQL et des problèmes de sécurité similaires. Si le paramètre est désactivé, cette syntaxe sera rejetée avec un message d'erreur.

Pour inclure le caractère d'échappement littéralement dans la chaîne, écrivez-le deux fois.

4.1.2.4. Constantes de chaînes avec guillemet dollar

Alors que la syntaxe standard pour la spécification des constantes de chaînes est généralement agréable, elle peut être difficile à comprendre quand la chaîne désirée contient un grand nombre de guillemets ou d'antislashs car chacun d'entre eux doit être doublé. Pour permettre la saisie de requêtes plus lisibles dans de telles situations, PostgreSQL™ fournit une autre façon, appelée « guillemet dollar », pour écrire des constantes de chaînes. Une constante de chaîne avec guillemet dollar consiste en un signe dollar (\$), une « balise » optionnelle de zéro ou plus de caractères, un autre signe dollar, une séquence arbitraire de caractères qui constitue le contenu de la chaîne, un signe dollar, la même balise et un signe dollar. Par exemple, voici deux façons de spécifier la chaîne « Le cheval d'Anne » en utilisant les guillemets dollar :

```
$$Le cheval d'Anne$$
$UneBalise$Le cheval d'Anne$UneBalise$
```

Notez qu'à l'intérieur de la chaîne avec guillemet dollar, les guillemets simples peuvent être utilisés sans devoir être échappés. En fait, aucun caractère à l'intérieur d'une chaîne avec guillemet dollar n'a besoin d'être échappé : le contenu est toujours écrit littéralement. Les antislashs ne sont pas spéciaux, pas plus que les signes dollar, sauf s'ils font partie d'une séquence correspondant à la balise ouvrante.

Il est possible d'imbriquer les constantes de chaînes avec guillemets dollar en utilisant différentes balises pour chaque niveau d'imbrication. Ceci est habituellement utilisé lors de l'écriture de définition de fonctions. Par exemple :

```
$fonction$  
BEGIN  
    RETURN ($1 ~ $q$[\t\r\n\v\\]$q$);  
END;  
$fonction$
```

Dans cet exemple, la séquence `q[\t\r\n\v\\]q` représente une chaîne constante avec guillemet dollar `[\t\r\n\v\\]`, qui sera reconnue quand le corps de la fonction est exécuté par PostgreSQL™. Mais comme la séquence ne correspond pas au délimiteur `$fonction$`, il s'agit juste de quelques caractères à l'intérieur de la constante pour ce qu'en sait la chaîne externe.

La balise d'une chaîne avec guillemets dollar, si elle existe, suit les mêmes règles qu'un identificateur sans guillemets, sauf qu'il ne peut pas contenir de signes dollar. Les balises sont sensibles à la casse, du coup `$balise$Contenu de la chaîne$balise$` est correct mais `$BALISE$Contenu de la chaîne$balise$` ne l'est pas.

Une chaîne avec guillemets dollar suivant un mot clé ou un identificateur doit en être séparé par un espace blanc ; sinon, le délimiteur du guillemet dollar serait pris comme faisant parti de l'identificateur précédent.

Le guillemet dollar ne fait pas partie du standard SQL mais c'est un moyen bien plus agréable pour écrire des chaînes constantes que d'utiliser la syntaxe des guillemets simples, bien que compatible avec le standard. Elle est particulièrement utile pour représenter des constantes de type chaîne à l'intérieur d'autres constantes, comme cela est souvent le cas avec les définitions de fonctions. Avec la syntaxe des guillemets simples, chaque antislash dans l'exemple précédent devrait avoir été écrit avec quatre antislashes, ce qui sera réduit à deux antislashes dans l'analyse de la constante originale, puis à un lorsque la constante interne est analysée de nouveau lors de l'exécution de la fonction.

4.1.2.5. Constantes de chaînes de bits

Les constantes de chaînes de bits ressemblent aux constantes de chaînes standards avec un B (majuscule ou minuscule) juste avant le guillemet du début (sans espace blanc), c'est-à-dire B '1001'. Les seuls caractères autorisés dans les constantes de type chaîne de bits sont 0 et 1.

Les constantes de chaînes de bits peuvent aussi être spécifiées en notation hexadécimale en utilisant un X avant (minuscule ou majuscule), c'est-à-dire X '1FF'. Cette notation est équivalente à une constante de chaîne de bits avec quatre chiffres binaires pour chaque chiffre hexadécimal.

Les deux formes de constantes de chaînes de bits peuvent être continuées sur plusieurs lignes de la même façon que les constantes de chaînes habituelles. Le guillemet dollar ne peut pas être utilisé dans une constante de chaîne de bits.

4.1.2.6. Constantes numériques

Les constantes numériques sont acceptées dans ces formes générales :

```
chiffres  
chiffres.[chiffres][e[+-]chiffres]  
[chiffres].chiffres[e[+-]chiffres]  
chiffrese[+-]chiffres
```

où `chiffres` est un ou plusieurs chiffres décimaux (de 0 à 9). Au moins un chiffre doit être avant ou après le point décimal, s'il est utilisé. Au moins un chiffre doit suivre l'indicateur d'exponentiel (e), s'il est présent. Il ne peut pas y avoir d'espaces ou d'autres caractères imbriqués dans la constante. Notez que tout signe plus ou moins en avant n'est pas considéré comme faisant partie de la constante ; il est un opérateur appliqué à la constante.

Voici quelques exemples de constantes numériques valides :

```
42  
3.5  
4.  
.001  
5e2  
1.925e-3
```

Une constante numérique ne contenant ni un point décimal ni un exposant est tout d'abord présumée du type integer si sa valeur est contenue dans le type integer (32 bits) ; sinon, il est présumé de type bigint si sa valeur entre dans un type bigint (64 bits) ; sinon, il est pris pour un type numeric. Les constantes contenant des points décimaux et/ou des exposants sont toujours présumées de

type numeric.

Le type de données affecté initialement à une constante numérique est seulement un point de départ pour les algorithmes de résolution de types. Dans la plupart des cas, la constante sera automatiquement convertie dans le type le plus approprié suivant le contexte. Si nécessaire, vous pouvez forcer l'interprétation d'une valeur numérique sur un type de données spécifique en la convertissant. Par exemple, vous pouvez forcer une valeur numérique à être traitée comme un type real (float4) en écrivant :

```
REAL '1.23' -- style chaîne  
1.23::REAL -- style PostgreSQL (historique)
```

Ce sont en fait des cas spéciaux des notations de conversion générales discutées après.

4.1.2.7. Constantes d'autres types

Une constante de type arbitraire peut être saisie en utilisant une des notations suivantes :

```
type 'chaîne'  
'chaîne'::type  
CAST ('chaîne' AS type )
```

Le texte de la chaîne constante est passé dans la routine de conversion pour le type appelé *type*. Le résultat est une constante du type indiqué. La conversion explicite de type peut être omise s'il n'y a pas d'ambiguïté sur le type de la constante (par exemple, lorsqu'elle est affectée directement à une colonne de la table), auquel cas elle est convertie automatiquement.

La constante chaîne peut être écrite en utilisant soit la notation SQL standard soit les guillemets dollar.

Il est aussi possible de spécifier une conversion de type en utilisant une syntaxe style fonction :

```
nom_type ('chaîne')
```

mais tous les noms de type ne peuvent pas être utilisés ainsi ; voir la Section 4.2.9, « Conversions de type » pour plus de détails.

Les syntaxes ::, CAST() et d'appels de fonctions sont aussi utilisables pour spécifier les conversions de type à l'exécution d'expressions arbitraires, comme discuté dans la Section 4.2.9, « Conversions de type ». Pour éviter une ambiguïté syntaxique, la syntaxe *type 'chaîne'* peut seulement être utilisée pour spécifier le type d'une constante. Une autre restriction sur la syntaxe *type 'chaîne'* est qu'il ne fonctionne pas pour les types de tableau ; utilisez :: ou CAST() pour spécifier le type d'une constante de type tableau.

La syntaxe de CAST() est conforme au standard SQL. La syntaxe *type 'chaîne'* est une généralisation du standard : SQL spécifie cette syntaxe uniquement pour quelques types de données mais PostgreSQL™ l'autorise pour tous les types. La syntaxe :: est un usage historique dans PostgreSQL™, comme l'est la syntaxe d'appel de fonction.

4.1.3. Opérateurs

Un nom d'opérateur est une séquence d'au plus NAMEDATALEN-1 (63 par défaut) caractères provenant de la liste suivante :

```
+ - * / < > = ~ ! @ # % ^ & | ^ ?
```

Néanmoins, il existe quelques restrictions sur les noms d'opérateurs :

- -- et /* ne peuvent pas apparaître quelque part dans un nom d'opérateur car ils seront pris pour le début d'un commentaire.
- Un nom d'opérateur à plusieurs caractères ne peut pas finir avec + ou -, sauf si le nom contient aussi un de ces caractères : ~ ! @ # % ^ & | ^ ?

Par exemple, @- est un nom d'opérateur autorisé mais *- ne l'est pas. Cette restriction permet à PostgreSQL™ d'analyser des requêtes compatibles avec SQL sans requérir des espaces entre les jetons.

Lors d'un travail avec des noms d'opérateurs ne faisant pas partie du standard SQL, vous aurez habituellement besoin de séparer les opérateurs adjacents avec des espaces pour éviter toute ambiguïté. Par exemple, si vous avez défini un opérateur unaire gauche nommé @, vous ne pouvez pas écrire X*@Y ; vous devez écrire X* @Y pour vous assurer que PostgreSQL™ le lit comme deux noms d'opérateurs, et non pas comme un seul.

4.1.4. Caractères spéciaux

Quelques caractères non alphanumériques ont une signification spéciale, différente de celui d'un opérateur. Les détails sur leur utilisation sont disponibles à l'endroit où l'élément de syntaxe respectif est décrit. Cette section existe seulement pour avertir de leur existence et pour résumer le but de ces caractères.

- Un signe dollar (\$) suivi de chiffres est utilisé pour représenter un paramètre de position dans le corps de la définition d'une

fonction ou d'une instruction préparée. Dans d'autres contextes, le signe dollar pourrait faire partie d'un identificateur ou d'une constante de type chaîne utilisant le dollar comme guillemet.

- Les parenthèses (()) ont leur signification habituelle pour grouper leurs expressions et renforcer la précédence. Dans certains cas, les parenthèses sont requises car faisant partie de la syntaxe d'une commande SQL particulière.
- Les crochets ([]) sont utilisés pour sélectionner les éléments d'un tableau. Voir la Section 8.15, « Tableaux » pour plus d'informations sur les tableaux.
- Les virgules (,) sont utilisées dans quelques constructions syntaxiques pour séparer les éléments d'une liste.
- Le point-virgule (;) termine une commande SQL. Il ne peut pas apparaître quelque part dans une commande, sauf à l'intérieur d'une constante de type chaîne ou d'un identificateur entre guillemets.
- Le caractère deux points (:) est utilisé pour sélectionner des « morceaux » de tableaux (voir la Section 8.15, « Tableaux »). Dans certains dialectes SQL (tel que le SQL embarqué), il est utilisé pour préfixer les noms de variables.
- L'astérisque (*) est utilisé dans certains contextes pour indiquer tous les champs de la ligne d'une table ou d'une valeur composite. Elle a aussi une signification spéciale lorsqu'elle est utilisée comme argument d'une fonction d'agrégat. Cela signifie que l'agrégat ne requiert pas de paramètre explicite.
- Le point(.) est utilisé dans les constantes numériques et pour séparer les noms de schéma, table et colonne.

4.1.5. Commentaires

Un commentaire est une séquence de caractères commençant avec deux tirets et s'étendant jusqu'à la fin de la ligne, par exemple :

```
-- Ceci est un commentaire standard en SQL
```

Autrement, les blocs de commentaires style C peuvent être utilisés :

```
/* commentaires mult lignes
 * et imbriqués: /* bloc de commentaire imbriqué */
 */
```

où le commentaire commence avec /* et s'étend jusqu'à l'occurrence de */. Ces blocs de commentaires s'imbriquent, comme spécifié dans le standard SQL mais pas comme dans le langage C. De ce fait, vous pouvez commenter des blocs importants de code pouvant contenir des blocs de commentaires déjà existants.

Un commentaire est supprimé du flux en entrée avant une analyse plus poussée de la syntaxe et est remplacé par un espace blanc.

4.1.6. Précédence d'opérateurs

Le Tableau 4.2, « Précédence des opérateurs (du plus haut vers le plus bas) » affiche la précédence et l'associativité des opérateurs dans PostgreSQL™. La plupart des opérateurs ont la même précédence et sont associatifs par la gauche. La précédence et l'associativité des opérateurs sont codées en dur dans l'analyseur.

De même, vous aurez quelque fois besoin d'ajouter des parenthèses lors de l'utilisation de combinaisons d'opérateurs binaires et unaires. Par exemple :

```
SELECT 5 ! - 6;
```

sera analysé comme :

```
SELECT 5 ! (- 6);
```

parce que l'analyseur n'a aucune idée, jusqu'à ce qu'il ne soit trop tard, que ! est défini comme un opérateur suffixe, et non pas préfixe. Pour obtenir le comportement désiré dans ce cas, vous devez écrire :

```
SELECT (5 !) - 6;
```

C'est le prix à payer pour l'extensibilité.

Tableau 4.2. Précédence des opérateurs (du plus haut vers le plus bas)

Opérateur/Élément	Associativité	Description
.	gauche	séparateur de noms de table et de colonne
::	gauche	conversion de type, style PostgreSQL™
[]	gauche	sélection d'un élément d'un tableau

Opérateur/Élément	Associativité	Description
+ -	droite	plus unaire, moins unaire
^	gauche	exposant
* / %	gauche	multiplication, division, modulo
+ -	gauche	addition, soustraction
(autres opérateurs)	gauche	tout autre opérateur natif ou défini par l'utilisateur
BETWEEN IN LIKE ILIKE SIMILAR		intervalle contenu, recherche d'appartenance, correspondance de chaîne
< > = <= >= <>		opérateurs de comparaison
IS ISNULL NOTNULL		IS TRUE, IS FALSE, IS NULL, IS DISTINCT FROM, etc
NOT	droite	négation logique
AND	gauche	conjonction logique
OR	gauche	disjonction logique

Notez que les règles de précédence des opérateurs s'appliquent aussi aux opérateurs définis par l'utilisateur qui ont le même nom que les opérateurs internes mentionnés ici. Par exemple, si vous définissez un opérateur « + » pour un type de données personnalisé, il aura la même précédence que l'opérateur interne « + », peu importe ce que fait le votre.

Lorsqu'un nom d'opérateur qualifié par un schéma est utilisé dans la syntaxe OPERATOR, comme par exemple dans :

```
SELECT 3 OPERATOR(pg_catalog.+) 4;
```

la construction OPERATOR est prise pour avoir la précédence par défaut affichée dans le Tableau 4.2, « Précédence des opérateurs (du plus haut vers le plus bas) » pour les opérateurs « autres ». Ceci est vrai quelque soit le nom spécifique de l'opérateur apparaissant à l'intérieur de OPERATOR().



Note

Les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 9.5 utilisaient des règles de précédence différentes pour les opérateurs. En particulier, `<= >=` et `<>` étaient traités comme des opérateurs génériques ; les tests `IS` avaient une priorité supérieure ; `NOT BETWEEN` et les constructions qui en découlent agissaient de façon incohérente, ayant dans certains cas la précédence de `NOT` plutôt que de `BETWEEN`. Ces règles étaient modifiées pour un meilleur accord avec le standard SQL et pour réduire la configuration d'un traitement incohérent de constructions équivalentes logiquement. Dans la plupart des cas, ces changements ne résulteront pas en un changement de comportement. Il peut arriver que des échecs du type « opérateur inconnu » surviennent, auquel cas un ajout de parenthèses devrait corriger le problème. Néanmoins, il existe des cas particuliers où une requête pourrait voir son comportement changé sans qu'une erreur d'analyse ne soit renvoyée. Si vous êtes inquiet qu'un de ces changements pourrait avoir cassé quelque chose silencieusement, vous pouvez tester votre application en activant le paramètre `operator_precedence_warning` pour voir si des messages d'avertissement sont tracés.

4.2. Expressions de valeurs

Les expressions de valeurs sont utilisées dans une grande variété de contextes, tels que dans la liste cible d'une commande `SELECT`, dans les nouvelles valeurs de colonnes d'une commande `INSERT` ou `UPDATE`, ou dans les conditions de recherche d'un certain nombre de commandes. Le résultat d'une expression de valeurs est quelquefois appelé *scalaire*, pour le distinguer du résultat d'une expression de table (qui est une table). Les expressions de valeurs sont aussi appelées des *expressions scalaires* (voire même simplement des *expressions*). La syntaxe d'expression permet le calcul des valeurs à partir de morceaux primitifs en utilisant les opérations arithmétiques, logiques, d'ensemble et autres.

Une expression de valeur peut être :

- une constante ou une valeur constante ;
- une référence de colonne ;
- une référence de la position d'un paramètre, dans le corps d'une définition de fonction ou d'instruction préparée ;
- une expression indicée ;
- une expression de sélection de champs ;

- un appel d'opérateur ;
- un appel de fonction ;
- une expression d'agrégat ;
- un appel de fonction de fenêtrage ;
- une conversion de type ;
- une expression de collationnement ;
- une sous-requête scalaire ;
- un constructeur de tableau ;
- un constructeur de ligne ;
- toute expression de valeur entre parenthèses, utile pour grouper des sous-expressions et surcharger la précédence.

En plus de cette liste, il existe un certain nombre de constructions pouvant être classées comme une expression mais ne suivant aucune règle de syntaxe générale. Elles ont généralement la sémantique d'une fonction ou d'un opérateur et sont expliquées au Chapitre 9, Fonctions et opérateurs. Un exemple est la clause `IS NULL`.

Nous avons déjà discuté des constantes dans la Section 4.1.2, « Constantes ». Les sections suivantes discutent des options restantes.

4.2.1. Références de colonnes

Une colonne peut être référencée avec la forme :

`corrélation.nom_colonne`

`corrélation` est le nom d'une table (parfois qualifié par son nom de schéma) ou un alias d'une table définie au moyen de la clause `FROM`. Le nom de corrélation et le point de séparation peuvent être omis si le nom de colonne est unique dans les tables utilisées par la requête courante (voir aussi le Chapitre 7, Requêtes).

4.2.2. Paramètres de position

Un paramètre de position est utilisé pour indiquer une valeur fournie en externe par une instruction SQL. Les paramètres sont utilisés dans des définitions de fonction SQL et dans les requêtes préparées. Quelques bibliothèques clients supportent aussi la spécification de valeurs de données séparément de la chaîne de commande SQL, auquel cas les paramètres sont utilisés pour référenceer les valeurs de données en dehors. Le format d'une référence de paramètre est :

`$numéro`

Par exemple, considérez la définition d'une fonction : `dept` :

```
CREATE FUNCTION dept(text) RETURNS dept
  AS $$ SELECT * FROM dept WHERE nom = $1 $$  
LANGUAGE SQL;
```

Dans cet exemple, `$1` référence la valeur du premier argument de la fonction à chaque appel de cette commande.

4.2.3. Indices

Si une expression récupère une valeur de type tableau, alors un élément spécifique du tableau peut être extrait en écrivant :

`expression[indice]`

Des éléments adjacents (un « morceau de tableau ») peuvent être extraits en écrivant :

`expression[indice_bas:indice_haut]`

Les crochets `[]` doivent apparaître réellement. Chaque `indice` est lui-même une expression, devant contenir une valeur entière.

En général, l'`expression` de type tableau doit être entre parenthèses mais ces dernières peuvent être omises lorsque l'`expression` utilisée comme indice est seulement une référence de colonne ou un paramètre de position. De plus, les indices multiples peuvent être concaténés lorsque le tableau original est multi-dimensionnel. Par exemple :

`ma_table.colonnetableau[4]`

```
ma_table.colonnes_deux_d[17][34]
$1[10:42]
(fonctiontableau(a,b))[42]
```

Dans ce dernier exemple, les parenthèses sont requises. Voir la Section 8.15, « Tableaux » pour plus d'informations sur les tableaux.

4.2.4. Sélection de champs

Si une expression récupère une valeur de type composite (type row), alors un champ spécifique de la ligne est extrait en écrivant :

```
expression.nom_champ
```

En général, l'*expression* de ligne doit être entre parenthèses mais les parenthèses peuvent être omises lorsque l'expression à partir de laquelle se fait la sélection est seulement une référence de table ou un paramètre de position. Par exemple :

```
ma_table.macolonne
$1.une-colonne
(fonctionligne(a,b)).col3
```

En fait, une référence de colonne qualifiée est un cas spécial de syntaxe de sélection de champ. Un cas spécial important revient à extraire un champ de la colonne de type composite d'une table :

```
(colcomposite).un-champ
(matable.colcomposite).un-champ
```

Les parenthèses sont requises ici pour montrer que *colcomposite* est un nom de colonne, et non pas un nom de table, ou que *matable* est un nom de table, pas un nom de schéma dans le deuxième cas.

Vous pouvez demander tous les champs d'une valeur composite en écrivant `.*` :

```
(compositecol).*
```

Cette syntaxe se comporte différemment suivant le contexte. Voir Section 8.16.5, « Utiliser des types composites dans les requêtes » pour plus de détails.

4.2.5. Appels d'opérateurs

Il existe trois syntaxes possibles pour l'appel d'un opérateur :

```
expression opérateur expression (opérateur binaire préfixe)
opérateur expression (opérateur unary préfixe)
expression opérateur (opérateur unary suffixe)
```

où le jeton *opérateur* suit les règles de syntaxe de la Section 4.1.3, « Opérateurs », où est un des mots clés AND, OR et NOT, ou est un nom d'opérateur qualifié de la forme

```
OPERATOR(schema.nom_operateur)
```

Quel opérateur particulier existe et est-il unary ou binary dépend des opérateurs définis par le système ou l'utilisateur. Le Chapitre 9, Fonctions et opérateurs décrit les opérateurs internes.

4.2.6. Appels de fonctions

La syntaxe pour un appel de fonction est le nom d'une fonction (qualifié ou non du nom du schéma) suivi par sa liste d'arguments entre parenthèses :

```
nom_fonction([expression [,expression ...]])
```

Par exemple, ce qui suit calcule la racine carré de 2 :

```
sqrt(2)
```

La liste des fonctions intégrées se trouve dans le Chapitre 9, Fonctions et opérateurs. D'autres fonctions pourraient être ajoutées par l'utilisateur.

En option, les arguments peuvent avoir leur nom attaché. Voir la Section 4.3, « Fonctions appelantes » pour les détails.



Note

Une fonction qui prend un seul argument de type composite peut aussi être appelée en utilisant la syntaxe de sélection de champ. Du coup, un champ peut être écrit dans le style fonctionnel. Cela signifie que les notations `col(table)` et `table.col` sont interchangeables. Ce comportement ne respecte pas le standard SQL mais il est fourni dans PostgreSQL™ car il permet l'utilisation de fonctions émulant les « champs calculés ». Pour plus d'informations, voir la Section 8.16.5, « Utiliser des types composites dans les requêtes ».

4.2.7. Expressions d'agrégat

Une *expression d'agrégat* représente l'application d'une fonction d'agrégat à travers les lignes sélectionnées par une requête. Une fonction d'agrégat réduit les nombres entrés en une seule valeur de sortie, comme la somme ou la moyenne des valeurs en entrée. La syntaxe d'une expression d'agrégat est une des suivantes :

```
nom_agregat (expression [ , ... ] [ clause_order_by ] ) [ FILTER ( WHERE clause_filtre )
)
nom_agregat (ALL expression [ , ... ] [ clause_order_by ] ) [ FILTER ( WHERE
clause_filtre )
]
nom_agregat (DISTINCT expression [ , ... ] [ clause_order_by ] ) [ FILTER ( WHERE
clause_filtre )
]
nom_agregat ( * ) [ FILTER ( WHERE clause_filtre ) ]
nom_agregat ( [ expression [ , ... ] ] ) WITHIN GROUP ( clause_order_by ) [ FILTER (
WHERE clause_filtre ) ]
```

où `nom_agregat` est un agrégat précédemment défini (parfois qualifié d'un nom de schéma), `expression` est toute expression de valeur qui ne contient pas lui-même une expression d'agrégat ou un appel à une fonction de fenêtrage. Les clauses optionnelles `clause_order_by` et `clause_filtre` sont décrites ci-dessous.

La première forme d'expression d'agrégat appelle l'agrégat une fois pour chaque ligne en entrée. La seconde forme est identique à la première car `ALL` est une clause active par défaut. La troisième forme fait appel à l'agrégat une fois pour chaque valeur distincte de l'expression (ou ensemble distinct de valeurs, pour des expressions multiples) trouvée dans les lignes en entrée. La quatrième forme appelle l'agrégat une fois pour chaque ligne en entrée ; comme aucune valeur particulière en entrée n'est spécifiée, c'est généralement utile pour la fonction d'agrégat `count(*)`. La dernière forme est utilisée avec les agrégats à *ensemble trié* qui sont décrits ci-dessous.

La plupart des fonctions d'agrégats ignorent les entrées `NULL`, pour que les lignes qui renvoient une ou plusieurs expressions `NULL` soient disqualifiées. Ceci peut être considéré vrai pour tous les agrégats internes sauf indication contraire.

Par exemple, `count(*)` trouve le nombre total de lignes en entrée alors que `count(f1)` récupère le nombre de lignes en entrée pour lesquelles `f1` n'est pas `NULL`. En effet, la fonction `count` ignore les valeurs `NULL` mais `count(distinct f1)` retrouve le nombre de valeurs distinctes non `NULL` de `f1`.

D'habitude, les lignes en entrée sont passées à la fonction d'agrégat dans un ordre non spécifié. Dans la plupart des cas, cela n'a pas d'importance. Par exemple, `min` donne le même résultat quelque soit l'ordre dans lequel il reçoit les données. Néanmoins, certaines fonctions d'agrégat (tels que `array_agg` et `string_agg`) donnent un résultat dépendant de l'ordre des lignes en entrée. Lors de l'utilisation de ce type d'agrégat, la clause `clause_order_by` peut être utilisée pour préciser l'ordre de tri désiré. La clause `clause_order_by` a la même syntaxe que la clause `ORDER BY` d'une requête, qui est décrite dans la Section 7.5, « Tri des lignes », sauf que ses expressions sont toujours des expressions simples et ne peuvent pas être des noms de colonne en sortie ou des numéros. Par exemple :

```
SELECT array_agg(a ORDER BY b DESC) FROM table;
```

Lors de l'utilisation de fonctions d'agrégat à plusieurs arguments, la clause `ORDER BY` arrive après tous les arguments de l'agrégat. Par exemple, il faut écrire ceci :

```
SELECT string_agg(a, ',' ORDER BY a) FROM table;
```

et non pas ceci :

```
SELECT string_agg(a ORDER BY a, ',') FROM table; -- incorrect
```

Ce dernier exemple est syntaxiquement correct mais il concerne un appel à une fonction d'agrégat à un seul argument avec deux clés pour le `ORDER BY` (le deuxième étant inutile car il est constant).

Si `DISTINCT` est indiqué en plus de la clause `clause_order_by`, alors toutes les expressions de l'`ORDER BY` doivent correspondre aux arguments de l'agrégat ; autrement dit, vous ne pouvez pas trier sur une expression qui n'est pas inclus dans la liste `DISTINCT`.



Note

La possibilité de spécifier à la fois DISTINCT et ORDER BY dans une fonction d'agrégat est une extension de PostgreSQL™.

Placer la clause ORDER BY dans la liste des arguments standards de l'agrégat, comme décrit jusqu'ici, est utilisé quand l'ordre des lignes en entrée pour un agrégat « normal » pour lequel le tri est optionnel. Il existe une sous-classe de fonctions d'agrégat appelée *agrégat d'ensemble trié* pour laquelle la clause *clause_order_by* est *requise*, habituellement parce que le calcul de l'agrégat est seulement sensible à l'ordre des lignes en entrée. Des exemples typiques d'agrégat avec ensemble trié incluent les calculs de rang et de pourcentage. Pour un agrégat d'ensemble trié, la clause *clause_order_by* est écrite à l'intérieur de WITHIN GROUP (. . .), comme indiqué dans la syntaxe alternative finale. Les expressions dans *clause_order_by* sont évaluées une fois par ligne en entrée, comme n'importe quel argument d'un agrégat, une fois triée suivant la clause *clause_order_by*, et envoyée à la fonction en tant qu'arguments en entrée. (Ceci est contraire au cas de la clause *clause_order_by* en dehors d'un WITHIN GROUP, qui n'est pas traité comme argument de la fonction d'agrégat. Les expressions d'argument précédant WITHIN GROUP, s'il y en a, sont appelées des *arguments directs* pour les distinguer des *arguments agrégés* listés dans *clause_order_by*. Contrairement aux arguments normaux d'agrégats, les arguments directs sont évalués seulement une fois par appel d'agrégat et non pas une fois par ligne en entrée. Cela signifie qu'ils peuvent contenir des variables seulement si ces variables sont regroupées par GROUP BY ; cette restriction est identique à si les arguments directs n'étaient pas dans une expression d'agrégat. Les arguments directs sont typiquement utilisés pour des fractions de pourcentage, qui n'ont de sens qu'en tant que valeur singulière par calcul d'agrégat. La liste d'arguments directs peut être vide ; dans ce cas, écrivez simplement (), et non pas (*). (PostgreSQL™ accepte actuellement les deux écritures mais seule la première est conforme avec le standard SQL.)

Voici un exemple d'appel d'agrégat à ensemble trié :

```
SELECT percentile_cont(0.5) WITHIN GROUP (ORDER BY revenu) FROM proprietes;
percentile_cont
-----
50489
```

qui obtient le 50^e pourcentage ou le médian des valeurs de la colonne *revenu* de la table *proprietes*. Ici, 0 . 5 est un argument direct ; cela n'aurait pas de sens si la fraction de pourcentage était une valeur variant suivant les lignes.

Si la clause FILTER est spécifié, alors seules les lignes en entrée pour lesquelles *filter_clause* est vraie sont envoyées à la fonction d'agrégat ; les autres lignes sont ignorées. Par exemple :

```
SELECT
    count(*) AS nonfiltres,
    count(*) FILTER (WHERE i < 5) AS filtres
FROM generate_series(1,10) AS s(i);
nonfiltres | filtres
-----+-----
      10 |       4
(1 row)
```

Les fonctions d'agrégat prédéfinies sont décrites dans la Section 9.20, « Fonctions d'agrégat ». D'autres fonctions d'agrégat pourraient être ajoutées par l'utilisateur.

Une expression d'agrégat peut seulement apparaître dans la liste de résultats ou dans la clause HAVING d'une commande SELECT. Elle est interdite dans d'autres clauses, tels que WHERE, parce que ces clauses sont logiquement évaluées avant que les résultats des agrégats ne soient calculés.

Lorsqu'une expression d'agrégat apparaît dans une sous-requête (voir la Section 4.2.11, « Sous-requêtes scalaires » et la Section 9.22, « Expressions de sous-requêtes »), l'agrégat est normalement évalué sur les lignes de la sous-requête. Cependant, une exception survient si les arguments de l'agrégat (et *clause_filtre* si fourni) contiennent seulement des niveaux externes de variables : ensuite, l'agrégat appartient au niveau externe le plus proche et est évalué sur les lignes de cette requête. L'expression de l'agrégat est une référence externe pour la sous-requête dans laquelle il apparaît et agit comme une constante sur toute évaluation de cette requête. La restriction apparaissant seulement dans la liste de résultat ou dans la clause HAVING s'applique avec respect du niveau de requête auquel appartient l'agrégat.

4.2.8. Appels de fonction de fenêtrage

Un *appel de fonction de fenêtrage* représente l'application d'une fonction de type agrégat sur une portion des lignes sélectionnées par une requête. Contrairement aux appels de fonction d'agrégat standard, ce n'est pas lié au groupement des lignes sélectionnées en une seule ligne résultat -- chaque ligne reste séparée dans les résultats. Néanmoins, la fonction de fenêtrage est capable de par-

courir toutes les lignes qui font partie du groupe de la ligne courante d'après la spécification du groupe (liste PARTITION BY) de l'appel de la fonction de fenêtrage. La syntaxe d'un appel de fonction de fenêtrage est une des suivantes :

```
nom_fonction ([expression [, expression ... ]]) [ FILTER ( WHERE clause_filtre ) ] OVER nom_window
nom_fonction ([expression [, expression ... ]]) [ FILTER ( WHERE clause_filtre ) ] OVER ( définition_window )
nom_fonction ( * ) [ FILTER ( WHERE clause_filtre ) ] OVER nom_window
nom_fonction ( * ) [ FILTER ( WHERE clause_filtre ) ] OVER ( définition_window )
```

où *définition_fenêtrage* a comme syntaxe :

```
[ nom_fenêtrage_existante ]
[ PARTITION BY expression [, ... ] ]
[ ORDER BY expression [ ASC | DESC | USING opérateur ] [ NULLS { FIRST | LAST } ] [, ...
... ]
[ clause_portée ]
```

et la clause *clause_portée* optionnelle fait partie de :

```
{ RANGE | ROWS } début_portée
{ RANGE | ROWS } BETWEEN début_portée AND fin_portée
```

avec *début_portée* et *fin_portée* pouvant faire partie de

```
UNBOUNDED PRECEDING
valeur PRECEDING
CURRENT ROW
valeur FOLLOWING
UNBOUNDED FOLLOWING
```

Ici, *expression* représente toute expression de valeur qui ne contient pas elle-même d'appel à des fonctions de fenêtrage.

nom_fenêtrage est une référence à la spécification d'une fenêtre nommée, définie dans la clause WINDOW de la requête. Les spécifications de fenêtres nommées sont habituellement référencées avec OVER *nom_fenêtrage*, mais il est aussi possible d'écrire un nom de fenêtre entre parenthèses, puis de fournir en option une clause de tri et/ou une clause de portée (la fenêtre référencée ne doit pas avoir ces clauses si elles sont fournies ici). Cette dernière syntaxe suit les mêmes règles que la modification d'un nom de fenêtre existant dans une clause WINDOW ; voir la page de référence de SELECT(7) pour les détails.

L'option PARTITION BY groupe les lignes de la requête en *partitions*, qui sont traitées séparément par la fonction de fenêtrage. PARTITION BY fonctionne de la même façon qu'une clause GROUP BY au niveau de la requête, sauf que ses expressions sont toujours des expressions et ne peuvent pas être des noms ou des numéros de colonnes en sortie. Sans PARTITION BY, toutes les lignes produites par la requête sont traitées comme une seule partition. L'option ORDER BY détermine l'ordre dans lequel les lignes d'une partition sont traitées par la fonction de fenêtrage. Cela fonctionne de la même façon que la clause ORDER BY d'une requête mais ne peut pas non plus utiliser les noms ou les numéros des colonnes en sortie. Sans ORDER BY, les lignes sont traitées dans n'importe quel ordre.

La clause *clause_portée* indique l'ensemble de lignes constituant la *portée de la fenêtre*, qui est un sous-ensemble de la partition en cours, pour les fonctions de fenêtrage qui agissent sur ce sous-ensemble plutôt que sur la partition entière. Le sous-ensemble peut être spécifié avec le mode RANGE ou avec le mode ROWS. Dans les deux cas, il s'exécute de *début_portée* à *fin_portée*. Si *fin_portée* est omis, il vaut par défaut CURRENT ROW.

Un *début_portée* à UNBOUNDED PRECEDING signifie que le sous-ensemble commence avec la première ligne de la partition. De la même façon, un *fin_portée* à UNBOUNDED FOLLOWING signifie que le sous-ensemble se termine avec la dernière ligne de la partition.

Dans le mode RANGE, un *début_portée* à CURRENT ROW signifie que le sous-ensemble commence avec la ligne suivant la ligne courante (une ligne que ORDER BY considère comme équivalente à la ligne courante), alors qu'un *fin_portée* à CURRENT ROW signifie que le sous-ensemble se termine avec le ORDER BY équivalent. Dans le mode ROWS, CURRENT ROW signifie simplement la ligne courante.

La *valeur PRECEDING* et la *valeur FOLLOWING* sont actuellement seulement autorisées dans le mode ROWS. Elles indiquent que le sous-ensemble commence ou finit au nombre spécifié de lignes avant ou après la ligne courante. *valeur* doit être

une expression entière ne contenant pas de variables, de fonctions d'agrégat ou de fonctions de fenêtrage. La valeur doit être non NULL et positive. Elle peut être égale à zéro, auquel cas elle sélectionne simplement la ligne courante.

L'option par défaut est RANGE UNBOUNDED PRECEDING, ce qui est identique à RANGE BETWEEN UNBOUNDED PRECEDING AND CURRENT ROW. Avec ORDER BY, ceci configure le sous-ensemble à contenir toutes les lignes de la partition à partir de la ligne courante. Sans ORDER BY, toutes les lignes de la partition sont inclus dans le sous-ensemble de la fenêtre car toutes les lignes deviennent voisines de la ligne en cours.

Les restrictions sont que *début_portée* ne peut pas valoir UNBOUNDED FOLLOWING, *fin_portée* ne peut pas valoir UNBOUNDED PRECEDING, et le choix de *fin_portée* ne peut pas apparaître avant le choix de *début_portée* -- par exemple, RANGE BETWEEN CURRENT ROW AND *valeur* PRECEDING n'est pas autorisé.

Si FILTER est indiqué, seules les lignes en entrée pour lesquelles *clause_filtre* est vrai sont envoyées à la fonction de fenêtrage. Les autres lignes sont simplement ignorées. Seules les fonctions de fenêtrage qui sont des agrégats acceptent une clause FILTER.

Les fonctions de fenêtrage internes sont décrites dans la Tableau 9.56, « Fonctions Window généralistes ». D'autres fonctions de fenêtrage peuvent être ajoutées par l'utilisateur. De plus, toute fonction d'agrégat interne ou définie par l'utilisateur peut être utilisée comme fonction de fenêtrage. Néanmoins, les agrégats d'ensemble trié ne peuvent pas être utilisés actuellement comme des fonctions de fenêtrage.

Les syntaxes utilisant * sont utilisées pour appeler des fonctions d'agrégats sans paramètres en tant que fonctions de fenêtrage. Par exemple : count(*) OVER (PARTITION BY x ORDER BY y). * n'est habituellement pas utilisé pour les fonctions de fenêtrage qui ne sont pas des agrégats. Les fonctions de fenêtrage agrégats, contrairement aux fonctions d'agrégats normales, n'autorisent pas l'utilisation de DISTINCT ou ORDER BY dans la liste des arguments de la fonction.

Les appels de fonctions de fenêtrage sont autorisés seulement dans la liste SELECT et dans la clause ORDER BY de la requête.

Il existe plus d'informations sur les fonctions de fenêtrages dans la Section 3.5, « Fonctions de fenêtrage », dans la Section 9.21, « Fonctions Window » et dans la Section 7.2.5, « Traitement de fonctions Window ».

4.2.9. Conversions de type

Une conversion de type spécifie une conversion à partir d'un type de données vers un autre. PostgreSQL™ accepte deux syntaxes équivalentes pour les conversions de type :

```
CAST ( expression AS type )
expression::type
```

La syntaxe CAST est conforme à SQL ; la syntaxe avec :: est historique dans PostgreSQL™.

Lorsqu'une conversion est appliquée à une expression de valeur pour un type connu, il représente une conversion de type à l'exécution. Cette conversion réussira seulement si une opération convenable de conversion de type a été définie. Notez que ceci est subtilement différent de l'utilisation de conversion avec des constantes, comme indiqué dans la Section 4.1.2.7, « Constantes d'autres types ». Une conversion appliquée à une chaîne constante représente l'affectation initiale d'un type pour une valeur constante, et donc cela réussira pour tout type (si le contenu de la chaîne constante est une syntaxe acceptée en entrée pour le type de donnée).

Une conversion de type explicite pourrait être habituellement omise s'il n'y a pas d'ambiguïté sur le type qu'une expression de valeur pourrait produire (par exemple, lorsqu'elle est affectée à une colonne de table) ; le système appliquera automatiquement une conversion de type dans de tels cas. Néanmoins, la conversion automatique est réalisée seulement pour les conversions marquées « OK pour application implicite » dans les catalogues système. D'autres conversions peuvent être appelées avec la syntaxe de conversion explicite. Cette restriction a pour but d'empêcher l'exécution silencieuse de conversions surprises.

Il est aussi possible de spécifier une conversion de type en utilisant une syntaxe de type fonction :

```
nom_type ( expression )
```

Néanmoins, ceci fonctionne seulement pour les types dont les noms sont aussi valides en tant que noms de fonctions. Par exemple, double precision ne peut pas être utilisé de cette façon mais son équivalent float8 le peut. De même, les noms interval, time et timestamp peuvent seulement être utilisés de cette façon s'ils sont entre des guillemets doubles à cause des conflits de syntaxe. Du coup, l'utilisation de la syntaxe de conversion du style fonction amène à des incohérences et devrait probablement être évitée.



Note

La syntaxe par fonction est en fait seulement un appel de fonction. Quand un des deux standards de syntaxe de conversion est utilisé pour faire une conversion à l'exécution, elle appellera en interne une fonction enregistrée pour réaliser la conversion. Par convention, ces fonctions de conversion ont le même nom que leur type de sortie et, du

coup, la syntaxe par fonction n'est rien de plus qu'un appel direct à la fonction de conversion sous-jacente. Évidemment, une application portable ne devrait pas s'y fier. Pour plus d'informations, voir la page de manuel de CREATE CAST(7).

4.2.10. Expressions de collationnement

La clause COLLATE surcharge le collationnement d'une expression. Elle est ajoutée à l'expression à laquelle elle s'applique :

```
expr COLLATE collationnement
```

où *collationnement* est un identificateur pouvant être qualifié par son schéma. La clause COLLATE a priorité par rapport aux opérateurs ; des parenthèses peuvent être utilisées si nécessaire.

Si aucun collationnement n'est spécifiquement indiqué, le système de bases de données déduit cette information du collationnement des colonnes impliquées dans l'expression. Si aucune colonne ne se trouve dans l'expression, il utilise le collationnement par défaut de la base de données.

Les deux utilisations principales de la clause COLLATE sont la surcharge de l'ordre de tri dans une clause ORDER BY, par exemple :

```
SELECT a, b, c FROM tbl WHERE ... ORDER BY a COLLATE "C" ;
```

et la surcharge du collationnement d'une fonction ou d'un opérateur qui produit un résultat sensible à la locale, par exemple :

```
SELECT * FROM tbl WHERE a > 'foo' COLLATE "C" ;
```

Notez que, dans le dernier cas, la clause COLLATE est attachée à l'argument en entrée de l'opérateur. Peu importe l'argument de l'opérateur ou de la fonction qui a la clause COLLATE parce que le collationnement appliqué à l'opérateur ou à la fonction est dérivé en considérant tous les arguments, et une clause COLLATE explicite surchargera les collationnements des autres arguments. (Attacher des clauses COLLATE différentes sur les arguments aboutit à une erreur. Pour plus de détails, voir la Section 23.2, « Support des collations ».) Du coup, ceci donne le même résultat que l'exemple précédent :

```
SELECT * FROM tbl WHERE a COLLATE "C" > 'foo' ;
```

Mais ceci n'est pas valide :

```
SELECT * FROM tbl WHERE (a > 'foo') COLLATE "C" ;
```

car cette requête cherche à appliquer un collationnement au résultat de l'opérateur >, qui est du type boolean, type non sujet au collationnement.

4.2.11. Sous-requêtes scalaires

Une sous-requête scalaire est une requête SELECT ordinaire entre parenthèses renvoyant exactement une ligne avec une colonne (voir le Chapitre 7, Requêtes pour plus d'informations sur l'écriture des requêtes). La requête SELECT est exécutée et la seule valeur renvoyée est utilisée dans l'expression de valeur englobante. C'est une erreur d'utiliser une requête qui renvoie plus d'une ligne ou plus d'une colonne comme requête scalaire. Mais si, lors d'une exécution particulière, la sous-requête ne renvoie pas de lignes, alors il n'y a pas d'erreur ; le résultat scalaire est supposé NULL. La sous-requête peut référencer des variables de la requête englobante, qui agiront comme des constantes durant toute évaluation de la sous-requête. Voir aussi la Section 9.22, « Expressions de sous-requêtes » pour d'autres expressions impliquant des sous-requêtes.

Par exemple, ce qui suit trouve la ville disposant de la population la plus importante dans chaque état :

```
SELECT nom, (SELECT max(pop) FROM villes WHERE villes.etat = etat.nom)
  FROM etats;
```

4.2.12. Constructeurs de tableaux

Un constructeur de tableau est une expression qui construit une valeur de tableau à partir de la valeur de ses membres. Un constructeur de tableau simple utilise le mot clé ARRAY, un crochet ouvrant [, une liste d'expressions (séparées par des virgules) pour les valeurs des éléments du tableau et finalement un crochet fermant]. Par exemple :

```
SELECT ARRAY[1, 2, 3+4];
      array
-----
{1, 2, 7}
(1 row)
```

Par défaut, le type d'élément du tableau est le type commun des expressions des membres, déterminé en utilisant les mêmes règles que pour les constructions UNION ou CASE (voir la Section 10.5, « Constructions UNION, CASE et constructions relatives »). Vous pouvez surcharger ceci en convertissant explicitement le constructeur de tableau vers le type désiré. Par exemple :

```
SELECT ARRAY[1,2,22.7]::integer[];
      array
-----
{1,2,23}
(1 row)
```

Ceci a le même effet que la conversion de chaque expression vers le type d'élément du tableau individuellement. Pour plus d'informations sur les conversions, voir la Section 4.2.9, « Conversions de type ».

Les valeurs de tableaux multidimensionnels peuvent être construits par des constructeurs de tableaux imbriqués. Pour les constructeurs internes, le mot-clé ARRAY peut être omis. Par exemple, ces expressions produisent le même résultat :

```
SELECT ARRAY[ARRAY[1,2], ARRAY[3,4]];
      array
-----
{{1,2},{3,4}}
(1 row)

SELECT ARRAY[[1,2],[3,4]];
      array
-----
{{1,2},{3,4}}
(1 row)
```

Comme les tableaux multidimensionnels doivent être rectangulaires, les constructeurs internes du même niveau doivent produire des sous-tableaux de dimensions identiques. Toute conversion appliquée au constructeur ARRAY externe se propage automatiquement à tous les constructeurs internes.

Les éléments d'un constructeur de tableau multidimensionnel peuvent être tout ce qui récupère un tableau du bon type, pas seulement une construction d'un tableau imbriqué. Par exemple :

```
CREATE TABLE tab(f1 int[], f2 int[]);

INSERT INTO tab VALUES (ARRAY[[1,2],[3,4]], ARRAY[[5,6],[7,8]]);

SELECT ARRAY[f1, f2, '{{9,10},{11,12}}'::int[]] FROM tab;
      array
-----
{{{1,2},{3,4}},{ {5,6},{7,8} }},{{9,10},{11,12}}}
(1 row)
```

Vous pouvez construire un tableau vide mais, comme il est impossible d'avoir un tableau sans type, vous devez convertir explicitement votre tableau vide dans le type désiré. Par exemple :

```
SELECT ARRAY[]::integer[];
      array
-----
{}
(1 row)
```

Il est aussi possible de construire un tableau à partir des résultats d'une sous-requête. Avec cette forme, le constructeur de tableau est écrit avec le mot clé ARRAY suivi par une sous-requête entre parenthèses (et non pas des crochets). Par exemple :

```
SELECT ARRAY(SELECT oid FROM pg_proc WHERE proname LIKE 'bytea%');
      array
-----
{2011,1954,1948,1952,1951,1244,1950,2005,1949,1953,2006,31,2412,2413}
(1 row)

SELECT ARRAY(SELECT ARRAY[i, i*2] FROM generate_series(1,5) AS a(i));
      array
-----
{{1,2},{2,4},{3,6},{4,8},{5,10}}
(1 row)
```

La sous-requête doit renvoyer une seule colonne. Si la sortie de la sous-requête n'est pas de type tableau, le tableau à une dimen-

sion résultant aura un élément pour chaque ligne dans le résultat de la sous-requête, avec un type élément correspondant à celui de la colonne en sortie de la sous-requête. Si la colonne en sortie de la sous-requête est de type tableau, le résultat sera un tableau du même type mais avec une dimension supplémentaire ; dans ce cas, toutes les lignes de la sous-requête doivent renvoyer des tableaux de dimension identique (dans le cas contraire, le résultat ne serait pas rectangulaire).

Les indices d'un tableau construit avec `ARRAY` commencent toujours à un. Pour plus d'informations sur les tableaux, voir la Section 8.15, « Tableaux ».

4.2.13. Constructeurs de lignes

Un constructeur de ligne est une expression qui construit une valeur de ligne (aussi appelée une valeur composite) à partir des valeurs de ses membres. Un constructeur de ligne consiste en un mot clé `ROW`, une parenthèse gauche, zéro ou une ou plus d'une expression (séparées par des virgules) pour les valeurs des champs de la ligne, et enfin une parenthèse droite. Par exemple :

```
SELECT ROW(1,2.5,'ceci est un test');
```

Le mot clé `ROW` est optionnel lorsqu'il y a plus d'une expression dans la liste.

Un constructeur de ligne peut inclure la syntaxe `valeurligne.*`, qui sera étendue en une liste d'éléments de la valeur ligne, ce qui est le comportement habituel de la syntaxe `.*` utilisée au niveau haut d'une liste `SELECT` (voir Section 8.16.5, « Utiliser des types composites dans les requêtes »). Par exemple, si la table `t` a les colonnes `f1` et `f2`, ces deux requêtes sont identiques :

```
SELECT ROW(t.* , 42) FROM t;
SELECT ROW(t.f1, t.f2, 42) FROM t;
```



Note

Avant PostgreSQL™ 8.2, la syntaxe `.*` n'était pas étendue dans les constructeurs de lignes. De ce fait, `ROW(t.* , 42)` créait une ligne à deux champs dont le premier était une autre valeur de ligne. Le nouveau comportement est généralement plus utile. Si vous avez besoin de l'ancien comportement de valeurs de ligne imbriquées, écrivez la valeur de ligne interne sans `.*`, par exemple `ROW(t, 42)`.

Par défaut, la valeur créée par une expression `ROW` est d'un type d'enregistrement anonyme. Si nécessaire, il peut être converti en un type composite nommé -- soit le type de ligne d'une table soit un type composite créé avec `CREATE TYPE AS`. Une conversion explicite pourrait être nécessaire pour éviter toute ambiguïté. Par exemple :

```
CREATE TABLE ma_table(f1 int, f2 float, f3 text);

CREATE FUNCTION recuper_f1(ma_table) RETURNS int AS 'SELECT $1.f1' LANGUAGE SQL;

-- Aucune conversion nécessaire parce que seul un recuper_f1() existe
SELECT recuper_f1(ROW(1,2.5,'ceci est un test'));
 recuper_f1
-----
1
(1 row)

CREATE TYPE mon_typeligne AS (f1 int, f2 text, f3 numeric);

CREATE FUNCTION recuper_f1(mon_typeligne) RETURNS int AS 'SELECT $1.f1' LANGUAGE SQL;

-- Maintenant, nous avons besoin d'une conversion
-- pour indiquer la fonction à appeler
SELECT recuper_f1(ROW(1,2.5,'ceci est un test'));
ERROR:  function recuper_f1(record) is not unique

SELECT recuper_f1(ROW(1,2.5,'ceci est un test'))::ma_table;
 recuper_f1
-----
1
(1 row)

SELECT recuper_f1(CAST(ROW(11,'ceci est un test',2.5) AS mon_typeligne));
 recuper_f1
-----
11
(1 row)
```

Les constructeurs de lignes peuvent être utilisés pour construire des valeurs composites à stocker dans une colonne de table de type composite ou pour être passé à une fonction qui accepte un paramètre composite. De plus, il est possible de comparer deux valeurs de lignes ou pour tester une ligne avec IS NULL ou IS NOT NULL, par exemple

```
SELECT ROW(1,2.5,'ceci est un test') = ROW(1, 3, 'pas le même');
```

```
SELECT ROW(table.*) IS NULL FROM table; -- détecte toutes les lignes non NULL
```

Pour plus de détails, voir la Section 9.23, « Comparaisons de lignes et de tableaux ». Les constructeurs de lignes peuvent aussi être utilisés en relation avec des sous-requêtes, comme discuté dans la Section 9.22, « Expressions de sous-requêtes ».

4.2.14. Règles d'évaluation des expressions

L'ordre d'évaluation des sous-expressions n'est pas défini. En particulier, les entrées d'un opérateur ou d'une fonction ne sont pas obligatoirement évaluées de la gauche vers la droite ou dans un autre ordre fixé.

De plus, si le résultat d'une expression peut être déterminé par l'évaluation de certaines parties de celle-ci, alors d'autres sous-expressions devraient ne pas être évaluées du tout. Par exemple, si vous écrivez :

```
SELECT true OR une_fonction();
```

alors une_fonction() pourrait (probablement) ne pas être appelée du tout. Pareil dans le cas suivant :

```
SELECT une_fonction() OR true;
```

Notez que ceci n'est pas identique au « court-circuitage » de gauche à droite des opérateurs booléens utilisé par certains langages de programmation.

En conséquence, il est déconseillé d'utiliser des fonctions ayant des effets de bord dans une partie des expressions complexes. Il est particulièrement dangereux de se fier aux effets de bord ou à l'ordre d'évaluation dans les clauses WHERE et HAVING car ces clauses sont reproduites de nombreuses fois lors du développement du plan d'exécution. Les expressions booléennes (combinaisons AND/OR/NOT) dans ces clauses pourraient être réorganisées d'une autre façon autorisée dans l'algèbre booléenne.

Quand il est essentiel de forcer l'ordre d'évaluation, une construction CASE (voir la Section 9.17, « Expressions conditionnelles ») peut être utilisée. Voici un exemple qui ne garantie pas qu'une division par zéro ne soit faite dans une clause WHERE :

```
SELECT ... WHERE x > 0 AND y/x > 1.5;
```

Mais ceci est sûr :

```
SELECT ... WHERE CASE WHEN x > 0 THEN y/x > 1.5 ELSE false END;
```

Une construction CASE utilisée de cette façon déjouera les tentatives d'optimisation, donc cela ne sera à faire que si c'est nécessaire (dans cet exemple particulier, il serait sans doute mieux de contourner le problème en écrivant $y > 1.5*x$).

Néanmoins, CASE n'est pas un remède à tout. Une limitation à la technique illustrée ci-dessus est qu'elle n'empêche pas l'évaluation en avance des sous-expressions constantes. Comme décrit dans Section 36.6, « Catégories de volatilité des fonctions », les fonctions et les opérateurs marqués IMMUTABLE peuvent être évalués quand la requête est planifiée plutôt que quand elle est exécutée. Donc, par exemple :

```
SELECT CASE WHEN x > 0 THEN x ELSE 1/0 END FROM tab;
```

va produire comme résultat un échec pour division par zéro car le planificateur a essayé de simplifier la sous-expression constante, même si chaque ligne de la table a $x > 0$ de façon à ce que la condition ELSE ne soit jamais exécutée.

Bien que cet exemple particulier puisse sembler stupide, il existe de nombreux cas moins évidents, n'impliquant pas de constantes, mais plutôt des requêtes exécutées par des fonctions, quand les valeurs des arguments des fonctions et de variables locales peuvent être insérées dans les requêtes en tant que constantes toujours dans le but de la planification. À l'intérieur de fonctions PL/pgSQL, par exemple, en utilisant une instruction IF-THEN- ELSE pour protéger un calcul risqué est beaucoup plus sûr que dans une expression CASE.

Une autre limitation de cette technique est qu'une expression CASE ne peut pas empêcher l'évaluation d'une expression d'agrégat contenue dans cette expression car les expressions d'agrégat sont calculées avant les expressions « scalaires » dans une liste SELECT ou dans une clause HAVING. Par exemple, la requête suivante peut provoquer une erreur de division par zéro bien qu'elle semble protégée contre ce type d'erreurs :

```
SELECT CASE WHEN min(employees) > 0
            THEN avg(expenses / employees)
        END
   FROM departments;
```

Les agrégats `min()` et `avg()` sont calculés en même temps avec toutes les lignes en entrée, donc si une ligne a une valeur 0 pour la colonne `employées`, l'erreur de division par zéro surviendra avant d'avoir pu tester le résultat de `min()`. Il est préférable d'utiliser une clause `WHERE` ou une clause `FILTER` pour empêcher les lignes problématiques en entrée d'atteindre la fonction d'agrégat.

4.3. Fonctions appelantes

PostgreSQL™ permet aux fonctions qui ont des paramètres nommés d'être appelées en utilisant soit la notation par *position* soit la notation par *nom*. La notation par nom est particulièrement utile pour les fonctions qui ont un grand nombre de paramètres car elle rend l'association entre paramètre et argument plus explicite et fiable. Dans la notation par position, un appel de fonction précise les valeurs en argument dans le même ordre que ce qui a été défini à la création de la fonction. Dans la notation nommée, les arguments sont précisés par leur nom et peuvent du coup être intégrés dans n'importe quel ordre.

Quel que soit la notation, les paramètres qui ont des valeurs par défaut dans leur déclaration n'ont pas besoin d'être précisés dans l'appel. Ceci est particulièrement utile dans la notation nommée car toute combinaison de paramètre peut être omise alors que dans la notation par position, les paramètres peuvent seulement être omis de la droite vers la gauche.

PostgreSQL™ supporte aussi la notation *mixée*. Elle combine la notation par position avec la notation par nom. Dans ce cas, les paramètres de position sont écrits en premier, les paramètres nommés apparaissent après.

Les exemples suivants illustrent l'utilisation des trois notations, en utilisant la définition de fonction suivante :

```
CREATE FUNCTION assemble_min_ou_maj(a text, b text, majuscule boolean DEFAULT false)
RETURNS text
AS
$$
SELECT CASE
    WHEN $3 THEN UPPER($1 || ' ' || $2)
    ELSE LOWER($1 || ' ' || $2)
END;
$$
LANGUAGE SQL IMMUTABLE STRICT;
```

La fonction `assemble_min_ou_maj` a deux paramètres obligatoires, `a` et `b`. Il existe en plus un paramètre optionnel, `majuscule`, qui vaut par défaut `false`. Les arguments `a` et `b` seront concaténés et forcés soit en majuscule soit en minuscule suivant la valeur du paramètre `majuscule`. Les détails restant ne sont pas importants ici (voir le Chapitre 36, Étendre SQL pour plus d'informations).

4.3.1. En utilisant la notation par position

La notation par position est le mécanisme traditionnel pour passer des arguments aux fonctions avec PostgreSQL™. En voici un exemple :

```
SELECT assemble_min_ou_maj('Hello', 'World', true);
assemble_min_ou_maj
-----
HELLO WORLD
(1 row)
```

Tous les arguments sont indiqués dans l'ordre. Le résultat est en majuscule car l'argument `majuscule` est indiqué à `true`. Voici un autre exemple :

```
SELECT assemble_min_ou_maj('Hello', 'World');
assemble_min_ou_maj
-----
hello world
(1 row)
```

Ici, le paramètre `majuscule` est omis, donc il récupère la valeur par défaut, soit `false`, ce qui a pour résultat une sortie en minuscule. Dans la notation par position, les arguments peuvent être omis de la droite à la gauche à partir du moment où ils ont des valeurs par défaut.

4.3.2. En utilisant la notation par nom

Dans la notation par nom, chaque nom d'argument est précisé en utilisant => pour le séparer de l'expression de la valeur de l'argument. Par exemple :

```
SELECT assemble_min_ou_maj(a => 'Hello', b => 'World');
assemble_min_ou_maj
-----
hello world
(1 row)
```

Encore une fois, l'argument majuscule a été omis, donc il dispose de sa valeur par défaut, false, implicitement. Un avantage à utiliser la notation par nom est que les arguments peuvent être saisis dans n'importe quel ordre. Par exemple :

```
SELECT assemble_min_ou_maj(a => 'Hello', b => 'World', uppercase => true);
assemble_min_ou_maj
-----
HELLO WORLD
(1 row)

SELECT assemble_min_ou_maj(a => 'Hello', uppercase => true, b => 'World');
assemble_min_ou_maj
-----
HELLO WORLD
(1 row)
```

Une syntaxe plus ancienne basée sur « := » est supportée pour des raisons de compatibilité ascendante :

```
SELECT assemble_min_ou_maj(a := 'Hello', uppercase := true, b := 'World');
assemble_min_ou_maj
-----
HELLO WORLD
(1 row)
```

4.3.3. En utilisant la notation mixée

La notation mixée combine les notations par position et par nom. Néanmoins, comme cela a déjà été expliqué, les arguments par nom ne peuvent pas précéder les arguments par position. Par exemple :

```
SELECT assemble_min_ou_maj('Hello', 'World', majuscule => true);
assemble_min_ou_maj
-----
HELLO WORLD
(1 row)
```

Dans la requête ci-dessus, les arguments a et b sont précisés par leur position alors que majuscule est indiqué par son nom. Dans cet exemple, cela n'apporte pas grand-chose, sauf pour une documentation de la fonction. Avec une fonction plus complexe, comprenant de nombreux paramètres avec des valeurs par défaut, les notations par nom et mixées améliorent l'écriture des appels de fonction et permettent de réduire les risques d'erreurs.



Note

Les notations par appel nommé ou mixe ne peuvent pas être utilisé lors de l'appel d'une fonction d'agrégat (mais elles fonctionnent quand une fonction d'agrégat est utilisée en tant que fonction de fenêtrage).

Chapitre 5. Définition des données

Ce chapitre couvre la création des structures de données amenées à contenir les données. Dans une base relationnelle, les données brutes sont stockées dans des tables. De ce fait, une grande partie de ce chapitre est consacrée à l'explication de la création et de la modification des tables et aux fonctionnalités disponibles pour contrôler les données stockées dans les tables. L'organisation des tables dans des schémas et l'attribution de priviléges sur les tables sont ensuite décrits. Pour finir, d'autres fonctionnalités, telles que l'héritage, les vues, les fonctions et les déclencheurs sont passées en revue.

5.1. Notions fondamentales sur les tables

Une table dans une base relationnelle ressemble beaucoup à un tableau sur papier : elle est constituée de lignes et de colonnes. Le nombre et l'ordre des colonnes sont fixes et chaque colonne a un nom. Le nombre de lignes est variable -- il représente le nombre de données stockées à un instant donné. Le SQL n'apporte aucune garantie sur l'ordre des lignes dans une table. Quand une table est lue, les lignes apparaissent dans un ordre non spécifié, sauf si un tri est demandé explicitement. Tout cela est expliqué dans le Chapitre 7, Requêtes. De plus, le SQL n'attribue pas d'identifiant unique aux lignes. Il est donc possible d'avoir plusieurs lignes identiques au sein d'une table. C'est une conséquence du modèle mathématique sur lequel repose le SQL, même si cela n'est habituellement pas souhaitable. Il est expliqué plus bas dans ce chapitre comment traiter ce problème.

Chaque colonne a un type de données. Ce type limite l'ensemble de valeurs qu'il est possible d'attribuer à une colonne. Il attribue également une sémantique aux données stockées dans la colonne pour permettre les calculs sur celles-ci. Par exemple, une colonne déclarée dans un type numérique n'accepte pas les chaînes textuelles ; les données stockées dans une telle colonne peuvent être utilisées dans des calculs mathématiques. Par opposition, une colonne déclarée de type chaîne de caractères accepte pratiquement n'importe quel type de donnée mais ne se prête pas aux calculs mathématiques. D'autres types d'opérations, telle la concaténation de chaînes, sont cependant disponibles.

PostgreSQL™ inclut un ensemble conséquent de types de données intégrés pour s'adapter à diverses applications. Les utilisateurs peuvent aussi définir leurs propres types de données.

La plupart des types de données intégrés ont des noms et des sémantiques évidents. C'est pourquoi leur explication détaillée est reportée au Chapitre 8, Types de données.

Parmi les types les plus utilisés, on trouve integer pour les entiers, numeric pour les éventuelles fractions, text pour les chaînes de caractères, date pour les dates, time pour les heures et timestamp pour les valeurs qui contiennent à la fois une date et une heure.

Pour créer une table, on utilise la commande bien nommée CREATE TABLE(7). Dans cette commande, il est nécessaire d'indiquer, au minimum, le nom de la table, les noms des colonnes et le type de données de chacune d'elles. Par exemple :

```
CREATE TABLE ma_premiere_table (
    premiere_colonne text,
    deuxieme_colonne integer
);
```

Cela crée une table nommée `ma_premiere_table` avec deux colonnes. La première colonne, nommée `premiere_colonne`, est de type text ; la seconde colonne, nommée `deuxieme_colonne`, est de type integer. Les noms des table et colonnes se conforment à la syntaxe des identifiants expliquée dans la Section 4.1.1, « identificateurs et mots clés ». Les noms des types sont souvent aussi des identifiants mais il existe des exceptions. Le séparateur de la liste des colonnes est la virgule. La liste doit être entre parenthèses.

L'exemple qui précède est à l'évidence extrêmement simpliste. On donne habituellement aux tables et aux colonnes des noms qui indiquent les données stockées. L'exemple ci-dessous est un peu plus réaliste :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer,
    nom text,
    prix numeric
);
```

(Le type numeric peut stocker des fractions telles que les montants.)



Astuce

Quand de nombreuses tables liées sont créées, il est préférable de définir un motif cohérent pour le nommage des tables et des colonnes. On a ainsi la possibilité d'utiliser le pluriel ou le singulier des noms, chacune ayant ses fidèles et ses détracteurs.

Le nombre de colonnes d'un table est limité. En fonction du type de colonnes, il oscille entre 250 et 1600. Définir une table avec un nombre de colonnes proche de cette limite est, cependant, très inhabituel et doit conduire à se poser des questions quant à la conception du modèle.

Lorsqu'une table n'est plus utile, elle peut être supprimée à l'aide de la commande `DROP TABLE(7)`. Par exemple :

```
DROP TABLE ma_premiere_table;
DROP TABLE produits;
```

Tenter de supprimer une table qui n'existe pas lève une erreur. Il est, néanmoins, habituel dans les fichiers de scripts SQL d'essayer de supprimer chaque table avant de la créer. Les messages d'erreur sont alors ignorés afin que le script fonctionne que la table existe ou non. (La variante `DROP TABLE IF EXISTS` peut aussi être utilisée pour éviter les messages d'erreur mais elle ne fait pas partie du standard SQL.)

Pour la procédure de modification d'une table qui existe déjà, voir la Section 5.5, « Modification des tables » plus loin dans ce chapitre.

Les outils précédemment décrits permettent de créer des tables fonctionnelles. Le reste de ce chapitre est consacré à l'ajout de fonctionnalités à la définition de tables pour garantir l'intégrité des données, la sécurité ou l'ergonomie. Le lecteur impatient d'insérer des données dans ses tables peut sauter au Chapitre 6, Manipulation de données et lire le reste de ce chapitre plus tard.

5.2. Valeurs par défaut

Une valeur par défaut peut être attribuée à une colonne. Quand une nouvelle ligne est créée et qu'aucune valeur n'est indiquée pour certaines de ses colonnes, celles-ci sont remplies avec leurs valeurs par défaut respectives. Une commande de manipulation de données peut aussi demander explicitement que la valeur d'une colonne soit positionnée à la valeur par défaut, sans qu'il lui soit nécessaire de connaître cette valeur (les détails concernant les commandes de manipulation de données sont donnés dans le Chapitre 6, Manipulation de données).

Si aucune valeur par défaut n'est déclarée explicitement, la valeur par défaut est la valeur `NULL`. Cela a un sens dans la mesure où l'on peut considérer que la valeur `NULL` représente des données inconnues.

Dans la définition d'une table, les valeurs par défaut sont listées après le type de données de la colonne. Par exemple :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer,
    nom text,
    prix numeric DEFAULT 9.99
);
```

La valeur par défaut peut être une expression, alors évaluée à l'insertion de cette valeur (*pas* à la création de la table). Un exemple commun est la colonne de type `timestamp` dont la valeur par défaut est `now()`. Elle se voit ainsi attribuée l'heure d'insertion. Un autre exemple est la génération d'un « numéro de série » pour chaque ligne. Dans PostgreSQL™, cela s'obtient habituellement par quelque chose comme

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer DEFAULT nextval('produits_no_produit_seq'),
    ...
);
```

où la fonction `nextval()` fournit des valeurs successives à partir d'un *objet séquence* (voir la Section 9.16, « Fonctions de manipulation de séquences »). Cet arrangement est suffisamment commun pour qu'il ait son propre raccourci :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit SERIAL,
    ...
);
```

Le raccourci `SERIAL` est discuté plus tard dans la Section 8.1.4, « Types seriés ».

5.3. Contraintes

Les types de données sont un moyen de restreindre la nature des données qui peuvent être stockées dans une table. Pour beaucoup d'applications, toutefois, la contrainte fournie par ce biais est trop grossière. Par exemple, une colonne qui contient le prix d'un produit ne doit accepter que des valeurs positives. Mais il n'existe pas de type de données standard qui n'accepte que des valeurs positives. Un autre problème peut provenir de la volonté de contraindre les données d'une colonne par rapport aux autres colonnes ou lignes. Par exemple, dans une table contenant des informations de produit, il ne peut y avoir qu'une ligne par numéro de produit.

Pour cela, SQL permet de définir des contraintes sur les colonnes et les tables. Les contraintes donnent autant de contrôle sur les données des tables qu'un utilisateur peut le souhaiter. Si un utilisateur tente de stocker des données dans une colonne en violation d'une contrainte, une erreur est levée. Cela s'applique même si la valeur vient de la définition de la valeur par défaut.

5.3.1. Contraintes de vérification

La contrainte de vérification est la contrainte la plus générique qui soit. Elle permet d'indiquer que la valeur d'une colonne particulière doit satisfaire une expression booléenne (valeur de vérité). Par exemple, pour obliger les prix des produits à être positifs, on peut utiliser :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer,
    nom text,
    prix numeric CHECK (prix > 0)
);
```

La définition de contrainte vient après le type de données, comme pour les définitions de valeur par défaut. Les valeurs par défaut et les contraintes peuvent être données dans n'importe quel ordre. Une contrainte de vérification s'utilise avec le mot clé CHECK suivi d'une expression entre parenthèses. L'expression de la contrainte implique habituellement la colonne à laquelle elle s'applique, la contrainte n'ayant dans le cas contraire que peu de sens.

La contrainte peut prendre un nom distinct. Cela clarifie les messages d'erreur et permet de faire référence à la contrainte lorsqu'elle doit être modifiée. La syntaxe est :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer,
    nom text,
    prix numeric CONSTRAINT prix_positif CHECK (prix > 0)
);
```

Pour indiquer une contrainte nommée, on utilise le mot-clé CONSTRAINT suivi d'un identifiant et de la définition de la contrainte (si aucun nom n'est précisé, le système en choisit un).

Une contrainte de vérification peut aussi faire référence à plusieurs colonnes. Dans le cas d'un produit, on peut vouloir stocker le prix normal et un prix réduit en s'assurant que le prix réduit soit bien inférieur au prix normal.

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer,
    nom text,
    prix numeric CHECK (prix > 0),
    prix_promotion numeric CHECK (prix_promotion > 0),
    CHECK (prix > prix_promotion)
);
```

Si les deux premières contraintes n'offrent pas de nouveauté, la troisième utilise une nouvelle syntaxe. Elle n'est pas attachée à une colonne particulière mais apparaît comme un élément distinct dans la liste des colonnes. Les définitions de colonnes et ces définitions de contraintes peuvent être définies dans un ordre quelconque.

Les deux premières contraintes sont appelées contraintes de colonne tandis que la troisième est appelée contrainte de table parce qu'elle est écrite séparément d'une définition de colonne particulière. Les contraintes de colonne peuvent être écrites comme des contraintes de table, mais l'inverse n'est pas forcément possible puisqu'une contrainte de colonne est supposée ne faire référence qu'à la colonne à laquelle elle est attachée (PostgreSQL™ ne vérifie pas cette règle mais il est préférable de la suivre pour s'assurer que les définitions de tables fonctionnent avec d'autres systèmes de bases de données). L'exemple ci-dessus peut aussi s'écrire :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer,
    nom text,
    prix numeric,
    CHECK (prix > 0),
    prix_promotion numeric,
    CHECK (prix_promotion > 0),
    CHECK (prix > prix_promotion)
);
```

ou même :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer,
    nom text,
    prix numeric CHECK (prix > 0),
```

```

    prix_promotion numeric,
    CHECK (prix_promotion > 0 AND prix > prix_promotion)
);

```

C'est une question de goût.

Les contraintes de table peuvent être nommées, tout comme les contraintes de colonne :

```

CREATE TABLE produits (
    no_produit integer,
    nom text,
    prix numeric,
    CHECK (prix > 0),
    prix_promotion numeric,
    CHECK (prix_promotion > 0),
    CONSTRAINT promo_valide CHECK (prix > prix_promotion)
);

```

Une contrainte de vérification est satisfaite si l'expression est évaluée vraie ou NULL. Puisque la plupart des expressions sont évaluées NULL si l'une des opérandes est nulle, elles n'interdisent pas les valeurs NULL dans les colonnes contraintes. Pour s'assurer qu'une colonne ne contient pas de valeurs NULL, la contrainte NOT NULL décrite dans la section suivante peut être utilisée.

5.3.2. Contraintes de non nullité (NOT NULL)

Une contrainte NOT NULL indique simplement qu'une colonne ne peut pas prendre la valeur NULL. Par exemple :

```

CREATE TABLE produits (
    no_produit integer NOT NULL,
    nom text NOT NULL,
    prix numeric
);

```

Une contrainte NOT NULL est toujours écrite comme une contrainte de colonne. Elle est fonctionnellement équivalente à la création d'une contrainte de vérification `CHECK (nom_colonne IS NOT NULL)`. Toutefois, dans PostgreSQL™, il est plus efficace de créer explicitement une contrainte NOT NULL. L'inconvénient est que les contraintes de non-nullité ainsi créées ne peuvent pas être explicitement nommées.

Une colonne peut évidemment avoir plusieurs contraintes. Il suffit d'écrire les contraintes les unes après les autres :

```

CREATE TABLE produits (
    no_produit integer NOT NULL,
    nom text NOT NULL,
    prix numeric NOT NULL CHECK (prix > 0)
);

```

L'ordre n'a aucune importance. Il ne détermine pas l'ordre de vérification des contraintes.

La contrainte NOT NULL a un contraire ; la contrainte NULL. Elle ne signifie pas que la colonne doit être NULL, ce qui est assurément inutile, mais sélectionne le comportement par défaut, à savoir que la colonne peut être NULL. La contrainte NULL n'est pas présente dans le standard SQL et ne doit pas être utilisée dans des applications portables (elle n'a été ajoutée dans PostgreSQL™ que pour assurer la compatibilité avec d'autres bases de données). Certains utilisateurs l'apprécient néanmoins car elle permet de basculer aisément d'une contrainte à l'autre dans un fichier de script. On peut, par exemple, commencer avec :

```

CREATE TABLE produits (
    no_produit integer NULL,
    nom text NULL,
    prix numeric NULL
);

```

puis insérer le mot-clé NOT en fonction des besoins.



Astuce

Dans la plupart des bases de données, il est préférable que la majorité des colonnes soient marquées NOT NULL.

5.3.3. Contraintes d'unicité

Les contraintes d'unicité garantissent l'unicité des données contenues dans une colonne ou un groupe de colonnes par rapport à toutes les lignes de la table. La syntaxe est :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer UNIQUE,
    nom text,
    prix numeric
);
```

lorsque la contrainte est écrite comme contrainte de colonne et :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer,
    nom text,
    prix numeric,
    UNIQUE (no_produit)
);
```

lorsqu'elle est écrite comme contrainte de table.

Pour définir une contrainte unique pour un groupe de colonnes, saisissez- la en tant que contrainte de table avec les noms des colonnes séparés par des virgules :

```
CREATE TABLE exemple (
    a integer,
    b integer,
    c integer,
    UNIQUE (a, c)
);
```

Cela précise que la combinaison de valeurs dans les colonnes indiquées est unique sur toute la table. Sur une colonne prise isolément ce n'est pas nécessairement le cas (et habituellement cela ne l'est pas).

Une contrainte d'unicité peut être nommée, de la façon habituelle :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer CONSTRAINT doit_être_different UNIQUE,
    nom text,
    prix numeric
);
```

Ajouter une contrainte unique va automatiquement créer un index unique B-tree sur la colonne ou le groupe de colonnes listées dans la contrainte. Une restriction d'unicité couvrant seulement certaines lignes ne peut pas être écrite comme une contrainte unique mais il est possible de forcer ce type de restriction en créant un index partiel unique.

En général, une contrainte d'unicité est violée si plus d'une ligne de la table possèdent des valeurs identiques sur toutes les colonnes de la contrainte. En revanche, deux valeurs NULL ne sont jamais considérées égales. Cela signifie qu'il est possible de stocker des lignes dupliquées contenant une valeur NULL dans au moins une des colonnes contraintes. Ce comportement est conforme au standard SQL, mais d'autres bases SQL n'appliquent pas cette règle. Il est donc préférable d'être prudent lors du développement d'applications portables.

5.3.4. Clés primaires

Une contrainte de type clé primaire indique qu'une colonne, ou un groupe de colonnes, peut être utilisée comme un identifiant unique de ligne pour cette table. Ceci nécessite que les valeurs soient à la fois uniques et non NULL. Les définitions de table suivantes acceptent de ce fait les mêmes données :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer UNIQUE NOT NULL,
    nom text,
    prix numeric
);
```

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer PRIMARY KEY,
    nom text,
    prix numeric
);
```

Les clés primaires peuvent également contraindre plusieurs colonnes ; la syntaxe est semblable aux contraintes d'unicité :

```
CREATE TABLE exemple (
    a integer,
    b integer,
```

```
c integer,
PRIMARY KEY (a, c)
);
```

Ajouter une clé primaire créera automatiquement un index unique B-tree sur la colonne ou le groupe de colonnes listé dans la clé primaire, et forcera les colonnes à être marquées NOT NULL.

L'ajout d'une clé primaire créera automatiquement un index B-tree unique sur la colonne ou le groupe de colonnes utilisé dans la clé primaire.

Une table a, au plus, une clé primaire. (Le nombre de contraintes UNIQUE NOT NULL, qui assurent pratiquement la même fonction, n'est pas limité, mais une seule peut être identifiée comme clé primaire.) La théorie des bases de données relationnelles impose que chaque table ait une clé primaire. Cette règle n'est pas forcée par PostgreSQL™, mais il est préférable de la respecter.

Les clés primaires sont utiles pour la documentation et pour les applications clientes. Par exemple, une application graphique qui permet la modifier des valeurs des lignes a probablement besoin de connaître la clé primaire d'une table pour être capable d'identifier les lignes de façon unique. Le système de bases de données utilise une clé primaire de différentes façons. Par exemple, la clé primaire définit les colonnes cibles par défaut pour les clés étrangères référençant cette table.

5.3.5. Clés étrangères

Une contrainte de clé étrangère stipule que les valeurs d'une colonne (ou d'un groupe de colonnes) doivent correspondre aux valeurs qui apparaissent dans les lignes d'une autre table. On dit que cela maintient l'*intégrité référentielle* entre les deux tables.

Soit la table de produits, déjà utilisée plusieurs fois :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer PRIMARY KEY,
    nom text,
    prix numeric
);
```

Soit également une table qui stocke les commandes de ces produits. Il est intéressant de s'assurer que la table des commandes ne contient que des commandes de produits qui existent réellement. Pour cela, une contrainte de clé étrangère est définie dans la table des commandes qui référence la table produit :

```
CREATE TABLE commandes (
    id_commande integer PRIMARY KEY,
    no_produit integer REFERENCES produits (no_produit),
    quantite integer
);
```

Il est désormais impossible de créer des commandes pour lesquelles les valeurs non NULL de *no_produit* n'apparaissent pas dans la table produits.

Dans cette situation, on dit que la table des commandes est la table *qui référence* et la table des produits est la table *référencée*. De la même façon, il y a des colonnes qui référencent et des colonnes référencées.

La commande précédente peut être raccourcie en

```
CREATE TABLE commandes (
    id_commande integer PRIMARY KEY,
    no_produit integer REFERENCES produits,
    quantite integer
);
```

parce qu'en l'absence de liste de colonnes, la clé primaire de la table de référence est utilisée comme colonne de référence.

Une clé étrangère peut aussi contraindre et référencer un groupe de colonnes. Comme cela a déjà été évoqué, il faut alors l'écrire sous forme d'une contrainte de table. Exemple de syntaxe :

```
CREATE TABLE t1 (
    a integer PRIMARY KEY,
    b integer,
    c integer,
    FOREIGN KEY (b, c) REFERENCES autre_table (c1, c2)
);
```

Le nombre et le type des colonnes contraintes doivent correspondre au nombre et au type des colonnes référencées.

Une contrainte de clé étrangère peut être nommée de la façon habituelle.

Une table peut contenir plusieurs contraintes de clé étrangère. Les relations n-n entre tables sont implantées ainsi. Soient des tables

qui contiennent des produits et des commandes, avec la possibilité d'autoriser une commande à contenir plusieurs produits (ce que la structure ci-dessus ne permet pas). On peut pour cela utiliser la structure de table suivante :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer PRIMARY KEY,
    nom text,
    prix numeric
);

CREATE TABLE commandes (
    id_commande integer PRIMARY KEY,
    adresse_de_livraison text,
    ...
);

CREATE TABLE commande_produits (
    no_produit integer REFERENCES produits,
    id_commande integer REFERENCES commandes,
    quantite integer,
    PRIMARY KEY (no_produit, id_commande)
);
```

La clé primaire de la dernière table recouvre les clés étrangères.

Les clés étrangères interdisent désormais la création de commandes qui ne soient pas liées à un produit. Qu'arrive-t-il si un produit est supprimé alors qu'une commande y fait référence ? SQL permet aussi de le gérer. Intuitivement, plusieurs options existent :

- interdire d'effacer un produit référencé ;
- effacer aussi les commandes ;
- autre chose ?

Pour illustrer ce cas, la politique suivante est implantée sur l'exemple de relations n-n évoqué plus haut :

- quand quelqu'un veut retirer un produit qui est encore référencé par une commande (au travers de `commande_produits`), on l'interdit ;
- si quelqu'un supprime une commande, les éléments de la commande sont aussi supprimés.

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer PRIMARY KEY,
    nom text,
    prix numeric
);

CREATE TABLE commandes (
    id_commande integer PRIMARY KEY,
    adresse_de_livraison text,
    ...
);

CREATE TABLE commande_produits (
    no_produit integer REFERENCES produits ON DELETE RESTRICT,
    id_commande integer REFERENCES commandes ON DELETE CASCADE,
    quantite integer,
    PRIMARY KEY (no_produit, id_commande)
);
```

Restreindre les suppressions et les cascader sont les deux options les plus communes. RESTRICT empêche la suppression d'une ligne référencée. NO ACTION impose la levée d'une erreur si des lignes référençant existent lors de la vérification de la contrainte. Il s'agit du comportement par défaut en l'absence de précision. La différence entre RESTRICT et NO ACTION est l'autorisation par NO ACTION du report de la vérification à la fin de la transaction, ce que RESTRICT ne permet pas. CASCADE indique que, lors de la suppression d'une ligne référencée, les lignes la référençant doivent être automatiquement supprimées. Il existe deux autres options : SET NULL et SET DEFAULT. Celles-ci imposent que les colonnes qui référencent dans les lignes référencées soient réinitialisées à NULL ou à leur valeur par défaut, respectivement, lors de la suppression d'une ligne référencée. Elles ne dispensent pas pour autant d'observer les contraintes. Par exemple, si une action précise SET DEFAULT mais que la valeur par défaut ne satisfait pas la clé étrangère, l'opération échoue.

À l'instar de ON DELETE, existe ON UPDATE, évoqué lorsqu'une colonne référencée est modifiée (actualisée). Les actions possibles sont les mêmes. Dans ce cas, CASCADE signifie que les valeurs mises à jour dans la colonne référencée doivent être copiées

dans les lignes de référence.

Habituellement, une ligne de référence n'a pas besoin de satisfaire la clé étrangère si une de ses colonnes est NULL. Si la clause MATCH FULL est ajoutée à la déclaration de la clé étrangère, une ligne de référence échappe à la clé étrangère seulement si toutes ses colonnes de référence sont NULL (donc un mélange de valeurs NULL et non NULL échoue forcément sur une contrainte MATCH FULL). Si vous ne voulez pas que les lignes de référence soient capables d'empêcher la satisfaction de la clé étrangère, déclarez les colonnes de référence comme NOT NULL.

Une clé étrangère doit référencer les colonnes qui soit sont une clé primaire soit forment une contrainte d'unicité. Cela signifie que les colonnes référencées ont toujours un index (celui qui garantie la clé primaire ou la contrainte unique). Donc les vérifications sur la ligne de référence seront performantes. Comme la suppression d'une ligne de la table référencée ou la mise à jour d'une colonne référencée nécessitera un parcours de la table référencée pour trouver les lignes correspondant à l'ancienne valeur, il est souvent intéressant d'indexer les colonnes référencées. Comme cela n'est pas toujours nécessaire et qu'il y a du choix sur la façon d'indexer, l'ajout d'une contrainte de clé étrangère ne crée pas automatiquement un index sur les colonnes référencées.

Le Chapitre 6, Manipulation de données contient de plus amples informations sur l'actualisation et la suppression de données. Voir aussi la description de la syntaxe des clés étrangères dans la documentation de référence sur CREATE TABLE(7).

Une clé étrangère peut faire référence à des colonnes qui constituent une clé primaire ou forment une contrainte d'unicité. Si la clé étrangère référence une contrainte d'unicité, des possibilités supplémentaires sont offertes concernant la correspondance des valeurs NULL. Celles-ci sont expliquées dans la documentation de référence de CREATE TABLE(7).

5.3.6. Contraintes d'exclusion

Les contraintes d'exclusion vous assurent que si deux lignes sont comparées sur les colonnes ou expressions spécifiées en utilisant les opérateurs indiqués, au moins une de ces comparaisons d'opérateurs reverra false ou NULL. La syntaxe est :

```
CREATE TABLE cercles (
    c circle,
    EXCLUDE USING gist (c WITH &&)
);
```

Voir aussi CREATE TABLE ... CONSTRAINT ... EXCLUDE pour plus de détails.

L'ajout d'une contrainte d'exclusion créera automatiquement un index du type spécifié dans la déclaration de la contrainte.

5.4. Colonnes système

Chaque table contient plusieurs *colonnes système* implicitement définies par le système. De ce fait, leurs noms ne peuvent pas être utilisés comme noms de colonnes utilisateur (ces restrictions sont distinctes de celles sur l'utilisation de mot-clés ; mettre le nom entre guillemets ne permet pas d'échapper à cette règle). Il n'est pas vraiment utile de se préoccuper de ces colonnes, mais au minimum de savoir qu'elles existent.

oid

L'identifiant objet (*object ID*) d'une ligne. Cette colonne n'est présente que si la table a été créée en précisant WITH OIDS ou si la variable de configuration default_with_oids était activée à ce moment-là. Cette colonne est de type oid (même nom que la colonne) ; voir la Section 8.18, « Types identifiant d'objet » pour obtenir plus d'informations sur ce type.

tableoid

L'OID de la table contenant la ligne. Cette colonne est particulièrement utile pour les requêtes qui utilisent des hiérarchies d'héritage (voir Section 5.9, « L'héritage »). Il est, en effet, difficile, en son absence, de savoir de quelle table provient une ligne. *tableoid* peut être joint à la colonne *oid* de pg_class pour obtenir le nom de la table.

xmin

L'identifiant (ID de transaction) de la transaction qui a inséré cette version de la ligne. (Une version de ligne est un état individuel de la ligne ; toute mise à jour d'une ligne crée une nouvelle version de ligne pour la même ligne logique.)

cmin

L'identifiant de commande (à partir de zéro) au sein de la transaction d'insertion.

xmax

L'identifiant (ID de transaction) de la transaction de suppression, ou zéro pour une version de ligne non effacée. Il est possible que la colonne ne soit pas nulle pour une version de ligne visible ; cela indique habituellement que la transaction de suppression n'a pas été effectuée, ou qu'une tentative de suppression a été annulée.

cmax

L'identifiant de commande au sein de la transaction de suppression, ou zéro.

ctid

La localisation physique de la version de ligne au sein de sa table. Bien que le *ctid* puisse être utilisé pour trouver la version de ligne très rapidement, le *ctid* d'une ligne change si la ligne est actualisée ou déplacée par un **VACUUM FULL**. *ctid* est donc inutilisable comme identifiant de ligne sur le long terme. Il est préférable d'utiliser l'OID, ou, mieux encore, un numéro de série utilisateur, pour identifier les lignes logiques.

Les OID sont des nombres de 32 bits et sont attribués à partir d'un compteur unique sur le cluster. Dans une base de données volumineuse ou agée, il est possible que le compteur boucle. Il est de ce fait peu pertinent de considérer que les OID puissent être uniques ; pour identifier les lignes d'une table, il est fortement recommandé d'utiliser un générateur de séquence. Néanmoins, les OID peuvent également être utilisés sous réserve que quelques précautions soient prises :

- une contrainte d'unicité doit être ajoutée sur la colonne OID de chaque table dont l'OID est utilisé pour identifier les lignes. Dans ce cas (ou dans celui d'un index d'unicité), le système n'engendre pas d'OID qui puisse correspondre à celui d'une ligne déjà présente. Cela n'est évidemment possible que si la table contient moins de 2^{32} (4 milliards) lignes ; en pratique, la taille de la table a tout intérêt à être bien plus petite que ça, dans un souci de performance ;
- l'unicité inter-tables des OID ne doit jamais être envisagée ; pour obtenir un identifiant unique sur l'ensemble de la base, il faut utiliser la combinaison du *tableoid* et de l'OID de ligne ;
- les tables en question doivent être créées avec l'option `WITH OIDS`. Depuis PostgreSQL™ 8.1, `WITHOUT OIDS` est l'option par défaut.

Les identifiants de transaction sont aussi des nombres de 32 bits. Dans une base de données agée, il est possible que les ID de transaction bouclent. Cela n'est pas un problème fatal avec des procédures de maintenance appropriées ; voir le Chapitre 24, Planifier les tâches de maintenance pour les détails. Il est, en revanche, imprudent de considérer l'unicité des ID de transaction sur le long terme (plus d'un milliard de transactions).

Les identifiants de commande sont aussi des nombres de 32 bits. Cela crée une limite dure de 2^{32} (4 milliards) commandes SQL au sein d'une unique transaction. En pratique, cette limite n'est pas un problème -- la limite est sur le nombre de commandes SQL, pas sur le nombre de lignes traitées. De plus, seules les commandes qui modifient réellement le contenu de la base de données consomment un identifiant de commande.

5.5. Modification des tables

Lorsqu'une table est créée et qu'une erreur a été commise ou que les besoins de l'application changent, il est alors possible de la supprimer et de la récréer. Cela n'est toutefois pas pratique si la table contient déjà des données ou qu'elle est référencée par d'autres objets de la base de données (une contrainte de clé étrangère, par exemple). C'est pourquoi PostgreSQL™ offre une série de commandes permettant de modifier une table existante. Cela n'a rien à voir avec la modification des données contenues dans la table ; il ne s'agit ici, que de modifier la définition, ou structure, de la table.

Il est possible

- d'ajouter des colonnes ;
- de supprimer des colonnes ;
- d'ajouter des contraintes ;
- de supprimer des contraintes ;
- de modifier des valeurs par défaut ;
- de modifier les types de données des colonnes ;
- de renommer des colonnes ;
- de renommer des tables.

Toutes ces actions sont réalisées à l'aide de la commande `ALTER TABLE(7)`, dont la page de référence est bien plus détaillée.

5.5.1. Ajouter une colonne

La commande d'ajout d'une colonne ressemble à :

```
ALTER TABLE produits ADD COLUMN description text;
```

La nouvelle colonne est initialement remplie avec la valeur par défaut précisée (NULL en l'absence de clause `DEFAULT`).

Des contraintes de colonne peuvent être définies dans la même commande, à l'aide de la syntaxe habituelle :

```
ALTER TABLE produits ADD COLUMN description text CHECK (description <> '');
```

En fait, toutes les options applicables à la description d'une colonne dans **CREATE TABLE** peuvent être utilisées ici. Il ne faut toutefois pas oublier que la valeur par défaut doit satisfaire les contraintes données. Dans le cas contraire, ADD échoue. Il est aussi possible d'ajouter les contraintes ultérieurement (voir ci-dessous) après avoir rempli la nouvelle colonne correctement.



Astuce

Ajouter une colonne avec une valeur par défaut nécessite la mise à jour de chaque ligne de la table pour stocker la valeur de la nouvelle colonne. Cependant, si aucune valeur par défaut n'est précisée, PostgreSQL™ peut éviter la mise à jour physique. Il est, de ce fait, préférable, si la colonne doit être remplie en majorité avec des valeurs différentes de la valeur par défaut, d'ajouter la colonne sans valeur par défaut, d'insérer les bonnes valeurs avec une commande **UPDATE** puis d'ajouter la valeur par défaut désirée comme décrit ci-dessus.

5.5.2. Supprimer une colonne

La commande de suppression d'une colonne ressemble à celle-ci :

```
ALTER TABLE produits DROP COLUMN description;
```

Toute donnée dans cette colonne disparaît. Les contraintes de table impliquant la colonne sont également supprimées. Néanmoins, si la colonne est référencée par une contrainte de clé étrangère d'une autre table, PostgreSQL™ ne supprime pas silencieusement cette contrainte. La suppression de tout ce qui dépend de la colonne peut être autorisée en ajoutant **CASCADE** :

```
ALTER TABLE produits DROP COLUMN description CASCADE;
```

Voir la Section 5.13, « Gestion des dépendances » pour une description du mécanisme général.

5.5.3. Ajouter une contrainte

Pour ajouter une contrainte, la syntaxe de contrainte de table est utilisée. Par exemple :

```
ALTER TABLE produits ADD CHECK (nom <> '');
ALTER TABLE produits ADD CONSTRAINT autre_nom UNIQUE (no_produit);
ALTER TABLE produits ADD FOREIGN KEY (id_groupe_produit) REFERENCES groupes_produits;
```

Pour ajouter une contrainte NOT NULL, qui ne peut pas être écrite sous forme d'une contrainte de table, la syntaxe suivante est utilisée :

```
ALTER TABLE produits ALTER COLUMN no_produit SET NOT NULL;
```

La contrainte étant immédiatement vérifiée, les données de la table doivent satisfaire la contrainte avant qu'elle ne soit ajoutée.

5.5.4. Supprimer une contrainte

Pour supprimer une contrainte, il faut connaître son nom. Si elle a été explicitement nommée, il n'y a aucune difficulté. Dans le cas contraire, le système a engendré et attribué un nom qu'il faut découvrir. La commande `\d table` de psql peut être utile ici ; d'autres interfaces offrent aussi la possibilité d'examiner les détails de table. La commande est :

```
ALTER TABLE produits DROP CONSTRAINT un_nom;
```

(Dans le cas d'un nom de contrainte engendré, comme \$2, il est nécessaire de l'entourer de guillemets doubles pour en faire un identifiant valable.)

Comme pour la suppression d'une colonne, CASCADE peut être ajouté pour supprimer une contrainte dont dépendent d'autres objets. Une contrainte de clé étrangère, par exemple, dépend d'une contrainte de clé primaire ou d'unicité sur la(s) colonne(s) référencée(s).

Cela fonctionne de la même manière pour tous les types de contrainte, à l'exception des contraintes NOT NULL. Pour supprimer une contrainte NOT NULL, on écrit :

```
ALTER TABLE produits ALTER COLUMN no_produit DROP NOT NULL;
```

(Les contraintes NOT NULL n'ont pas de noms.)

5.5.5. Modifier la valeur par défaut d'une colonne

La commande de définition d'une nouvelle valeur par défaut de colonne ressemble à celle-ci :

```
ALTER TABLE produits ALTER COLUMN prix SET DEFAULT 7.77;
```

Cela n'affecte pas les lignes existantes de la table, mais uniquement la valeur par défaut pour les futures commandes **INSERT**.

Pour retirer toute valeur par défaut, on écrit :

```
ALTER TABLE produits ALTER COLUMN prix DROP DEFAULT;
```

C'est équivalent à mettre la valeur par défaut à NULL. En conséquence, il n'y a pas d'erreur à retirer une valeur par défaut qui n'a pas été définie car NULL est la valeur par défaut implicite.

5.5.6. Modifier le type de données d'une colonne

La commande de conversion du type de données d'une colonne ressemble à celle-ci :

```
ALTER TABLE produits ALTER COLUMN prix TYPE numeric(10,2);
```

Elle ne peut réussir que si chaque valeur de la colonne peut être convertie dans le nouveau type par une conversion implicite. Si une conversion plus complexe est nécessaire, une clause **USING** peut être ajoutée qui indique comment calculer les nouvelles valeurs à partir des anciennes.

PostgreSQL™ tente de convertir la valeur par défaut de la colonne le cas échéant, ainsi que toute contrainte impliquant la colonne. Mais ces conversions peuvent échouer ou produire des résultats surprenants. Il est souvent préférable de supprimer les contraintes de la colonne avant d'en modifier le type, puis d'ajouter ensuite les contraintes convenablement modifiées.

5.5.7. Renommer une colonne

Pour renommer une colonne :

```
ALTER TABLE produits RENAME COLUMN no_produit TO numero_produit;
```

5.5.8. Renommer une table

Pour renommer une table :

```
ALTER TABLE produits RENAME TO elements;
```

5.6. Droits

Quand un objet est créé, il se voit affecter un propriétaire. Le propriétaire est normalement le rôle qui a exécuté la requête de création. Pour la plupart des objets, l'état initial est que seul le propriétaire (et les superutilisateurs) peuvent faire quelque chose avec cet objet. Pour permettre aux autres rôles de l'utiliser, des *droits* doivent être donnés.

Il existe un certain nombre de droits différents : SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE, TRUNCATE, REFERENCES, TRIGGER, CREATE, CONNECT, TEMPORARY, EXECUTE et USAGE. Les droits applicables à un objet particulier varient selon le type d'objet (table, fonction...). La page de référence GRANT(7) fournit une information complète sur les différents types de droits gérés par PostgreSQL™. La section et les chapitres suivants présentent l'utilisation de ces droits.

Le droit de modifier ou de détruire un objet est le privilège du seul propriétaire.

Un objet peut se voir affecter un nouveau propriétaire avec la commande **ALTER** correspondant à l'objet, par exemple ALTER TABLE(7). Les superutilisateurs peuvent toujours le faire. Les rôles ordinaires peuvent seulement le faire s'ils sont le propriétaire actuel de l'objet (ou un membre du rôle propriétaire) et un membre du nouveau rôle propriétaire.

La commande **GRANT** est utilisée pour accorder des priviléges. Par exemple, si **joe** est un rôle et **comptes** une table, le privilège d'actualiser la table **comptes** peut être accordé à **joe** avec :

```
GRANT UPDATE ON comptes TO joe;
```

Écrire **ALL** à la place d'un droit spécifique accorde tous les droits applicables à ce type d'objet.

Le nom de « rôle » spécial **PUBLIC** peut être utilisé pour donner un privilège à tous les rôles du système. De plus, les rôles de type « group » peuvent être configurés pour aider à la gestion des droits quand il y a beaucoup d'utilisateurs dans une base -- pour les détails, voir Chapitre 21, Rôles de la base de données.

Pour révoquer un privilège, on utilise la commande bien-nommée **REVOKE**, comme dans l'exemple ci-dessous :

```
REVOKE ALL ON comptes FROM PUBLIC;
```

Les priviléges spéciaux du propriétaire de l'objet (c'est-à-dire, le droit d'exécuter **DROP**, **GRANT**, **REVOKE**, etc.) appartiennent toujours implicitement au propriétaire. Ils ne peuvent être ni accordés ni révoqués. Mais le propriétaire de l'objet peut choisir de révoquer ses propres droits ordinaires pour, par exemple, mettre une table en lecture seule pour lui-même et pour les autres.

Habituellement, seul le propriétaire de l'objet (ou un superutilisateur) peut accorder ou révoquer les droits sur un objet. Néanmoins, il est possible de donner un privilège « avec possibilité de transmission » (« *with grant option* »), qui donne à celui qui le reçoit la permission de le donner à d'autres. Si cette option est ensuite révoquée, alors tous ceux qui ont reçu ce privilège par cet utilisateur (directement ou indirectement via la chaîne des dons) perdent ce privilège. Pour les détails, voir les pages de références GRANT(7) et REVOKE(7).

5.7. Row Security Policies

En plus des systèmes de droits du standard SQL disponible via GRANT(7), les tables peuvent avoir des *politiques de sécurité pour l'accès aux lignes* qui restreignent, utilisateur par utilisateur, les lignes qui peuvent être renvoyées par les requêtes d'extraction ou les commandes d'insertions, de mises à jour ou de suppressions. Cette fonctionnalité est aussi connue sous le nom *Row-Level Security*. Par défaut, les tables n'ont aucune politique de ce type pour que, si un utilisateur a accès à une table selon les droits du standard SQL, toutes les lignes de la table sont accessibles aux requêtes de lecture ou d'écriture.

Lorsque la protection des lignes est activée sur une table (avec l'instruction ALTER TABLE ... ENABLE ROW LEVEL SECURITY), tous les accès classiques à la table pour sélectionner ou modifier des lignes doivent être autorisés par une politique de sécurité. Cependant, le propriétaire de la table n'est typiquement pas soumis aux politiques de sécurité. Si aucune politique n'existe pour la table, une politique de rejet est utilisé par défaut, ce qui signifie qu'aucune ligne n'est visible ou ne peut être modifiée. Les opérations qui s'appliquent pour la table dans sa globalité, comme TRUNCATE et REFERENCES, ne sont pas soumis à ces restrictions de niveau ligne.

Les politiques de sécurité niveau ligne peuvent s'appliquer en particulier soit à des commandes, soit à des rôles, soit aux deux. Une politique est indiquée comme s'appliquant à toutes les commandes par ALL, ou seulement à SELECT, INSERT, UPDATE ou DELETE. Plusieurs rôles peuvent être affectés à une politique donnée, et les règles normales d'appartenance et d'héritage s'appliquent.

Pour indiquer les lignes visibles ou modifiables pour une politique, une expression renvoyant un booléen est requise. Cette expression sera évaluée pour chaque ligne avant toutes conditions ou fonctions qui seraient indiquées dans les requêtes de l'utilisateur. (La seule exception à cette règle sont les fonctions marquées leakproof, qui annoncent ne pas dévoiler d'information ; l'optimiseur peut choisir d'appliquer de telles fonctions avant les vérifications de sécurité niveau ligne). Les lignes pour lesquelles l'expression ne renvoie pas true ne sont pas traitées. Des expressions différentes peuvent être indiquées pour fournir des contrôles indépendants pour les lignes qui sont visibles et pour celles qui sont modifiées. Les expressions attachées à la politique sont exécutées dans le cours de la requête et avec les droits de l'utilisateur qui exécute la commande, bien que les fonctions définies avec l'attribut SECURITY DEFINER peuvent être utilisées pour accéder à des données qui ne seraient pas disponibles à l'utilisateur effectuant la requête.

Les superutilisateurs et les rôles avec l'attribut BYPASSRLS ne sont pas soumis au système de sécurité niveau ligne lorsqu'ils accèdent une table. Il en est de même par défaut du propriétaire d'une table, bien qu'il puisse choisir de se soumettre à ces contrôles avec ALTER TABLE ... FORCE ROW LEVEL SECURITY.

L'activation ou la désactivation de la sécurité niveau ligne, comme de l'ajout des polices à une table, est toujours le privilège du seul propriétaire de la table.

Les politiques sont créées en utilisant l'instruction CREATE POLICY(7), modifiées avec la commande ALTER POLICY(7) et supprimées avec la commande DROP POLICY(7). Pour activer et désactiver la sécurité niveau ligne pour une table donnée, utilisez la commande ALTER TABLE(7).

Chaque politique possède un nom et de multiples politiques peuvent être définies pour une table. Comme les politiques sont spécifiques à une table, chaque politique pour une même table doit avoir un nom différent. Différentes tables peuvent avoir des noms de politique de même nom.

Quand plusieurs politiques sont applicables pour une même requête, elles sont combinées en utilisant OR, c'est-à-dire qu'une ligne est accessible si une des politiques le permet. Ceci est similaire à la règle qui veut qu'un rôle donné possède les droits de tous les rôles dont il est membre.

À titre de simple exemple, nous allons ici créer une politique sur la relation comptes pour autoriser seulement les membres du rôle admins à accéder seulement aux lignes de leurs propres comptes :

```
CREATE TABLE comptes (admin text, societe text, contact_email text);
ALTER TABLE comptes ENABLE ROW LEVEL SECURITY;
CREATE POLICY compte_admins ON comptes TO admins
    USING (admin = current_user);
```

Si aucun rôle n'est indiqué ou si le nom de pseudo rôle PUBLIC est utilisé, alors la politique s'applique à tous les utilisateurs du système. Pour autoriser tous les utilisateurs à accéder à leurs propres lignes dans une table utilisateurs, une simple politique

peut être utilisée :

```
CREATE POLICY police_utilisateur ON utilisateurs
    USING (user_name = current_user);
```

Pour utiliser une politique différente pour les lignes ajoutées à la table de celle appliquées pour les lignes visibles, la clause WITH CHECK peut être utilisée. Cette politique autorisera tous les utilisateurs à voir toutes les lignes de la table utilisateurs, mais seulement à modifier les leurs :

```
CREATE POLICY police_utilisateur ON utilisateurs
    USING (true)
    WITH CHECK (user_name = current_user);
```

La sécurité niveau ligne peut également être désactivée avec la commande **ALTER TABLE**. La désactivation de la sécurité niveau ligne ne supprime pas les polices qui sont définies pour la table ; elles sont simplement ignorées. L'ensemble des lignes sont alors visibles et modifiables, selon le système standard des droits SQL.

Ci-dessous se trouve un exemple plus conséquent de la manière dont cette fonctionnalité peut être utilisée en production. La table passwd simule le fichier des mots de passe d'un système Unix.

```
-- Simple exemple basée sur le fichier passwd
CREATE TABLE passwd (
    user_name          text UNIQUE NOT NULL,
    pwhash             text,
    uid                int PRIMARY KEY,
    gid                int NOT NULL,
    real_name          text NOT NULL,
    home_phone         text,
    extra_info         text,
    home_dir           text NOT NULL,
    shell              text NOT NULL
);

CREATE ROLE admin;   -- Administrateur
CREATE ROLE bob;    -- Utilisateur normal
CREATE ROLE alice;  -- Utilisateur normal

-- Chargement de la table
INSERT INTO passwd VALUES
    ('admin','xxx',0,0,'Admin','111-222-3333',null,'/root','/bin/dash');
INSERT INTO passwd VALUES
    ('bob','xxx',1,1,'Bob','123-456-7890',null,'/home/bob','/bin/zsh');
INSERT INTO passwd VALUES
    ('alice','xxx',2,1,'Alice','098-765-4321',null,'/home/alice','/bin/zsh');

-- Assurez vous d'activer le row level security pour la table
ALTER TABLE passwd ENABLE ROW LEVEL SECURITY;

-- Créer les polices
-- L'administrateur peut voir toutes les lignes et en ajouter comme il le souhaite
CREATE POLICY admin_all ON passwd TO admin USING (true) WITH CHECK (true);
-- Les utilisateurs normaux peuvent voir toutes les lignes
CREATE POLICY all_view ON passwd FOR SELECT USING (true);
-- Les utilisateurs normaux peuvent mettre à jour leurs propres lignes,
-- tout en limitant les shells qu'ils peuvent choisir
CREATE POLICY user_mod ON passwd FOR UPDATE
    USING (current_user = user_name)
    WITH CHECK (
        current_user = user_name AND
        shell IN ('/bin/bash','/bin/sh','/bin/dash','/bin/zsh','/bin/tcsh')
    );

-- Donner à admin tous les droits normaux
GRANT SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE ON passwd TO admin;
-- Les utilisateurs ne peuvent que sélectionner des colonnes publiques
GRANT SELECT
    (user_name, uid, gid, real_name, home_phone, extra_info, home_dir, shell)
```

```

    ON passwd TO public;
-- Autoriser les utilisateurs à mettre à jour certaines colonnes
GRANT UPDATE
    (pwhash, real_name, home_phone, extra_info, shell)
    ON passwd TO public;

```

Comme avec tous les réglages de sécurité, il est important de tester et de s'assurer que le système se comporte comme attendu. En utilisant l'exemple ci-dessus, les manipulations ci-dessous montrent que le système des droits fonctionne correctement

```

-- admin peut voir toutes les lignes et les colonnes
postgres=> set role admin;
SET
postgres=> table passwd;


| user_name | pwhash | uid | gid | real_name | home_phone   | extra_info | home_dir    | shell |
|-----------|--------|-----|-----|-----------|--------------|------------|-------------|-------|
| admin     | xxx    | 0   | 0   | Admin     | 111-222-3333 |            | /root       |       |
| /bin/dash |        |     |     |           |              |            |             |       |
| bob       | xxx    | 1   | 1   | Bob       | 123-456-7890 |            | /home/bob   |       |
| /bin/zsh  |        |     |     |           |              |            |             |       |
| alice     | xxx    | 2   | 1   | Alice     | 098-765-4321 |            | /home/alice |       |
| /bin/zsh  |        |     |     |           |              |            |             |       |


(3 rows)

-- Tester ce que Alice est capable de faire:
postgres=> set role alice;
SET
postgres=> table passwd;
ERROR: permission denied for relation passwd
postgres=> select user_name,real_name,home_phone,extra_info,home_dir,shell from passwd;


| user_name | real_name | home_phone   | extra_info | home_dir    | shell     |
|-----------|-----------|--------------|------------|-------------|-----------|
| admin     | Admin     | 111-222-3333 |            | /root       | /bin/dash |
| bob       | Bob       | 123-456-7890 |            | /home/bob   | /bin/zsh  |
| alice     | Alice     | 098-765-4321 |            | /home/alice | /bin/zsh  |


(3 rows)

postgres=> update passwd set user_name = 'joe';
ERROR: permission denied for relation passwd
-- Alice est autorisée à modifier son propre nom (real_name), mais pas celui des autres
postgres=> update passwd set real_name = 'Alice Doe';
UPDATE 1
postgres=> update passwd set real_name = 'John Doe' where user_name = 'admin';
UPDATE 0
postgres=> update passwd set shell = '/bin/xx';
ERROR: new row violates WITH CHECK OPTION for "passwd"
postgres=> delete from passwd;
ERROR: permission denied for relation passwd
postgres=> insert into passwd (user_name) values ('xxx');
ERROR: permission denied for relation passwd
-- Alice peut modifier son propre mot de passe; RLS empêche silencieusement la mise à
jour d'autres lignes
postgres=> update passwd set pwhash = 'abc';
UPDATE 1

```

Les vérifications d'intégrité référentielle, tel que les contraintes d'unicité ou de clefs primaires et les références de clefs étrangères, passent toujours outre la sécurité niveau ligne pour s'assurer que l'intégrité des données est maintenue. Une attention particulière doit être prise lors de la mise en place des schémas et des politiques de sécurité de niveau ligne pour éviter le « covert channel » dévoilant des informations à travers de telles vérifications d'intégrité référentielle.

Dans certains contextes, il est important d'être certain que la sécurité niveau ligne n'est pas appliquée. Par exemple, lors d'une sauvegarde, il y aurait des conséquences désastreuses si la sécurité niveau ligne a pour conséquence de soustraire silencieusement certaines lignes de la sauvegarde. Dans une telle situation, vous pouvez positionner le paramètre de configuration row_security à off. En lui-même, ce paramètre ne passe pas outre la sécurité niveau ligne ; ce qu'il fait, c'est qu'il lève une erreur si une des requêtes devait être filtrée par une police. La raison de l'erreur peut alors être recherchée et résolue.

Dans les exemples ci-dessus, les expressions attachées aux politiques considèrent uniquement les valeurs de la ligne courante accédée ou modifiée. C'est le plus simple et le plus performant des cas ; lorsque c'est possible, il est préférable de concevoir les applica-

tions qui utilisent cette fonctionnalité de la sorte. S'il est nécessaire de consulter d'autres lignes ou tables pour que la politique puisse prendre une décision, ceci peut être réalisé en utilisant dans les expressions des politiques des sous-requêtes **SELECT** ou des fonctions qui contiennent des commandes **SELECT**. Cependant, faites attention que de tels accès peuvent créer des accès concurrents qui pourraient permettre de dévoiler des informations si aucune précaution n'est prise. À titre d'exemple, considérez la création de la table suivante :

```
-- définition des droits de groupes
CREATE TABLE groupes (groupe_id int PRIMARY KEY,
                      nom_groupe text NOT NULL);

INSERT INTO groupes VALUES
  (1, 'bas'),
  (2, 'moyen'),
  (5, 'haut');

GRANT ALL ON groupes TO alice; -- alice est l'administratrice
GRANT SELECT ON groupes TO public;

-- définition des niveaux de droits utilisateurs
CREATE TABLE utilisateurs (nom_utilisateur text PRIMARY KEY,
                           groupe_id int NOT NULL REFERENCES groupes);

INSERT INTO utilisateurs VALUES
  ('alice', 5),
  ('bob', 2),
  ('mallory', 2);

GRANT ALL ON utilisateurs TO alice;
GRANT SELECT ON utilisateurs TO public;

-- table contenant l'information à protéger
CREATE TABLE information (info text,
                          groupe_id int NOT NULL REFERENCES groupes);

INSERT INTO information VALUES
  ('peu secret', 1),
  ('légèrement secret', 2),
  ('très secret', 5);

ALTER TABLE information ENABLE ROW LEVEL SECURITY;

-- une ligne devrait être visible et modifiable pour les utilisateurs
-- dont le groupe_id est égal ou plus grand au groupe_id de la ligne
CREATE POLICY fp_s ON information FOR SELECT
  USING (groupe_id <= (SELECT groupe_id FROM utilisateurs WHERE nom_utilisateur =
current_user));
CREATE POLICY fp_u ON information FOR UPDATE
  USING (groupe_id <= (SELECT groupe_id FROM utilisateurs WHERE nom_utilisateur =
current_user));

-- nous comptons sur les RLS pour protéger la table information
GRANT ALL ON information TO public;
```

Maintenant, supposez qu'`alice` souhaite modifier l'information « légèrement secrète », mais décide que `mallory` ne devrait pas pouvoir obtenir ce nouveau contenu, elle le fait ainsi :

```
BEGIN;
UPDATE utilisateurs SET groupe_id = 1 WHERE nom_utilisateur = 'mallory';
UPDATE information SET info = 'caché à mallory' WHERE groupe_id = 2;
COMMIT;
```

Ceci semble correct, il n'y a pas de fenêtre pendant laquelle `mallory` devrait pouvoir accéder à la chaîne « caché à mallory ». Cependant il y a une situation de compétition ici. Si `mallory` fait en parallèle, disons :

```
SELECT * FROM information WHERE groupe_id = 2 FOR UPDATE;
```

et sa transaction est en mode `READ COMMITTED`, il est possible qu'elle voit « caché à mallory ». C'est possible si sa transaction ac-

cède la ligne information juste après qu'`alice` l'a fait. Elle est bloquée en attendant que la transaction d'`alice` valide, puis récupère la ligne mise à jour grâce à la clause `FOR UPDATE`. Cependant, elle ne récupère *pas* une ligne mise à jour pour la commande implicite `SELECT` sur la table utilisateurs parce que cette sous-commande n'a pas la clause `FOR UPDATE` ; à la place, la ligne utilisateurs est lue avec une image de la base de données prise au début de la requête. Ainsi, l'expression de la politique teste l'ancienne valeur du niveau de droit de `mallory` et l'autorise à voir la valeur mise à jour.

Il y a plusieurs solutions à ce problème. Une simple réponse est d'utiliser `SELECT ... FOR SHARE` dans la sous-commande `SELECT` de la politique de sécurité niveau ligne. Cependant, ceci demande à donner le droit `UPDATE` sur la table référencée (ici utilisateurs) aux utilisateurs concernés, ce qui peut ne pas être souhaité. (Une autre politique de sécurité niveau ligne pourrait être mise en place pour les empêcher d'exercer ce droit ; ou la sous-commande `SELECT` pourrait être incluse dans une fonction marquée `security definer`). De plus, l'utilisation intensive concurrente de verrous partagés sur les lignes de la table référencée pourrait poser un problème de performance, tout spécialement si des mises à jour de cette table sont fréquentes. Une autre solution envisageable, si les mises à jour de la table référencée ne sont pas fréquentes, est de prendre un verrou exclusif sur la table référencée lors des mises à jour, de telle manière qu'aucune autre transaction concurrente ne pourrait consulter d'anciennes valeurs. Ou une transaction pourrait attendre que toutes les transactions se terminent après avoir validées une mise à jour de la table référencée et avant de faire des modifications qui reposent sur la nouvelle politique de sécurité.

Pour plus de détails, voir `CREATE POLICY(7)` et `ALTER TABLE(7)`.

5.8. Schémas

Un cluster de bases de données PostgreSQL™ contient une ou plusieurs base(s) nommée(s). Si les utilisateurs et groupes d'utilisateurs sont partagés sur l'ensemble du cluster, aucune autre donnée n'est partagée. Toute connexion cliente au serveur ne peut accéder qu'aux données d'une seule base, celle indiquée dans la requête de connexion.



Note

Les utilisateurs d'un cluster n'ont pas obligatoirement le droit d'accéder à toutes les bases du cluster. Le partage des noms d'utilisateur signifie qu'il ne peut pas y avoir plusieurs utilisateurs nommés `joe`, par exemple, dans deux bases du même cluster ; mais le système peut être configuré pour n'autoriser `joe` à accéder qu'à certaines bases.

Une base de données contient un ou plusieurs *schéma(s)* nommé(s) qui, eux, contiennent des tables. Les schémas contiennent aussi d'autres types d'objets nommés (types de données, fonctions et opérateurs, par exemple). Le même nom d'objet peut être utilisé dans différents schémas sans conflit ; par exemple, `schema1` et `mon_schema` peuvent tous les deux contenir une table nommée `ma_table`. À la différence des bases de données, les schémas ne sont pas séparés de manière rigide : un utilisateur peut accéder aux objets de n'importe quel schéma de la base de données à laquelle il est connecté, sous réserve qu'il en ait le droit.

Il existe plusieurs raisons d'utiliser les schémas :

- autoriser de nombreux utilisateurs à utiliser une base de données sans interférer avec les autres ;
- organiser les objets de la base de données en groupes logiques afin de faciliter leur gestion ;
- les applications tiers peuvent être placées dans des schémas séparés pour éviter les collisions avec les noms d'autres objets.

Les schémas sont comparables aux répertoires du système d'exploitation, à ceci près qu'ils ne peuvent pas être imbriqués.

5.8.1. Créer un schéma

Pour créer un schéma, on utilise la commande `CREATE SCHEMA(7)`. Le nom du schéma est libre. Par exemple :

```
CREATE SCHEMA mon_schema;
```

Pour créer les objets d'un schéma ou y accéder, on écrit un *nom qualifié* constitué du nom du schéma et du nom de la table séparés par un point :

```
schema.table
```

Cela fonctionne partout où un nom de table est attendu, ce qui inclut les commandes de modification de la table et les commandes d'accès aux données discutées dans les chapitres suivants. (Pour des raisons de simplification, seules les tables sont évoquées, mais les mêmes principes s'appliquent aux autres objets nommés, comme les types et les fonctions.)

La syntaxe encore plus générale

```
base.schema.table
```

peut aussi être utilisée, mais à l'heure actuelle, cette syntaxe n'existe que pour des raisons de conformité avec le standard SQL. Si un nom de base de données est précisé, ce doit être celui de la base à laquelle l'utilisateur est connecté.

Pour créer une table dans le nouveau schéma, on utilise :

```
CREATE TABLE mon_schema.ma_table (
  ...
);
```

Pour effacer un schéma vide (tous les objets qu'il contient ont été supprimés), on utilise :

```
DROP SCHEMA mon_schema;
```

Pour effacer un schéma et les objets qu'il contient, on utilise :

```
DROP SCHEMA mon_schema CASCADE;
```

La Section 5.13, « Gestion des dépendances » décrit le mécanisme général sous-jacent.

Il n'est pas rare de vouloir créer un schéma dont un autre utilisateur est propriétaire (puisque c'est l'une des méthodes de restriction de l'activité des utilisateurs à des *namespaces* pré-définis). La syntaxe en est :

```
CREATE SCHEMA nom_schema AUTHORIZATION nom_utilisateur;
```

Le nom du schéma peut être omis, auquel cas le nom de l'utilisateur est utilisé. Voir la Section 5.8.6, « Utilisation » pour en connaître l'utilité.

Les noms de schéma commençant par `pg_` sont réservés pour les besoins du système et ne peuvent être créés par les utilisateurs.

5.8.2. Le schéma public

Dans les sections précédentes, les tables sont créées sans qu'un nom de schéma soit indiqué. Par défaut, ces tables (et les autres objets) sont automatiquement placées dans un schéma nommé « public ». Toute nouvelle base de données contient un tel schéma. Les instructions suivantes sont donc équivalentes :

```
CREATE TABLE produits ( ... );
```

et :

```
CREATE TABLE public.produits ( ... );
```

5.8.3. Chemin de parcours des schémas

Non seulement l'écriture de noms qualifiés est contraignante, mais il est, de toute façon, préférable de ne pas fixer un nom de schéma dans les applications. De ce fait, les tables sont souvent appelées par des *noms non-qualifiés*, soit le seul nom de la table. Le système détermine la table appelée en suivant un *chemin de recherche*, liste de schémas dans lesquels chercher. La première table correspondante est considérée comme la table voulue. S'il n'y a pas de correspondance, une erreur est remontée, quand bien même il existerait des tables dont le nom correspond dans d'autres schémas de la base.

Le premier schéma du chemin de recherche est appelé schéma courant. En plus d'être le premier schéma parcouru, il est aussi le schéma dans lequel les nouvelles tables sont créées si la commande **CREATE TABLE** ne précise pas de nom de schéma.

Le chemin de recherche courant est affiché à l'aide de la commande :

```
SHOW search_path;
```

Dans la configuration par défaut, ceci renvoie :

```
search_path
-----
"$user", public
```

Le premier élément précise qu'un schéma de même nom que l'utilisateur courant est recherché. En l'absence d'un tel schéma, l'entrée est ignorée. Le deuxième élément renvoie au schéma public précédemment évoqué.

C'est, par défaut, dans le premier schéma du chemin de recherche qui existe que sont créés les nouveaux objets. C'est la raison pour laquelle les objets sont créés, par défaut, dans le schéma public. Lorsqu'il est fait référence à un objet, dans tout autre contexte, sans qualification par un schéma (modification de table, modification de données ou requêtes), le chemin de recherche est traversé jusqu'à ce qu'un objet correspondant soit trouvé. C'est pourquoi, dans la configuration par défaut, tout accès non qualifié ne peut que se référer au schéma public.

Pour ajouter un schéma au chemin, on écrit :

```
SET search_path TO mon_schema,public;
```

(`$user` est omis à ce niveau car il n'est pas immédiatement nécessaire.) Il est alors possible d'accéder à la table sans qu'elle soit

qualifiée par un schéma :

```
DROP TABLE ma_table;
```

Puisque mon_schema est le premier élément du chemin, les nouveaux objets sont, par défaut, créés dans ce schéma.

On peut aussi écrire :

```
SET search_path TO mon_schema;
```

Dans ce cas, le schéma public n'est plus accessible sans qualification explicite. Hormis le fait qu'il existe par défaut, le schéma public n'a rien de spécial. Il peut même être effacé.

On peut également se référer à la Section 9.25, « Fonctions d'informations système » qui détaille les autres façons de manipuler le chemin de recherche des schémas.

Le chemin de recherche fonctionne de la même façon pour les noms de type de données, les noms de fonction et les noms d'opérateur que pour les noms de table. Les noms des types de données et des fonctions peuvent être qualifiés de la même façon que les noms de table. S'il est nécessaire d'écrire un nom d'opérateur qualifié dans une expression, il y a une condition spéciale. Il faut écrire :

```
OPERATOR(schéma.opérateur)
```

Cela afin d'éviter toute ambiguïté syntaxique. Par exemple :

```
SELECT 3 OPERATOR(pg_catalog.+)
```

En pratique, il est préférable de s'en remettre au chemin de recherche pour les opérateurs, afin de ne pas avoir à écrire quelque chose d'aussi étrange.

5.8.4. Schémas et privilèges

Par défaut, les utilisateurs ne peuvent pas accéder aux objets présents dans les schémas qui ne leur appartiennent pas. Pour le permettre, le propriétaire du schéma doit donner le droit USAGE sur le schéma. Pour autoriser les utilisateurs à manipuler les objets d'un schéma, des privilèges supplémentaires doivent éventuellement être accordés, en fonction de l'objet.

Un utilisateur peut aussi être autorisé à créer des objets dans le schéma d'un autre. Pour cela, le privilège CREATE sur le schéma doit être accordé. Par défaut, tout le monde bénéficie des droits CREATE et USAGE sur le schéma public. Cela permet à tous les utilisateurs qui peuvent se connecter à une base de données de créer des objets dans son schéma public. Si cela ne doit pas être le cas, ce privilège peut être révoqué :

```
REVOKE CREATE ON SCHEMA public FROM PUBLIC;
```

Le premier « public » est le schéma, le second « public » signifie « tout utilisateur ». Dans le premier cas, c'est un identifiant, dans le second, un mot clé, d'où la casse différente. (Se reporter aux règles de la Section 4.1.1, « identificateurs et mots clés ».)

5.8.5. Le schéma du catalogue système

En plus du schéma public et de ceux créés par les utilisateurs, chaque base de données contient un schéma pg_catalog. Celui-ci contient les tables systèmes et tous les types de données, fonctions et opérateurs intégrés. pg_catalog est toujours dans le chemin de recherche. S'il n'est pas nommé explicitement dans le chemin, il est parcouru implicitement *avant* le parcours des schémas du chemin. Cela garantit que les noms internes sont toujours accessibles. En revanche, pg_catalog peut être explicitement placé à la fin si les noms utilisateur doivent surcharger les noms internes.

Comme les noms des catalogues systèmes commencent par pg_, il est préférable d'éviter d'utiliser de tels noms pour se prémunir d'éventuels conflits si une version ultérieure devait définir une table système qui porte le même nom que la table créée. (Le chemin de recherche par défaut implique qu'une référence non qualifiée à cette table pointe sur la table système). Les tables systèmes continueront de suivre la convention qui leur impose des noms prefixés par pg_. Il n'y a donc pas de conflit possible avec des noms de table utilisateur non qualifiés, sous réserve que les utilisateurs évitent le préfixe pg_.

5.8.6. Utilisation

Les schémas peuvent être utilisés de différentes façons pour organiser les données. Certaines d'entre elles, recommandées, sont facilement supportés par la configuration par défaut :

- si aucun schéma n'est créé, alors tous les utilisateurs ont implicitement accès au schéma public. Cela permet de simuler une situation dans laquelle les schémas ne sont pas disponibles. Cette situation est essentiellement recommandée lorsqu'il n'y a qu'un utilisateur, ou un très petit nombre d'utilisateurs qui coopèrent au sein d'une base de données. Cette configuration permet aussi d'opérer une transition en douceur depuis un monde où les schémas sont inconnus ;
- pour chaque utilisateur, un schéma, de nom identique à celui de l'utilisateur, peut être créé. Le chemin de recherche par défaut

commence par \$user, soit le nom de l'utilisateur. Si tous les utilisateurs disposent d'un schéma distinct, ils accèdent, par défaut, à leur propre schéma. Dans cette configuration, il est possible de révoquer l'accès au schéma public (voire de supprimer ce schéma) pour confiner les utilisateurs dans leur propre schéma ;

- l'installation d'applications partagées (tables utilisables par tout le monde, fonctionnalités supplémentaires fournies par des applications tiers, etc) peut se faire dans des schémas distincts. Il faut alors accorder des priviléges appropriés pour permettre aux autres utilisateurs d'y accéder. Les utilisateurs peuvent alors se référer à ces objets additionnels en qualifiant leur nom du nom de schéma ou ajouter les schémas supplémentaires dans leur chemin de recherche, au choix.

5.8.7. Portabilité

Dans le standard SQL, la notion d'objets d'un même schéma appartenant à des utilisateurs différents n'existe pas. De plus, certaines implantations ne permettent pas de créer des schémas de nom différent de celui de leur propriétaire. En fait, les concepts de schéma et d'utilisateur sont presque équivalents dans un système de base de données qui n'implante que le support basique des schémas tel que spécifié dans le standard. De ce fait, beaucoup d'utilisateurs considèrent les noms qualifiés comme correspondant en réalité à *utilisateur.table*. C'est comme cela que PostgreSQL™ se comporte si un schéma utilisateur est créé pour chaque utilisateur.

Le concept de schéma public n'existe pas non plus dans le standard SQL. Pour plus de conformité au standard, le schéma public ne devrait pas être utilisé (voire être supprimé).

Certains systèmes de bases de données n'implantent pas du tout les schémas, ou fournissent le support de *namespace* en autorisant (peut-être de façon limitée) l'accès inter-bases de données. Dans ce cas, la portabilité maximale est obtenue en n'utilisant pas les schémas.

5.9. L'héritage

PostgreSQL™ implante l'héritage des tables, qui peut s'avérer très utile pour les concepteurs de bases de données. (SQL:1999 et les versions suivantes définissent une fonctionnalité d'héritage de type qui diffère par de nombreux aspects des fonctionnalités décrites ici.)

Soit l'exemple d'un modèle de données de villes. Chaque état comporte plusieurs villes mais une seule capitale. Pour récupérer rapidement la ville capitale d'un état donné, on peut créer deux tables, une pour les capitales et une pour les villes qui ne sont pas des capitales. Mais, que se passe-t'il dans le cas où toutes les données d'une ville doivent être récupérées, qu'elle soit une capitale ou non ? L'héritage peut aider à résoudre ce problème. La table capitales est définie pour hériter de villes :

```
CREATE TABLE villes (
    nom          text,
    population   float,
    altitude     int      -- (en pied)
);

CREATE TABLE capitales (
    etat         char(2)
) INHERITS (villes);
```

Dans ce cas, la table capitales *hérite* de toutes les colonnes de sa table parent, villes. Les capitales ont aussi une colonne supplémentaire, *etat*, qui indique l'état dont elles sont capitales.

Dans PostgreSQL™, une table peut hériter de zéro à plusieurs autres tables et une requête faire référence aux lignes d'une table ou à celles d'une table et de ses descendantes. Ce dernier comportement est celui par défaut.

Par exemple, la requête suivante retourne les noms et altitudes de toutes les villes, y compris les capitales, situées à une altitude supérieure à 500 pieds :

```
SELECT nom, altitude
  FROM villes
 WHERE altitude > 500;
```

Avec les données du tutoriel de PostgreSQL™ (voir Section 2.1, « Introduction »), ceci renvoie :

nom	altitude
Las Vegas	2174
Mariposa	1953
Madison	845

D'un autre côté, la requête suivante retourne les noms et altitudes de toutes les villes, qui ne sont pas des capitales, situées à une al-

titude supérieure à 500 pieds :

```
SELECT nom, altitude
  FROM ONLY villes
 WHERE altitude > 500;

 nom      | altitude
-----+-----
 Las Vegas |      2174
 Mariposa   |      1953
```

Le mot clé **ONLY** indique que la requête s'applique uniquement aux villes, et non pas à toutes les tables en-dessous de villes dans la hiérarchie de l'héritage. Un grand nombre des commandes déjà évoquées -- **SELECT**, **UPDATE** et **DELETE** -- supportent le mot clé **ONLY**.

Vous pouvez aussi écrire le nom de la table avec une * à la fin pour indiquer spécifiquement que les tables filles sont incluses :

```
SELECT name, altitude
  FROM cities*
 WHERE altitude > 500;
```

Indiquer * n'est pas nécessaire car ce comportement est le comportement par défaut (sauf si vous avez modifié la configuration du paramètre `sql_inheritance`). Néanmoins, écrire * pourrait être utile pour insister sur le fait que des tables supplémentaires seront parcourues.

Dans certains cas, il peut être intéressant de savoir de quelle table provient une ligne donnée. Une colonne système appelée `TABLEOID` présente dans chaque table donne la table d'origine :

```
SELECT v.tableoid, v.nom, v.altitude
  FROM villes v
 WHERE v.altitude > 500;
```

qui renvoie :

tableoid	nom	altitude
139793	Las Vegas	2174
139793	Mariposa	1953
139798	Madison	845

(Reproduire cet exemple conduit probablement à des OID numériques différents). Une jointure avec `pg_class`, permet d'obtenir les noms réels des tables :

```
SELECT p.relname, v.nom, v.altitude
  FROM villes v, pg_class p
 WHERE v.altitude > 500 AND v.tableoid = p.oid;
```

ce qui retourne :

relname	nom	altitude
villes	Las Vegas	2174
villes	Mariposa	1953
capitales	Madison	845

Une autre manière d'obtenir le même effet est d'utiliser le pseudo-type `regclass` qui affichera l'OID de la table de façon symbolique :

```
SELECT v.tableoid::regclass, v.nom, v.altitude
  FROM villes v
 WHERE v.altitude > 500;
```

L'héritage ne propage pas automatiquement les données des commandes **INSERT** ou **COPY** aux autres tables de la hiérarchie de l'héritage. Dans l'exemple considéré, l'instruction **INSERT** suivante échoue :

```
INSERT INTO villes (nom, population, altitude, etat)
VALUES ('Albany', NULL, NULL, 'NY');
```

On pourrait espérer que les données soient magiquement routées vers la table `capitales` mais ce n'est pas le cas : **INSERT** insère toujours dans la table indiquée. Dans certains cas, il est possible de rediriger l'insertion en utilisant une règle (voir Chapitre 39, Système de règles). Néanmoins, cela n'est d'aucune aide dans le cas ci-dessus car la table `villes` ne contient pas la colonne `etat`.

La commande est donc rejetée avant que la règle ne soit appliquée.

Toutes les contraintes de vérification et toutes les contraintes NOT NULL sur une table parent sont automatiquement héritées par les tables enfants, sauf si elles sont spécifiées explicitement avec des clauses NO INHERIT. Les autres types de contraintes (unicité, clé primaire, clé étrangère) ne sont pas hérités.

Une table peut hériter de plusieurs tables, auquel cas elle possède l'union des colonnes définies par les tables mères. Toute colonne déclarée dans la définition de la table enfant est ajoutée à cette dernière. Si le même nom de colonne apparaît dans plusieurs tables mères, ou à la fois dans une table mère et dans la définition de la table enfant, alors ces colonnes sont « assemblées » pour qu'il n'en existe qu'une dans la table enfant. Pour être assemblées, les colonnes doivent avoir le même type de données, sinon une erreur est levée. Les contraintes de vérification et les contraintes non NULL héritables sont assemblées de façon similaire. De ce fait, par exemple, une colonne assemblée sera marquée non NULL si une des définitions de colonne d'où elle provient est marquée non NULL. Les contraintes de vérification sont assemblées si elles ont le même nom, et l'assemblage échouera si leurs conditions sont différentes.

L'héritage de table est établi à la création de la table enfant, à l'aide de la clause INHERITS de l'instruction CREATE TABLE(7). Alternativement, il est possible d'ajouter à une table, définie de façon compatible, une nouvelle relation de parenté à l'aide de la clause INHERIT de ALTER TABLE(7). Pour cela, la nouvelle table enfant doit déjà inclure des colonnes de mêmes nom et type que les colonnes de la table parent. Elle doit aussi contenir des contraintes de vérification de mêmes nom et expression que celles de la table parent.

De la même façon, un lien d'héritage peut être supprimé d'un enfant à l'aide de la variante NO INHERIT d'**ALTER TABLE**. Ajouter et supprimer dynamiquement des liens d'héritage de cette façon est utile quand cette relation d'héritage est utilisée pour le partitionnement des tables (voir Section 5.10, « Partitionnement »).

Un moyen pratique de créer une table compatible en vue d'en faire ultérieurement une table enfant est d'utiliser la clause LIKE dans **CREATE TABLE**. Ceci crée une nouvelle table avec les même colonnes que la table source. S'il existe des contraintes CHECK définies sur la table source, l'option INCLUDING CONSTRAINTS de LIKE doit être indiquée car le nouvel enfant doit avoir des contraintes qui correspondent à celles du parent pour être considérée compatible.

Une table mère ne peut pas être supprimée tant qu'elle a des enfants. Pas plus que les colonnes ou les contraintes de vérification des tables enfants ne peuvent être supprimées ou modifiées si elles sont héritées. La suppression d'une table et de tous ces descendants peut être aisément obtenue en supprimant la table mère avec l'option CASCADE (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

ALTER TABLE(7) propage toute modification dans les définitions des colonnes et contraintes de vérification à travers la hiérarchie d'héritage. Là encore, supprimer des colonnes qui dépendent d'autres tables mères n'est possible qu'avec l'option CASCADE. **ALTER TABLE** suit les mêmes règles d'assemblage de colonnes dupliquées et de rejet que l'instruction **CREATE TABLE**.

Les requêtes sur tables héritées réalisent des vérifications de droit sur la table parent seulement. De ce fait, par exemple, donner le droit UPDATE sur la table villes implique que les droits de mise à jour des lignes dans la table capitales soient elles-aussi vérifiées quand elles sont accédées via la table villes. Ceci préserve l'apparence que les données proviennent (aussi) de la table parent. Mais la table capitales ne pouvait pas être mise à jour directement sans droit supplémentaire. De façon similaire, les politiques de sécurité au niveau ligne de la table parent (voir Section 5.7, « Row Security Policies ») sont appliquées aux lignes provenant des tables filles avec une requête héritée. Les politiques de tables enfant sont appliquées seulement quand la table enfant est explicitement nommée dans la requête. Dans ce cas, toute politique attachée à ses parents est ignorée.

Les tables distantes (voir Section 5.11, « Données distantes ») peuvent aussi participer aux hiérarchies d'héritage, soit comme table parente soit comme table enfant, comme les tables standards peuvent l'être. Si une table distante fait partie d'une hiérarchie d'héritage, toutes les opérations non supportées par la table étrangère ne sont pas non plus supportées sur l'ensemble de la hiérarchie.

5.9.1. Restrictions

Notez que toutes les commandes SQL fonctionnent avec les héritages. Les commandes utilisées pour récupérer des données, pour modifier des données ou pour modifier le schéma (autrement dit SELECT, UPDATE, DELETE, la plupart des variantes de ALTER TABLE, mais pas INSERT ou ALTER TABLE ... RENAME) incluent par défaut les tables filles et supportent la notation ONLY pour les exclure. Les commandes qui font de la maintenance de bases de données et de la configuration (par exemple REINDEX, VACUUM) fonctionnent typiquement uniquement sur les tables physiques, individuelles et ne supportent pas la récursion sur les tables de l'héritage. Le comportement respectif de chaque commande individuelle est documenté dans la référence (Commandes SQL).

Il existe une réelle limitation à la fonctionnalité d'héritage : les index (dont les contraintes d'unicité) et les contraintes de clés étrangères ne s'appliquent qu'aux tables mères, pas à leurs héritiers. Cela est valable pour le côté référencant et le côté référencé d'une contrainte de clé étrangère. Ce qui donne, dans les termes de l'exemple ci-dessus :

- si villes.nom est déclarée UNIQUE ou clé primaire (PRIMARY KEY), cela n'empêche pas la table capitales de posséder des

lignes avec des noms dupliqués dans villes. Et ces lignes upliquées s'affichent par défaut dans les requêtes sur villes. En fait, par défaut, capitales n'a pas de contrainte d'unicité du tout et, du coup, peut contenir plusieurs lignes avec le même nom. Une contrainte d'unicité peut être ajoutée à capitales mais cela n'empêche pas la duplication avec villes ;

- de façon similaire, si villes.nom fait référence (REFERENCES) à une autre table, cette contrainte n'est pas automatiquement propagée à capitales. Il est facile de contourner ce cas de figure en ajoutant manuellement la même contrainte REFERENCES à capitales ;
- si une autre table indique REFERENCES villes(nom), cela l'autorise à contenir les noms des villes mais pas les noms des capitales. Il n'existe pas de contournement efficace de ce cas.

Ces déficiences seront probablement corrigées dans une version future, mais, en attendant, il est obligatoire de réfléchir consciencieusement à l'utilité de l'héritage pour une application donnée.

5.10. Partitionnement

PostgreSQL™ offre un support basique du partitionnement de table. Cette section explique pourquoi et comment planter le partitionnement lors de la conception de la base de données.

5.10.1. Aperçu

Le partitionnement fait référence à la division d'une table logique volumineuse en plusieurs parties physiques plus petites. Le partitionnement comporte de nombreux avantages :

- les performances des requêtes peuvent être significativement améliorées dans certaines situations, particulièrement lorsque la plupart des lignes fortement accédées d'une table se trouvent sur une seule partition ou sur un petit nombre de partitions. Le partitionnement se substitue aux colonnes principales des index, réduisant ainsi la taille des index et facilitant la tenue en mémoire des parties les plus utilisées de l'index ;
- lorsque les requêtes ou les mises à jour accèdent à un important pourcentage d'une seule partition, les performances peuvent être grandement améliorées par l'utilisation avantageuse de parcours séquentiels sur cette partition plutôt que d'utiliser un index et des lectures aléatoires réparties sur toute la table ;
- les chargements et suppressions importants de données peuvent être obtenus par l'ajout ou la suppression de partitions, sous réserve que ce besoin ait été pris en compte lors de la conception du partitionnement. **ALTER TABLE NO INHERIT** et **DROP TABLE** sont bien plus rapides qu'une opération de masse. Cela supprime également la surcharge dû au **VACUUM** causé par un **DELETE** massif ;
- les données peu utilisées peuvent être déplacées sur un média de stockage moins cher et plus lent.

Les bénéfices ne sont réellement intéressants que si cela permet d'éviter une table autrement plus volumineuse. Le point d'équilibre exact à partir duquel une table tire des bénéfices du partitionnement dépend de l'application. Toutefois, le partitionnement doit être envisagé si la taille de la table peut être amenée à dépasser la taille de la mémoire physique du serveur.

Actuellement, PostgreSQL™ supporte le partitionnement à travers l'héritage de tables. Chaque partition doit être créée comme une table enfant d'une unique table parent. La table parent est, elle, habituellement vide ; elle n'existe que pour représenter l'ensemble complet des données. Il est impératif de maîtriser les concepts de l'héritage (voir Section 5.9, « L'héritage ») avant de tenter d'implanter le partitionnement.

Les formes suivantes de partitionnement peuvent être implantées dans PostgreSQL™ :

Partitionnement par échelon

La table est partitionnée en « intervalles » (ou échelles) définis par une colonne clé ou par un ensemble de colonnes, sans recouvrement entre les échelles de valeurs affectées aux différentes partitions. Il est possible, par exemple, de partitionner par échelles de date ou par échelles d'identifiants pour des objets métier particuliers.

Partitionnement par liste

La table est partitionnée en listant explicitement les valeurs clés qui apparaissent dans chaque partition.

5.10.2. Partitionner

Pour partitionner une table, la procédure est la suivante :

1. Créer la table « maître ». C'est de celle-ci qu'héritent toutes les partitions.

Cette table ne contient pas de données. Les contraintes de vérification ne doivent être définies sur cette table que si elles sont appliquées à toutes les partitions. Il n'y a de plus aucune raison de définir des index ou des contraintes d'unicité sur cette table.

2. Créer plusieurs tables « filles » (ou enfants) qui héritent chacune de la table maître. Normalement, ces tables n'ajoutent pas de colonnes à l'ensemble hérité du maître.

Par la suite, les tables enfants sont appelées partitions, bien qu'elles soient, en tout point, des tables (ou tables externes) PostgreSQL™ normales.

3. Ajouter les contraintes de tables aux tables de partitions pour définir les valeurs des clés autorisées dans chacune.

Quelques exemples typiques :

```
CHECK ( x = 1 )
CHECK ( comté IN ( 'Oxfordshire', 'Buckinghamshire', 'Warwickshire' ) )
CHECK ( ID >= 100 AND ID < 200 )
```

Les contraintes doivent garantir qu'il n'y a pas de recouvrement entre les valeurs clés autorisées dans les différentes partitions. Une erreur commune est de configurer des contraintes d'échelle de cette façon :

```
CHECK ( comté BETWEEN 100 AND 200 )
CHECK ( comté BETWEEN 200 AND 300 )
```

Il est dans ce cas difficile de savoir à quelle partition appartient la clé 200.

Il n'y a aucune différence entre les syntaxes de partitionnement par échelon et de partitionnement par liste ; ces termes ne sont que descriptifs.

4. Pour chaque partition, créer un index sur la (ou les) colonne(s) clé(s), ainsi que tout autre index nécessaire. (L'index clé n'est pas vraiment nécessaire mais, dans la plupart des scénarios, il est utile. Si les valeurs clés doivent être uniques, alors il faut toujours créer une contrainte d'unicité ou de clé primaire pour chaque partition.)
5. Optionnellement, définir un déclencheur ou une règle pour rediriger les données insérées dans la table maître vers la partition appropriée.
6. S'assurer que le paramètre de configuration constraint_exclusion n'est pas désactivé dans `postgresql.conf`. S'il l'est, les requêtes ne sont pas optimisées.

Soit la base de données d'une grande fabrique de glaces. La compagnie mesure le pic de température journalier ainsi que les ventes de glaces dans chaque région. Conceptuellement, la table ressemble à :

```
CREATE TABLE mesure (
    id_ville      int not null,
    date_trace    date not null,
    température   int,
    ventes        int
);
```

La plupart des requêtes n'accèdent qu'aux données de la dernière semaine, du dernier mois ou du dernier trimestre car cette table est essentiellement utilisée pour préparer des rapports en ligne pour la direction. Pour réduire le nombre de données anciennes à stocker, seules les trois dernières années sont conservées. Au début de chaque mois, les données du mois le plus ancien sont supprimées.

Dans cette situation, le partitionnement permet de répondre aux différents besoins identifiés sur la table des mesures. En suivant les étapes indiquées ci-dessus, le partitionnement peut être configuré de la façon suivante :

1. la table maître est la table mesure, déclarée exactement comme ci-dessus ;
2. une partition est ensuite créée pour chaque mois actif :

```
CREATE TABLE mesure_a2006m02 () INHERITS (mesure);
CREATE TABLE mesure_a2006m03 () INHERIT (mesure);
...
CREATE TABLE mesure_a2007m11 () INHERITS (mesure);
CREATE TABLE mesure_a2007m12 () INHERITS (mesure);
CREATE TABLE mesure_a2008m01 () INHERITS (mesure);
```

Chaque partition est une table à part entière mais sa définition est héritée de la table mesure.

Ceci résoud un des problèmes : la suppression d'anciennes données. Chaque mois, il suffit d'effectuer un **DROP TABLE** sur la table enfant la plus ancienne et de créer une nouvelle table enfant pour les données du nouveau mois.

3. Il est nécessaire de fournir des contraintes de table qui interdisent les recouvrements. Plutôt que de simplement créer les tables de la partition comme ci-dessus, le script de création de tables ressemble à :

```
CREATE TABLE mesure_a2006m02 (
    CHECK ( date_trace >= DATE '2006-02-01' AND date_trace < DATE '2006-03-01' )
) INHERITS (mesure);
CREATE TABLE mesure_a2006m03 (
    CHECK ( date_trace >= DATE '2006-03-01' AND date_trace < DATE '2006-04-01' )
```

```

) INHERITS (mesure);
...
CREATE TABLE mesure_a2007m11 (
    CHECK ( date_trace >= DATE '2007-11-01' AND date_trace < DATE '2007-12-01' )
) INHERITS (mesure);
CREATE TABLE mesure_a2007m12 (
    CHECK ( date_trace >= DATE '2007-12-01' AND date_trace < DATE '2007-01-01' )
) INHERITS (mesure);
CREATE TABLE mesure_a2008m01 (
    CHECK ( date_trace >= DATE '2008-01-01' AND date_trace < DATE '2008-02-01' )
) INHERITS (mesure);

```

4. Des index sur les colonnes clés sont probablement nécessaires :

```

CREATE INDEX mesure_a2006m02_date_trace ON mesure_a2006m02 (date_trace);
CREATE INDEX mesure_a2006m03_date_trace ON mesure_a2006m03 (date_trace);
...
CREATE INDEX mesure_a2007m11_date_trace ON mesure_a2007m11 (date_trace);
CREATE INDEX mesure_a2007m12_date_trace ON mesure_a2007m12 (date_trace);
CREATE INDEX mesure_a2008m01_date_trace ON mesure_a2008m01 (date_trace);

```

À ce stade, c'est suffisant.

5. L'application doit dire `INSERT INTO mesure...` et les données être redirigées dans la table de partition appropriée. Pour cela une fonction déclencheur est attachée à la table maître. Si les données ne sont ajoutées que dans la dernière partition, la fonction est très simple.

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION mesure_insert_trigger()
RETURNS TRIGGER AS $$ 
BEGIN
    INSERT INTO mesure_a2008m01 VALUES (NEW.*);
    RETURN NULL;
END;
$$
LANGUAGE plpgsql;

```

Le déclencheur qui appelle la fonction est créé à sa suite :

```

CREATE TRIGGER insert_mesure_trigger
    BEFORE INSERT ON mesure
    FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE mesure_insert_trigger();

```

La fonction déclencheur doit être redéfinie chaque mois pour qu'elle pointe toujours sur la partition active. La définition du déclencheur n'a pas besoin d'être redéfinie.

Il est également possible de laisser le serveur localiser la partition dans laquelle doit être insérée la ligne proposée en entrée. Une fonction déclencheur plus complexe peut être utilisée pour cela :

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION mesure_insert_trigger()
RETURNS TRIGGER AS $$ 
BEGIN
    IF ( NEW.date_trace >= DATE '2006-02-01' AND
        NEW.date_trace < DATE '2006-03-01' ) THEN
        INSERT INTO mesure_a2006m02 VALUES (NEW.*);
    ELSIF ( NEW.date_trace >= DATE '2006-03-01' AND
        NEW.date_trace < DATE '2006-04-01' ) THEN
        INSERT INTO mesure_a2006m03 VALUES (NEW.*);
    ...
    ELSIF ( NEW.date_trace >= DATE '2008-01-01' AND
        NEW.date_trace < DATE '2008-02-01' ) THEN
        INSERT INTO mesure_a2008m01 VALUES (NEW.*);
    ELSE
        RAISE EXCEPTION 'Date en dehors de l''échelle. Corrigez la fonction
mesure_insert_trigger() !';
        END IF;
        RETURN NULL;
    END;
$$

```

```
LANGUAGE plpgsql;
```

La définition du déclencheur ne change pas. Chaque test IF doit correspondre exactement à la contrainte CHECK de cette partition.

Bien que cette fonction soit plus complexe que celle du mois seul, il n'est pas nécessaire de l'actualiser aussi fréquemment, les branches pouvant être ajoutées avant d'être utiles.



Note

En pratique, il pourrait préférable de vérifier prioritairement la dernière partition créée si la plupart des insertions lui sont destinées. Pour des raisons de simplicité, les tests du déclencheur sont présentés dans le même ordre que les autres parties de l'exemple.

Un schéma complexe de partitionnement peut amener à écrire une grande quantité de DDL. Dans l'exemple ci-dessus, une nouvelle partition est écrite chaque mois. Il est donc conseillé d'écrire un script qui engendre automatiquement la DDL requise.

5.10.3. Gérer les partitions

Généralement, l'ensemble des partitions établies lors de la définition initiale de la table n'a pas pour but de rester statique. Il n'est pas inhabituel de supprimer d'anciennes partitions de données et d'en ajouter périodiquement de nouvelles pour de nouvelles données. Un des principaux avantages du partitionnement est précisément qu'il autorise une exécution quasi-instantanée de cette tâche, bien plus difficile autrement, en permettant la manipulation de la structure de la partition, plutôt que de déplacer physiquement de grands volumes de données.

L'option la plus simple pour supprimer d'anciennes données consiste à supprimer la partition qui n'est plus nécessaire :

```
DROP TABLE mesure_a2006m02;
```

Cela permet de supprimer très rapidement des millions d'enregistrements car il n'est nul besoin de supprimer séparément chaque enregistrement.

Une autre option, souvent préférable, consiste à supprimer la partition de la table partitionnée mais de conserver l'accès à la table en tant que telle :

```
ALTER TABLE mesure_a2006m02 NO INHERIT mesure;
```

Ceci permet la réalisation d'opérations ultérieures sur les données avant qu'elles ne soient supprimées. Par exemple, c'est souvent le bon moment pour sauvegarder les données en utilisant **COPY**, pg_dump ou tout autres outil. C'est aussi le moment d'agrégier des données en des formats plus denses, de réaliser d'autres opérations sur les données ou de créer des rapports.

De façon similaire, une nouvelle partition peut être ajoutée pour gérer les nouvelles données. Une partition vide peut être créée dans la table partitionnée de la même façon que les partitions individuelles créées plus haut :

```
CREATE TABLE mesure_a2008m02 (
    CHECK ( date_trace >= DATE '2008-02-01' AND date_trace < DATE '2008-03-01' )
) INHERITS (mesure);
```

Alternativement, il est parfois plus intéressant de créer la nouvelle table en dehors de la structure de partitionnement et de la transformer en une partition adéquate plus tard. Cela permet de charger les données, les vérifier et les transformer avant leur apparition dans la table partitionnée :

```
CREATE TABLE mesure_a2008m02
    (LIKE mesure INCLUDING DEFAULTS INCLUDING CONSTRAINTS);
ALTER TABLE mesure_a2008m02 ADD CONSTRAINT y2008m02
    CHECK ( date_trace >= DATE '2008-02-01' AND date_trace < DATE '2008-03-01' );
\copy mesure_a2008m02 from 'mesure_a2008m02'
-- quelques travaux de préparation des données
ALTER TABLE mesure_a2008m02 INHERIT mesure;
```

5.10.4. Partitionnement et exclusion de contrainte

L'*exclusion de contrainte* est une technique d'optimisation des requêtes pour améliorer les performances sur les tables partitionnées telles que décrites plus haut. Par exemple :

```
SET constraint_exclusion = on;
SELECT count(*) FROM mesure WHERE date_trace >= DATE '2008-01-01';
```

Sans exclusion de contrainte, la requête ci-dessus parcourt chacune des partitions de la table mesure. Avec l'exclusion de contrainte activée, le planificateur examine les contraintes de chaque partition et tente de prouver que la partition qui n'a pas besoin d'être parcourue parce qu'elle ne peut pas contenir de lignes correspondant à la clause WHERE de la requête. Quand le planificateur peut le prouver, il exclut la partition du plan de requête.

La commande **EXPLAIN** permet d'afficher la différence entre un plan avec constraint_exclusion activé (*on*) et un plan avec ce paramètre désactivé (*off*). Un plan typique non optimisé pour ce type de table est :

```
SET constraint_exclusion = off;
EXPLAIN SELECT count(*) FROM mesure WHERE date_trace >= DATE '2008-01-01';

QUERY PLAN
-----
Aggregate (cost=158.66..158.68 rows=1 width=0)
 -> Append (cost=0.00..151.88 rows=2715 width=0)
      -> Seq Scan on mesure (cost=0.00..30.38 rows=543 width=0)
          Filter: (date_trace >= '2008-01-01'::date)
      -> Seq Scan on mesure_a2006m02 mesure (cost=0.00..30.38 rows=543 width=0)
          Filter: (date_trace >= '2008-01-01'::date)
      -> Seq Scan on mesure_ay2006m03 mesure (cost=0.00..30.38 rows=543 width=0)
          Filter: (date_trace >= '2008-01-01'::date)
...
 -> Seq Scan on mesure_a2007m12 mesure (cost=0.00..30.38 rows=543 width=0)
     Filter: (date_trace >= '2008-01-01'::date)
 -> Seq Scan on mesure_a2008m01 mesure (cost=0.00..30.38 rows=543 width=0)
     Filter: (date_trace >= '2008-01-01'::date)
```

Quelques partitions, voire toutes, peuvent utiliser des parcours d'index à la place des parcours séquentiels de la table complète mais le fait est qu'il n'est pas besoin de parcourir les anciennes partitions pour répondre à cette requête. Lorsque l'exclusion de contrainte est activée, un plan significativement moins coûteux est obtenu, qui délivre la même réponse :

```
SET constraint_exclusion = on;
EXPLAIN SELECT count(*) FROM mesure WHERE date_trace >= DATE '2008-01-01';
QUERY PLAN
-----
Aggregate (cost=63.47..63.48 rows=1 width=0)
 -> Append (cost=0.00..60.75 rows=1086 width=0)
      -> Seq Scan on mesure (cost=0.00..30.38 rows=543 width=0)
          Filter: (date_trace >= '2008-01-01'::date)
      -> Seq Scan on mesure_a2008m01 mesure (cost=0.00..30.38 rows=543 width=0)
          Filter: (date_trace >= '2008-01-01'::date)
```

L'exclusion de contraintes n'est pilotée que par les contraintes CHECK, pas par la présence d'index. Il n'est donc pas nécessaire de définir des index sur les colonnes clés. Le fait qu'un index doive être créé pour une partition donnée dépend de ce que les requêtes qui parcourront la partition parcourront en général une grande partie de la partition ou seulement une petite partie. Un index est utile dans le dernier cas, pas dans le premier.

La valeur par défaut (et donc recommandée) de constraint_exclusion n'est ni on ni off, mais un état intermédiaire appelé *partition*, qui fait que la technique est appliquée seulement aux requêtes qui semblent fonctionner avec des tables partitionnées. La valeur on fait que le planificateur examine les contraintes CHECK dans chaque requête, y compris les requêtes simples qui ont peu de chance d'en profiter.

5.10.5. Autre méthode de partitionnement

Une approche différente pour la redirection des insertions dans la table fille appropriée est de configurer des règles, à la place d'un déclencheur, sur la table maître. Par exemple :

```
CREATE RULE mesure_insert_a2006m02 AS
ON INSERT TO mesure WHERE
    ( date_trace >= DATE '2006-02-01' AND date_trace < DATE '2006-03-01' )
DO INSTEAD
    INSERT INTO mesure_a2006m02 VALUES (NEW.*);
```

```
...
CREATE RULE mesure_insert_a2008m01 AS
ON INSERT TO mesure WHERE
    ( date_trace >= DATE '2008-01-01' AND date_trace < DATE '2008-02-01' )
DO INSTEAD
    INSERT INTO mesure_a2008m01 VALUES (NEW.*);
```

Une règle est plus coûteuse qu'un déclencheur mais ce coût est payé une fois par requête au lieu d'une fois par ligne, cette méthode peut donc s'avérer avantageuse lors de grosses insertions. Néanmoins, dans la majorité des cas, la méthode du trigger offre de meilleures performances.

La commande **COPY** ignore les règles. Si **COPY** est utilisé pour insérer des données, la copie doit être effectuée sur la partition adéquate plutôt que dans la table maître. **COPY** active les déclencheurs. Elle peut donc être utilisée normalement lorsque cette approche est choisie.

Un autre inconvénient de la méthode des règles est qu'il n'existe pas de moyens simples de forcer une erreur si l'ensemble des règles ne couvre pas la date d'insertion. La donnée est alors silencieusement insérée dans la table maître.

Le partitionnement peut aussi être arrangé à l'aide d'une vue **UNION ALL**, en lieu et place de l'héritage. Par exemple :

```
CREATE VIEW mesure AS
    SELECT * FROM mesure_a2006m02
UNION ALL SELECT * FROM mesure_a2006m03
...
UNION ALL SELECT * FROM mesure_a2007m11
UNION ALL SELECT * FROM mesure_a2007m12
UNION ALL SELECT * FROM mesure_a2008m01;
```

Néanmoins, le besoin de recréer la vue ajoute une étape supplémentaire à l'ajout et à la suppression de partitions individuelles de l'ensemble des données. En pratique, cette méthode a peu d'intérêt au regard de l'héritage.

5.10.6. Restrictions

Les restrictions suivantes s'appliquent aux tables partitionnées :

- il n'existe pas de moyen automatique de vérifier que toutes les contraintes de vérification (CHECK) sont mutuellement exclusives. Il est plus sûr de créer un code qui fabrique les partitions et crée et/ou modifie les objets associés plutôt que de les créer manuellement ;
- les schémas montrés ici supposent que les colonnes clés du partitionnement d'une ligne ne changent jamais ou, tout du moins, ne changent pas suffisamment pour nécessiter un déplacement vers une autre partition. Une commande **UPDATE** qui tente de le faire échoue à cause des contraintes CHECK. Pour gérer ce type de cas, des déclencheurs peuvent être convenablement positionnés pour la mise à jour sur les tables de partition mais cela rend la gestion de la structure beaucoup plus complexe.
- si **VACUUM** ou **ANALYZE** sont lancés manuellement, il est obligatoire de les utiliser sur chaque partition. Une commande comme :

```
ANALYZE mesure;
```

ne traite que la table maître.

- Les commandes **INSERT** avec des clauses **ON CONFLICT** ont probablement peu de chances de fonctionner comme attendu, dans la mesure où l'action du **ON CONFLICT** est uniquement effectuée dans le cas de violations qui sont uniques à la table cible, pas à ses tables enfants.

Les restrictions suivantes s'appliquent à l'exclusion de contraintes :

- l'exclusion de contrainte ne fonctionne que si la clause **WHERE** de la requête contient des constantes (ou des paramètres externes). Par exemple, une comparaison entre une fonction non immuable telle que **CURRENT_TIMESTAMP** ne peut pas être optimisée car le planificateur ne peut pas savoir dans quelle partition la valeur de la fonction ira lors de l'exécution.
- les contraintes de partitionnement doivent rester simples. Dans le cas contraire, le planificateur peut rencontrer des difficultés à déterminer les partitions qu'il n'est pas nécessaire de parcourir. Des conditions simples d'égalité pour le partitionnement de liste ou des tests d'échelle simples lors de partitionnement d'échelle sont recommandées, comme cela est illustré dans les exemples précédents. Une bonne règle consiste à s'assurer que les comparaisons entre colonnes de partitionnement et

constantes utilisées par les contraintes de partitionnement se fassent uniquement à l'aide d'opérateurs utilisables par les index B-tree.

- toutes les contraintes de toutes les partitions de la table maître sont examinées lors de l'exclusion de contraintes. De ce fait, un grand nombre de partitions augmente considérablement le temps de planification de la requête. Un partitionnement qui utilise ces techniques fonctionne assez bien jusqu'environ une centaine de partitions ; il est impensable de vouloir atteindre des milliers de partitions.

5.11. Données distantes

PostgreSQL™ implémente des portions de la norme SQL/MED, vous permettant d'accéder à des données qui résident en dehors de PostgreSQL en utilisant des requêtes SQL standards. On utilise le terme de *données distantes* pour de telles données. (Notez que cet usage ne doit pas être confondu avec les clés étrangères qui sont un type de contrainte à l'intérieur d'une base de données.)

Les données distantes sont accédées grâce à un *wrapper de données distantes*. Ce dernier est une bibliothèque qui peut communiquer avec une source de données externe, cachant les détails de la connexion vers la source de données et de la récupération des données à partir de cette source. Il existe des wrappers de données distantes disponibles en tant que modules contrib. D'autres types de wrappers de données distantes peuvent faire partie de produits tiers. Si aucun des wrappers de données distantes ne vous convient, vous pouvez écrire le votre. Voir Chapitre 55, Écrire un wrapper de données distantes.

Pour accéder aux données distantes, vous devez créer un objet de type *serveur distant* qui définit la façon de se connecter à une source de données externes particulière suivant un ensemble d'options utilisées par un wrapper de données distantes. Ensuite, vous aurez besoin de créer une ou plusieurs *tables distantes*, qui définissent la structure des données distantes. Une table distante peut être utilisée dans des requêtes comme tout autre table, mais une table distante n'est pas stockée sur le serveur PostgreSQL. À chaque utilisation, PostgreSQL™ demande au wrapper de données distantes de récupérer les données provenant de la source externe, ou de transmettre les données à la source externe dans le cas de commandes de mise à jour.

Accéder à des données distantes pourrait nécessiter une authentification auprès de la source de données externes. Cette information peut être passée par une *correspondance d'utilisateur*, qui peut fournir des données comme les noms d'utilisateurs et mots de passe en se basant sur le rôle PostgreSQL™ actuel.

Pour plus d'informations, voir CREATE FOREIGN DATA WRAPPER(7), CREATE SERVER(7), CREATE USER MAPPING(7), CREATE FOREIGN TABLE(7) et IMPORT FOREIGN SCHEMA(7).

5.12. Autres objets de la base de données

Les tables sont les objets centraux dans une structure de base de données relationnelles, car ce sont elles qui stockent les données. Mais ce ne sont pas les seuls objets qui existent dans une base de données. De nombreux autres types d'objets peuvent être créés afin de rendre l'utilisation et la gestion des données plus efficace ou pratique. Ils ne sont pas abordés dans ce chapitre mais une liste en est dressée à titre d'information.

- Vues
- Fonctions et opérateurs
- Types de données et domaines
- Déclencheurs et règles de réécriture

Des informations détaillées sur ces sujets apparaissent dans la Partie V, « Programmation serveur ».

5.13. Gestion des dépendances

Lorsque des structures de base complexes sont créées qui impliquent beaucoup de tables avec des contraintes de clés étrangères, des vues, des déclencheurs, des fonctions, etc., un réseau de dépendances entre les objets est implicitement créé. Par exemple, une table avec une contrainte de clé étrangère dépend de la table à laquelle elle fait référence.

Pour garantir l'intégrité de la structure entière de la base, PostgreSQL™ s'assure qu'un objet dont d'autres objets dépendent ne peut pas être supprimé. Ainsi, toute tentative de suppression de la table des produits utilisée dans la Section 5.3.5, « Clés étrangères », sachant que la table des commandes en dépend, lève un message d'erreur comme celui-ci :

```
DROP TABLE produits;
```

```
ERROR:  cannot drop table produits because other objects depend on it
DETAIL:  constraint commandes_no_produit_fkey on table commandes depends on table
produits
```

```
HINT: Use DROP ... CASCADE to drop the dependent objects too.
```

ou en français :

```
DROP TABLE produits;
```

```
NOTICE: la contrainte commandes_no_produit_fkey sur la table commandes dépend de la table produits
```

```
ERREUR: la table produits ne peut pas être supprimée, car d'autres objets en dépendent
```

```
HINT: Utiliser DROP ... CASCADE pour supprimer également les objets dépendants.
```

Le message d'erreur contient un indice utile : pour ne pas avoir à supprimer individuellement chaque objet dépendant, on peut lancer

```
DROP TABLE produits CASCADE;
```

et tous les objets dépendants sont ainsi effacés, comme tous les objets dépendant de ces derniers, récursivement. Dans ce cas, la table des commandes n'est pas supprimée, mais seulement la contrainte de clé étrangère. Elle s'arrête là car rien ne dépend d'une contrainte de clé étrangère. (Pour vérifier ce que fait **DROP ... CASCADE**, on peut lancer **DROP** sans **CASCADE** et lire les messages **DETAIL**.)

Pratiquement toutes les commandes **DROP** dans PostgreSQL™ supportent l'utilisation de **CASCADE**. La nature des dépendances est évidemment fonction de la nature des objets. On peut aussi écrire **RESTRICT** au lieu de **CASCADE** pour obtenir le comportement par défaut, à savoir interdire les suppressions d'objets dont dépendent d'autres objets.



Note

D'après le standard SQL, il est nécessaire d'indiquer **RESTRICT** ou **CASCADE** dans une commande **DROP**. Aucun système de base de donnée ne force cette règle, en réalité, mais le choix du comportement par défaut, **RESTRICT** ou **CASCADE**, varie suivant le système.

Si une commande **DROP** liste plusieurs objets, **CASCADE** est seulement requis quand il existe des dépendances en dehors du groupe spécifié. Par exemple, en indiquant `DROP TABLE tab1, tab2`, l'existence d'une clé étrangère référençant `tab1` à partir de `tab2` ne signifie pas que **CASCADE** est nécessaire pour réussir.

Pour les fonctions définies par les utilisateurs, PostgreSQL™ trace les dépendances associées avec les propriétés de la fonction visibles en externe, comme les types de données des arguments et du résultat. Par contre, il ne trace *pas* les dépendances seulement connues en examinant le corps de la fonction. Par exemple :

```
CREATE TYPE rainbow AS ENUM ('red', 'orange', 'yellow',
                             'green', 'blue', 'purple');

CREATE TABLE my_colors (color rainbow, note text);

CREATE FUNCTION get_color_note (rainbow) RETURNS text AS
  'SELECT note FROM my_colors WHERE color = $1'
  LANGUAGE SQL;
```

(Voir Section 36.4, « Fonctions en langage de requêtes (SQL) » pour une explication sur les fonctions en SQL.) PostgreSQL™ aura connaissance du fait que la fonction `get_color_note` dépend du type `rainbow` : supprimer ce type de données forcera la suppression de la fonction parce que le type de son argument ne serait plus défini. Mais PostgreSQL™ ne considérera pas que la fonction `get_color_note` dépend de la table `my_colors`, et donc ne supprimera pas la fonction si la table est supprimée. Bien qu'il y ait des inconvénients à cette approche, il y a aussi des avantages. La fonction est toujours valide d'une certaine façon si la table est manquante, bien que son exécution causera une erreur. Créer une nouvelle table de même nom permettra à la fonction d'être valide de nouveau.

Chapitre 6. Manipulation de données

Ce chapitre est toujours assez incomplet.

Le chapitre précédent présente la création des tables et des autres structures de stockage des données. Il est temps de remplir ces tables avec des données. Le présent chapitre couvre l'insertion, la mise à jour et la suppression des données des tables. Après cela, le chapitre présente l'élimination des données perdues.

6.1. Insérer des données

Quand une table est créée, elle ne contient aucune donnée. La première chose à faire, c'est d'y insérer des données. Sans quoi la base de données n'est pas d'une grande utilité. Les données sont conceptuellement insérées ligne par ligne. Il est évidemment possible d'insérer plus d'une ligne, mais il n'est pas possible d'entrer moins d'une ligne. Même lorsque seules les valeurs d'une partie des colonnes sont connues, une ligne complète doit être créée.

Pour créer une nouvelle ligne, la commande INSERT(7) est utilisée. La commande a besoin du nom de la table et des valeurs de colonnes.

Soit la table des produits du Chapitre 5, Définition des données :

```
CREATE TABLE produits (
    no_produit integer,
    nom text,
    prix numeric
);
```

Une commande d'insertion d'une ligne peut être :

```
INSERT INTO produits VALUES (1, 'Fromage', 9.99);
```

Les données sont listées dans l'ordre des colonnes de la table, séparées par des virgules. Souvent, les données sont des libellés (constantes) mais les expressions scalaires sont aussi acceptées.

La syntaxe précédente oblige à connaître l'ordre des colonnes. Pour éviter cela, les colonnes peuvent être explicitement listées. Les deux commandes suivantes ont, ainsi, le même effet que la précédente :

```
INSERT INTO produits (no_produit, nom, prix) VALUES (1, 'Fromage', 9.99);
INSERT INTO produits (nom, prix, no_produit) VALUES ('Fromage', 9.99, 1);
```

Beaucoup d'utilisateurs recommandent de toujours lister les noms de colonnes.

Si les valeurs de certaines colonnes ne sont pas connues, elles peuvent être omises. Dans ce cas, elles sont remplies avec leur valeur par défaut. Par exemple :

```
INSERT INTO produits (no_produit, nom) VALUES (1, 'Fromage');
INSERT INTO produits VALUES (1, 'Fromage');
```

La seconde instruction est une extension PostgreSQL™. Elle remplit les colonnes de gauche à droite avec toutes les valeurs données, et les autres prennent leur valeur par défaut.

Il est possible, pour plus de clarté, d'appeler explicitement les valeurs par défaut pour des colonnes particulières ou pour la ligne complète.

```
INSERT INTO produits (no_produit, nom, prix) VALUES (1, 'Fromage', DEFAULT);
INSERT INTO produits DEFAULT VALUES;
```

Plusieurs lignes peuvent être insérées en une seule commande :

```
INSERT INTO produits (no_produit, nom, prix) VALUES
(1, 'Fromage', 9.99),
(2, 'Pain', 1.99),
(3, 'Lait', 2.99);
```

Il est aussi possible d'insérer le résultat d'une requête (qui pourrait renvoyer aucune ligne, une ligne ou plusieurs lignes) :

```
INSERT INTO produits (no_produit, nom, prix)
SELECT no_produit, nom, prix FROM nouveaux_produits
```

```
WHERE date_sortie = 'today';
```

Ceci montre la grande puissance du mécanisme des requêtes SQL (Chapitre 7, Requêtes) sur le traitement des lignes à insérer.



Astuce

Lors de l'insertion d'une grande quantité de données en même temps, il est préférable d'utiliser la commande COPY(7). Elle n'est pas aussi flexible que la commande INSERT(7) mais elle est plus efficace. Se référer à Section 14.4, « Remplir une base de données » pour plus d'informations sur l'amélioration des performances lors de gros chargements de données.

6.2. Actualiser les données

La modification de données présentes en base est appelée mise à jour ou actualisation (*update* en anglais). Il est possible de mettre à jour une ligne spécifique, toutes les lignes ou un sous-ensemble de lignes de la table. Chaque colonne peut être actualisée séparément ; les autres colonnes ne sont alors pas modifiées.

Pour mettre à jour les lignes existantes, utilisez la commande UPDATE(7). Trois informations sont nécessaires :

1. le nom de la table et de la colonne à mettre à jour ;
2. la nouvelle valeur de la colonne ;
3. les lignes à mettre à jour.

Comme cela a été vu dans le Chapitre 5, Définition des données, le SQL ne donne pas, par défaut, d'identifiant unique pour les lignes. Il n'est, de ce fait, pas toujours possible d'indiquer directement la ligne à mettre à jour. On précise plutôt les conditions qu'une ligne doit remplir pour être mise à jour. Si la table possède une clé primaire (qu'elle soit déclarée ou non), une ligne unique peut être choisie en précisant une condition sur la clé primaire. Les outils graphiques d'accès aux bases de données utilisent ce principe pour permettre les modifications de lignes individuelles.

La commande suivante, par exemple, modifie tous les produits dont le prix est 5 en le passant à 10.

```
UPDATE produits SET prix = 10 WHERE prix = 5;
```

Cela peut mettre à jour zéro, une, ou plusieurs lignes. L'exécution d'une commande UPDATE qui ne met à jour aucune ligne ne représente pas une erreur.

Dans le détail de la commande, on trouve tout d'abord, le mot clé UPDATE suivi du nom de la table. Le nom de la table peut toujours être prefixé par un nom de schéma dans le cas contraire elle est recherchée dans le chemin. On trouve ensuite le mot clé SET suivi du nom de la colonne, un signe égal et la nouvelle valeur de la colonne, qui peut être une constante ou une expression scalaire.

Par exemple, pour augmenter de 10% le prix de tous les produits, on peut exécuter :

```
UPDATE produits SET prix = prix * 1.10;
```

L'expression donnant la nouvelle valeur peut faire référence aux valeurs courantes de la ligne.

Il n'a pas été indiqué ici de clause WHERE. Si elle est omise, toutes les lignes de la table sont modifiées. Si elle est présente, seules les lignes qui remplissent la condition WHERE sont mises à jour. Le signe égal dans la clause SET réalise une affectation, alors que celui de la clause WHERE permet une comparaison. Pour autant, cela ne crée pas d'ambiguité. La condition WHERE n'est pas nécessairement un test d'égalité de nombreux autres opérateurs existent (voir le Chapitre 9, Fonctions et opérateurs). Mais le résultat de l'expression est booléen.

Il est possible d'actualiser plusieurs colonnes en une seule commande UPDATE par l'indication de plusieurs colonnes dans la clause SET.

Par exemple :

```
UPDATE ma_table SET a = 5, b = 3, c = 1 WHERE a > 0;
```

6.3. Supprimer des données

Les parties précédentes présentent l'ajout et la modification de données. Il reste à voir leur suppression quand elles ne sont plus nécessaires. Comme pour l'insertion, la suppression ne peut se faire que par ligne entière. Le SQL ne propose pas de moyen d'accéder à une ligne particulière. C'est pourquoi la suppression de lignes se fait en indiquant les conditions à remplir par les lignes à supprimer. S'il y a une clé primaire dans la table, alors il est possible d'indiquer précisément la ligne à supprimer. Mais on peut aussi supprimer un groupe de lignes qui remplissent une condition, ou même toutes les lignes d'une table en une fois.

Pour supprimer des lignes, on utilise la commande **DELETE**(7) ; la syntaxe est très similaire à la commande **UPDATE**.

Par exemple, pour supprimer toutes les lignes de la table *produits* qui ont un prix de 10, on exécute :

```
DELETE FROM produits WHERE prix = 10;
```

En indiquant simplement :

```
DELETE FROM produits;
```

on supprime toutes les lignes de la table. Attention aux mauvaises manipulations !

6.4. Renvoyer des données provenant de lignes modifiées

Parfois, il est intéressant d'obtenir des données de lignes modifiées pendant qu'elles sont manipulées. Les commandes **INSERT**, **UPDATE** et **DELETE** ont toutes une clause **RETURNING** optionnelle qui le permet. L'utilisation de la clause **RETURNING** évite l'exécution d'une requête supplémentaire pour coller les données, et est particulièrement intéressante quand il serait difficile d'identifier autrement les lignes modifiées.

Le contenu autorisé d'une clause **RETURNING** est identique à celui de la liste de sortie d'une commande **SELECT** (voir Section 7.3, « Listes de sélection »). Elle peut contenir les noms des colonnes de la table cible ou des expressions utilisant ces colonnes. Un raccourci habituel est **RETURNING ***, qui sélectionne toutes les colonnes de la table cible, dans l'ordre de définition.

Avec un **INSERT**, les données disponibles à **RETURNING** est la ligne qui a été insérée. Ceci n'est pas utile pour les insertions simples car cela ne fera que répéter les données fournies par le client mais cela peut devenir très utile si la commande se base sur les valeurs calculées par défaut. Par exemple, lors de l'utilisation d'une colonne *serial* fournit des identifiants uniques, **RETURNING** peut renvoyer l'identifiant affecté à une nouvelle ligne :

```
CREATE TABLE utilisateurs (prenom text, nom text, id serial primary key);
INSERT INTO utilisateurs (prenom, nom) VALUES ('Joe', 'Cool') RETURNING id;
```

La clause **RETURNING** est aussi très utile avec un **INSERT ... SELECT**

Dans un **UPDATE**, les données disponibles pour la clause **RETURNING** correspondent au nouveau contenu de la ligne modifiée. Par exemple :

```
UPDATE produits SET prix = prix * 1.10
WHERE prix <= 99.99
RETURNING nom, prix AS nouveau_prix;
```

Dans un **DELETE**, les données disponibles pour la clause **RETURNING** correspondent au contenu de la ligne supprimée. Par exemple :

```
DELETE FROM produits
WHERE date_perime = 'today'
RETURNING *;
```

Si des triggers (Chapitre 37, Déclencheurs (triggers)) sont définis sur la table cible, les données disponibles pour la clause **RETURNING** correspondent à la ligne modifiée par les triggers. De ce fait, une utilisation courante de la clause **RETURNING** est d'inspecter les colonnes calculées par les triggers.

Chapitre 7. Requêtes

Les précédents chapitres ont expliqué comme créer des tables, comment les remplir avec des données et comment manipuler ces données. Maintenant, nous discutons enfin de la façon de récupérer ces données depuis la base de données.

7.1. Aperçu

Le processus et la commande de récupération des données sont appelés une *requête*. En SQL, la commande SELECT(7) est utilisée pour spécifier des requêtes. La syntaxe générale de la commande SELECT est

```
[WITH with_requêtes] SELECT liste_select FROM expression_table [specification_tri]
```

Les sections suivantes décrivent le détail de la liste de sélection, l'expression des tables et la spécification du tri. Les requêtes WITH sont traitées en dernier car il s'agit d'une fonctionnalité avancée.

Un type de requête simple est de la forme :

```
SELECT * FROM table1;
```

En supposant qu'il existe une table appelée `table1`, cette commande récupérera toutes les lignes et toutes les colonnes, définies par l'utilisateur, de `table1`. La méthode de récupération dépend de l'application cliente. Par exemple, le programme `psql` affichera une table, façon art ASCII, alors que les bibliothèques du client offriront des fonctions d'extraction de valeurs individuelles à partir du résultat de la requête. * comme liste de sélection signifie que toutes les colonnes de l'expression de table seront récupérées. Une liste de sélection peut aussi être un sous-ensemble des colonnes disponibles ou effectuer un calcul en utilisant les colonnes. Par exemple, si `table1` dispose des colonnes nommées `a`, `b` et `c` (et peut-être d'autres), vous pouvez lancer la requête suivante :

```
SELECT a, b + c FROM table1;
```

(en supposant que `b` et `c` soient de type numérique). Voir la Section 7.3, « Listes de sélection » pour plus de détails.

`FROM table1` est un type très simple d'expression de tables : il lit une seule table. En général, les expressions de tables sont des constructions complexes de tables de base, de jointures et de sous-requêtes. Mais vous pouvez aussi entièrement omettre l'expression de table et utiliser la commande **SELECT** comme une calculatrice :

```
SELECT 3 * 4;
```

Ceci est plus utile si les expressions de la liste de sélection renvoient des résultats variants. Par exemple, vous pouvez appeler une fonction de cette façon :

```
SELECT random();
```

7.2. Expressions de table

Une *expression de table* calcule une table. L'expression de table contient une clause `FROM` qui peut être suivie des clauses `WHERE`, `GROUP BY` et `HAVING`. Les expressions triviales de table font simplement référence à une table sur le disque, une table de base, mais des expressions plus complexes peuvent être utilisées pour modifier ou combiner des tables de base de différentes façons.

Les clauses optionnelles `WHERE`, `GROUP BY` et `HAVING` dans l'expression de table spécifient un tube de transformations successives réalisées sur la table dérivée de la clause `FROM`. Toutes ces transformations produisent une table virtuelle fournissant les lignes à passer à la liste de sélection qui choisira les lignes à afficher de la requête.

7.2.1. Clause FROM

La section intitulée « Clause FROM » dérive une table à partir d'une ou plusieurs tables données dans une liste de référence dont les tables sont séparées par des virgules.

```
FROM reference_table [, reference_table [, ...]]
```

Une référence de table pourrait être un nom de table (avec en option le nom du schéma) ou de table dérivée, telle qu'une sous-requête, une construction `JOIN` ou une combinaison complexe de ces possibilités. Si plus d'une référence de table est listée dans la clause `FROM`, les tables sont jointes en croisé (autrement dit, cela réalise un produit cartésien de leur lignes ; voir ci-dessous). Le résultat de la liste `FROM` est une table virtuelle intermédiaire pouvant être sujette aux transformations des clauses `WHERE`, `GROUP BY` et `HAVING`, et est finalement le résultat des expressions de table.

Lorsqu'une référence de table nomme une table qui est la table parent d'une table suivant la hiérarchie de l'héritage, la référence de table produit les lignes non seulement de la table mais aussi des descendants de cette table sauf si le mot clé ONLY précède le nom de la table. Néanmoins, la référence produit seulement les colonnes qui apparaissent dans la table nommée... toute colonne ajoutée dans une sous-table est ignorée.

Au lieu d'écrire ONLY avant le nom de la table, vous pouvez écrire * après le nom de la table pour indiquer spécifiquement que les tables filles sont incluses. Écrire * n'est pas nécessaire car il s'agit du comportement par défaut (sauf si vous avez choisi de modifier la configuration de sql_inheritance). Néanmoins, écrire * peut être utile pour indiquer fortement que les tables filles seront parcourues.

7.2.1.1. Tables jointes

Une table jointe est une table dérivée de deux autres tables (réelles ou dérivées) suivant les règles du type de jointure particulier. Les jointures internes (inner), externes (outer) et croisées (cross) sont disponibles. La syntaxe générale d'une table jointe est :

```
T1 type_jointure T2 [ condition_jointure ]
```

Des jointures de tous types peuvent être chaînées ensemble ou imbriquées : une des deux tables ou les deux tables peuvent être des tablees jointes. Des parenthèses peuvent être utilisées autour des clauses JOIN pour contrôler l'ordre de jointure. Dans l'absence des parenthèses, les clauses JOIN s'imbriquent de gauche à droite.

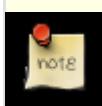
Types de jointures

Jointure croisée (cross join)

```
T1 CROSS JOIN T2
```

Pour chaque combinaison possible de lignes provenant de *T1* et *T2* (c'est-à-dire un produit cartésien), la table jointe contiendra une ligne disposant de toutes les colonnes de *T1* suivies par toutes les colonnes de *T2*. Si les tables ont respectivement N et M lignes, la table jointe en aura N * M.

FROM *T1* CROSS JOIN *T2* est équivalent à FROM *T1* INNER JOIN *T2* ON TRUE (voir ci-dessous). C'est aussi équivalent à : FROM *T1*, *T2*.



Note

Cette dernière équivalence ne convient pas exactement quand plusieurs tables apparaissent car JOIN lie de façon plus profonde que la virgule. Par exemple FROM *T1* CROSS JOIN *T2* INNER JOIN *T3* ON *condition* n'est pas identique à FROM *T1*, *T2* INNER JOIN *T3* ON *condition* car *condition* peut faire référence à *T1* dans le premier cas mais pas dans le second.

Jointures qualifiées (qualified joins)

```
T1 { [ INNER ] | { LEFT | RIGHT | FULL } [ OUTER ] } JOIN T2 ON expression_booleenne
T1 { [ INNER ] | { LEFT | RIGHT | FULL } [ OUTER ] } JOIN T2 USING ( liste_des_colonnes_jointes )
T1 NATURAL { [ INNER ] | { LEFT | RIGHT | FULL } [ OUTER ] } JOIN T2
```

Les mots INNER et OUTER sont optionnels dans toutes les formes. INNER est la valeur par défaut ; LEFT, RIGHT et FULL impliquent une jointure externe.

La *condition de la jointure* est spécifiée dans la clause ON ou USING, ou implicitement par le mot NATURAL. La condition de jointure détermine les lignes des deux tables source considérées comme « correspondante », comme l'explique le paragraphe ci-dessous.

Les types possibles de jointures qualifiées sont :

INNER JOIN

Pour chaque ligne R1 de T1, la table jointe a une ligne pour chaque ligne de T2 satisfaisant la condition de jointure avec R1.

LEFT OUTER JOIN

Tout d'abord, une jointure interne est réalisée. Puis, pour chaque ligne de T1 qui ne satisfait pas la condition de jointure avec les lignes de T2, une ligne jointe est ajoutée avec des valeurs NULL dans les colonnes de T2. Du coup, la table jointe a toujours au moins une ligne pour chaque ligne de T1 quelque soient les conditions.

RIGHT OUTER JOIN

Tout d'abord, une jointure interne est réalisée. Puis, pour chaque ligne de T2 qui ne satisfait pas la condition de jointure avec les lignes de T1, une ligne jointe est ajoutée avec des valeurs NULL dans les colonnes de T1. C'est l'inverse d'une jointure gauche : la table résultante aura toujours une ligne pour chaque ligne de T2 quelque soient les conditions.

FULL OUTER JOIN

Tout d'abord, une jointure interne est réalisée. Puis, pour chaque ligne de T1 qui ne satisfait pas la condition de jointure avec les lignes de T2, une ligne jointe est ajoutée avec des valeurs NULL dans les colonnes de T2. De plus, pour chaque ligne de T2 qui ne satisfait pas la condition de jointure avec les lignes de T1, une ligne jointe est ajoutée avec des valeurs NULL dans les colonnes de T1.

La clause **ON** est le type de condition de jointure le plus utilisé : elle prend une valeur booléenne du même type que celle utilisée dans une clause **WHERE**. Une paire de lignes provenant de *T1* et de *T2* correspondent si l'expression de la clause **ON** vaut true.

La clause **USING** est un raccourci qui vous permet de prendre avantage d'une situation spécifique où les deux côtés de la jointure utilisent le même nom pour la colonne jointe. Elle prend une liste de noms de colonnes partagées, en séparant les noms par des virgules et forme une condition de jointure qui inclut une comparaison d'égalité entre chaque. Par exemple, joindre *T1* et *T2* avec **USING** (*a*, *b*) produit la même condition de jointure que la condition **ON** *T1.a = T2.a AND T1.b = T2.b*.

De plus, la sortie de **JOIN USING** supprime les colonnes redondantes : il n'est pas nécessaire d'imprimer les colonnes de correspondance, puisqu'elles doivent avoir des valeurs identiques. Alors que **JOIN ON** produit toutes les colonnes de *T2*, **JOIN USING** produit une seule colonne pour chaque paire de colonnes listées (dans l'ordre listé), suivi par chaque colonne restante provenant de *T1*, suivi par chaque colonne restante provenant de *T2*.

Enfin, **NATURAL** est un raccourci de **USING** : il forme une liste **USING** consistant de tous les noms de colonnes apparaissant dans les deux tables en entrée. Comme avec **USING**, ces colonnes apparaissent seulement dans la table en sortie. S'il n'existe aucun nom commun de colonne, **NATURAL JOIN** se comporte comme **JOIN ... ON TRUE** et produit une jointure croisée.

**Note**

USING est raisonnablement protégé contre les changements de colonnes dans les relations jointes car seuls les noms de colonnes listés sont combinés. **NATURAL** est considéré comme plus risqué car toute modification de schéma causant l'apparition d'un nouveau nom de colonne correspondant fera en sorte de joindre la nouvelle colonne.

Pour rassembler tout ceci, supposons que nous avons une table *t1* :

no	nom
1	a
2	b
3	c

et une table *t2* :

no	valeur
1	xxx
3	yyy
5	zzz

nous obtenons les résultats suivants pour les différentes jointures :

```
=> SELECT * FROM t1 CROSS JOIN t2;
no | nom | no | valeur
---+---+---+---
1  | a   | 1  | xxx
1  | a   | 3  | yyy
1  | a   | 5  | zzz
2  | b   | 1  | xxx
2  | b   | 3  | yyy
2  | b   | 5  | zzz
3  | c   | 1  | xxx
3  | c   | 3  | yyy
3  | c   | 5  | zzz
```

```
(9 rows)

=> SELECT * FROM t1 INNER JOIN t2 ON t1.no = t2.no;
no | nom | no | valeur
---+---+---+---
 1 | a   | 1  | xxx
 3 | c   | 3  | yyy
(2 rows)

=> SELECT * FROM t1 INNER JOIN t2 USING (no);
no | nom | valeur
---+---+---
 1 | a   | xxx
 3 | c   | yyy
(2 rows)

=> SELECT * FROM t1 NATURAL INNER JOIN t2;
no | nom | valeur
---+---+---
 1 | a   | xxx
 3 | c   | yyy
(2 rows)

=> SELECT * FROM t1 LEFT JOIN t2 ON t1.no = t2.no;
no | nom | no | valeur
---+---+---+---
 1 | a   | 1  | xxx
 2 | b   |
 3 | c   | 3  | yyy
(3 rows)

=> SELECT * FROM t1 LEFT JOIN t2 USING (no);
no | nom | valeur
---+---+---
 1 | a   | xxx
 2 | b   |
 3 | c   | yyy
(3 rows)

=> SELECT * FROM t1 RIGHT JOIN t2 ON t1.no = t2.no;
no | nom | no | valeur
---+---+---+---
 1 | a   | 1  | xxx
 3 | c   | 3  | yyy
      |      | 5  | zzz
(3 rows)

=> SELECT * FROM t1 FULL JOIN t2 ON t1.no = t2.no;
no | nom | no | valeur
---+---+---+---
 1 | a   | 1  | xxx
 2 | b   |
 3 | c   | 3  | yyy
      |      | 5  | zzz
(4 rows)
```

La condition de jointure spécifiée avec ON peut aussi contenir des conditions sans relation directe avec la jointure. Ceci est utile pour quelques requêtes mais son utilisation doit avoir été réfléchie. Par exemple :

```
=> SELECT * FROM t1 LEFT JOIN t2 ON t1.no = t2.no AND t2.valeur = 'xxx';
no | nom | no | valeur
---+---+---+---
 1 | a   | 1  | xxx
 2 | b   |
 3 | c   |
(3 rows)
```

Notez que placer la restriction dans la clause WHERE donne un résultat différent :

```
=> SELECT * FROM t1 LEFT JOIN t2 ON t1.num = t2.num WHERE t2.value = 'xxx';
```

num	name	num	value
1	a	1	xxx
(1 row)			

Ceci est dû au fait qu'une restriction placée dans la clause ON est traitée *avant* la jointure alors qu'une restriction placée dans la clause WHERE est traitée *après* la jointure. Ceci n'a pas d'importance avec les jointures internes, mais en a une grande avec les jointures externes.

7.2.1.2. Alias de table et de colonne

Un nom temporaire peut être donné aux tables et aux références de tables complexe, qui sera ensuite utilisé pour référencer la table dérivée dans la suite de la requête. Cela s'appelle un *alias de table*.

Pour créer un alias de table, écrivez

```
FROM reference_table AS alias
```

ou

```
FROM reference_table alias
```

Le mot clé AS n'est pas obligatoire. alias peut être tout identifiant.

Une application typique des alias de table est l'affectation d'identifiants courts pour les noms de tables longs, ce qui permet de garder des clauses de jointures lisibles. Par exemple :

```
SELECT * FROM nom_de_table_tres_tres_long s
JOIN un_autre_nom_tres_long a ON s.id = a.no;
```

L'alias devient le nouveau nom de la table en ce qui concerne la requête en cours -- il n'est pas autorisé de faire référence à la table par son nom original où que ce soit dans la requête. Du coup, ceci n'est pas valide :

```
SELECT * FROM mon_table AS m WHERE mon_table.a > 5;      -- mauvais
```

Les alias de table sont disponibles principalement pour aider à l'écriture de requête mais ils deviennent nécessaires pour joindre une table avec elle-même, par exemple :

```
SELECT * FROM personnes AS mere JOIN personnes AS enfant ON mere.id = enfant.mere_id;
```

De plus, un alias est requis si la référence de la table est une sous-requête (voir la Section 7.2.1.3, « Sous-requêtes »).

Les parenthèses sont utilisées pour résoudre les ambiguïtés. Dans l'exemple suivant, la première instruction affecte l'alias b à la deuxième instance de ma_table mais la deuxième instruction affecte l'alias au résultat de la jonction :

```
SELECT * FROM ma_table AS a CROSS JOIN ma_table AS b ...
SELECT * FROM (ma_table AS a CROSS JOIN ma_table) AS b ...
```

Une autre forme d'alias de tables donne des noms temporaires aux colonnes de la table ainsi qu'à la table :

```
FROM reference_table [AS] alias ( colonne1 [, colonne2 [, ...] ] )
```

Si le nombre d'alias de colonnes spécifié est plus petit que le nombre de colonnes dont dispose la table réelle, les colonnes suivantes ne sont pas renommées. Cette syntaxe est particulièrement utile dans le cas de jointure avec la même table ou dans le cas de sous-requêtes.

Quand un alias est appliqué à la sortie d'une clause JOIN, l'alias cache le nom original référencé à l'intérieur du JOIN. Par exemple :

```
SELECT a.* FROM ma_table AS a JOIN ta_table AS b ON ...
```

est du SQL valide mais :

```
SELECT a.* FROM (ma_table AS a JOIN ta_table AS b ON ...) AS c
```

n'est pas valide l'alias de table a n'est pas visible en dehors de l'alias c.

7.2.1.3. Sous-requêtes

Une sous-requête spécifiant une table dérivée doit être enfermée dans des parenthèses et doit se voir affecté un alias de table

(comme dans Section 7.2.1.2, « Alias de table et de colonne »). Par exemple :

```
FROM (SELECT * FROM table1) AS nom_alias
```

Cet exemple est équivalent à `FROM table1 AS nom_alias`. Des cas plus intéressants, qui ne peuvent pas être réduit à une jointure pleine, surviennent quand la sous-requête implique un groupement ou un agrégat.

Un sous-requête peut aussi être une liste **VALUES** :

```
FROM (VALUES ('anne', 'smith'), ('bob', 'jones'), ('joe', 'blow'))  
AS noms(prenom, nom)
```

De nouveau, un alias de table est requis. Affecter des noms d'alias aux colonnes de la liste **VALUES** est en option mais c'est une bonne pratique. Pour plus d'informations, voir Section 7.7, « Listes VALUES ».

7.2.1.4. Fonctions de table

Les fonctions de table sont des fonctions produisant un ensemble de lignes composées de types de données de base (types scalaires) ou de types de données composites (lignes de table). Elles sont utilisées comme une table, une vue ou une sous-requête de la clause `FROM` d'une requête. Les colonnes renvoyées par les fonctions de table peuvent être incluses dans une clause `SELECT`, `JOIN` ou `WHERE` de la même manière que les colonnes d'une table, vue ou sous-requête.

Les fonctions de table peuvent aussi être combinées en utilisant la syntaxe `ROWS FROM`, avec les résultats renvoyés dans des colonnes parallèles ; le nombre de lignes résultantes dans ce cas est celui du résultat de fonction le plus large. Les résultats ayant moins de colonnes sont alignés avec des valeurs `NULL`.

```
appel_fonction [WITH ORDINALITY] [[AS] alias_table [(alias_colonne [, ... ])]]  
ROWS FROM( appel_fonction [, ... ] ) [WITH ORDINALITY] [[AS] alias_table  
[(alias_colonne [, ... ])]]
```

Si la clause `WITH ORDINALITY` est ajoutée, une colonne supplémentaire de type `bigint` sera ajoutée aux colonnes de résultat de la fonction. Cette colonne numérote les lignes de l'ensemble de résultats de la fonction, en commençant à 1. (Ceci est une généralisation de la syntaxe du standard SQL pour `UNNEST ... WITH ORDINALITY`.) Par défaut, la colonne ordinaire est appelée `ordinality`, mais un nom de colonne différent peut être affecté en utilisant une clause `AS`.

La fonction de table `UNNEST` peut être appelée avec tout nombre de paramètres tableaux, et envoie un nombre correspondant de colonnes comme si la fonction `UNNEST` avait été appelée sur chaque paramètre séparément (Section 9.18, « Fonctions et opérateurs de tableaux ») et combinée en utilisant la construction `ROWS FROM`.

```
UNNEST( expression_tableau [, ... ] ) [WITH ORDINALITY] [[AS] alias_table  
[(alias_colonne [, ... ])]]
```

Si aucun `alias_table` n'est précisé, le nom de la fonction est utilisé comme nom de table ; dans le cas d'une construction `ROWS FROM()`, le nom de la première fonction est utilisé.

Si des alias de colonnes ne sont pas fournies pour une fonction renvoyant un type de données de base, alors le nom de la colonne est aussi le même que le nom de la fonction. Pour une fonction renvoyant un type composite, les colonnes résultats obtiennent les noms des attributs individuels du type.

Quelques exemples :

```
CREATE TABLE truc (trucid int, trucsousid int, trucnom text);

CREATE FUNCTION recupertruc(int) RETURNS SETOF foo AS $$  
    SELECT * FROM truc WHERE trucid = $1;  
$$ LANGUAGE SQL;

SELECT * FROM recupertruc(1) AS t1;

SELECT * FROM truc  
WHERE trucsousid IN (  
    SELECT trucsousid  
    FROM recupertruc(truc.trucid) z  
    WHERE z.trucid = truc.trucid);
```

```
CREATE VIEW vue_recuptruc AS SELECT * FROM recupertruc(1);
SELECT * FROM vue_recuptruc;
```

Dans certains cas, il est utile de définir des fonctions de table pouvant renvoyer des ensembles de colonnes différentes suivant la façon dont elles sont appelées. Pour supporter ceci, la fonction de table est déclarée comme renvoyant le pseudotype record. Quand une telle fonction est utilisée dans une requête, la structure de ligne attendue doit être spécifiée dans la requête elle-même, de façon à ce que le système sache comment analyser et planifier la requête. Cette syntaxe ressemble à ceci :

```
appel_fonction [AS] alias (définition_colonne [, ... ])
appel_fonction AS [alias] (définition_colonne [, ... ])
ROWS FROM( ... appel_fonction AS (définition_colonne [, ... ]) [, ... ] )
```

Lorsque la syntaxe ROWS FROM() n'est pas utilisée, la liste *définition_colonne* remplace la liste d'alias de colonnes qui aurait été autrement attachée à la clause FROM ; les noms dans les définitions de colonnes servent comme alias de colonnes. Lors de l'utilisation de la syntaxe ROWS FROM(), une liste *définition_colonne* peut être attachée à chaque fonction membre séparément ; ou s'il existe seulement une fonction membre et pas de clause WITH ORDINALITY, une liste *column_definition* peut être écrite au lieu de la liste d'alias de colonnes suivant ROWS FROM().

Considérez cet exemple :

```
SELECT *
  FROM dblink('dbname=mabd', 'SELECT proname, prosrc FROM pg_proc')
            AS t1(proname nom, prosrc text)
 WHERE proname LIKE 'bytea%';
```

La fonction dblink(3) (part of the dblink module) exécute une requête distante. Elle déclare renvoyer le type record car elle pourrait être utilisée pour tout type de requête. L'ensemble de colonnes réelles doit être spécifié dans la requête appelante de façon à ce que l'analyseur sache, par exemple, comment étendre *.

7.2.1.5. Sous-requêtes LATERAL

Les sous-requêtes apparaissant dans la clause FROM peuvent être précédées du mot clé LATERAL. Ceci leur permet de référencer les colonnes fournies par les éléments précédents dans le FROM. (Sans LATERAL, chaque sous-requête est évaluée indépendamment et ne peut donc pas référencer les autres éléments de la clause FROM.)

Les fonctions renvoyant des ensembles et apparaissant dans le FROM peuvent aussi être précédées du mot clé LATERAL, mais, pour les fonctions, le mot clé est optionnel. Les arguments de la fonction peuvent contenir des références aux colonnes fournies par les éléments précédents dans le FROM.

Un élément LATERAL peut apparaître au niveau haut dans la liste FROM ou dans un arbre de jointures (JOIN). Dans ce dernier cas, cela peut aussi faire référence à tout élément qui sont sur le côté gauche d'un JOIN alors qu'il est positionné sur sa droite.

Quand un élément FROM contient des références croisées LATERAL, l'évaluation se fait ainsi : pour chaque ligne d'un élément FROM fournissant les colonnes référencées, ou pour chaque ensemble de lignes de plusieurs éléments FROM fournissant les colonnes, l'élément LATERAL est évalué en utilisant cette valeur de ligne ou cette valeur d'ensembles de lignes. Les lignes résultantes sont jointes comme d'habitude aux lignes résultantes du calcul. C'est répété pour chaque ligne ou ensemble de lignes provenant de la table source.

Un exemple trivial de LATERAL est

```
SELECT * FROM foo, LATERAL (SELECT * FROM bar WHERE bar.id = foo.bar_id) ss;
```

Ceci n'est pas vraiment utile car cela revient exactement au même résultat que cette écriture plus conventionnelle :

```
SELECT * FROM foo, bar WHERE bar.id = foo.bar_id;
```

LATERAL est principalement utile lorsqu'une colonne référencée est nécessaire pour calculer la colonne à joindre. Une utilisation habituelle est de fournir une valeur d'un argument à une fonction renvoyant un ensemble de lignes. Par exemple, supposons que vertices(polygon) renvoie l'ensemble de sommets d'un polygone, nous pouvons identifier les sommets proches des polygones stockés dans une table avec la requête suivante :

```
SELECT p1.id, p2.id, v1, v2
FROM polygones p1, polygones p2,
```

```
LATERAL vertices(p1.poly) v1,
LATERAL vertices(p2.poly) v2
WHERE (v1 <-> v2) < 10 AND p1.id != p2.id;
```

Cette requête pourrait aussi être écrite ainsi :

```
SELECT p1.id, p2.id, v1, v2
FROM polygons p1 CROSS JOIN LATERAL vertices(p1.poly) v1,
     polygons p2 CROSS JOIN LATERAL vertices(p2.poly) v2
WHERE (v1 <-> v2) < 10 AND p1.id != p2.id;
```

ou dans diverses autres formulations équivalentes. (Nous l'avons déjà mentionné, le mot clé LATERAL est inutile dans cet exemple mais nous l'utilisons pour plus de clareté.)

Il est souvent particulièrement utile d'utiliser LEFT JOIN sur une sous-requête LATERAL, pour que les lignes sources apparaissent dans le résultat même si la sous-requête LATERAL ne produit aucune ligne pour elles. Par exemple, si `get_product_names()` renvoie les noms des produits réalisés par un manufacturier mais que quelques manufacturiers dans notre table ne réalisent aucun produit, nous pourrions les trouver avec cette requête :

```
SELECT m.name
FROM manufacturers m LEFT JOIN LATERAL get_product_names(m.id) pname ON true
WHERE pname IS NULL;
```

7.2.2. Clause WHERE

La syntaxe de la section intitulée « Clause WHERE » est

`WHERE condition_recherche`

où `condition_recherche` est toute expression de valeur (voir la Section 4.2, « Expressions de valeurs ») renvoyant une valeur de type boolean.

Après le traitement de la clause FROM, chaque ligne de la table virtuelle dérivée est vérifiée avec la condition de recherche. Si le résultat de la vérification est positif (true), la ligne est conservée dans la table de sortie, sinon (c'est-à-dire si le résultat est faux ou nul), la ligne est abandonnée. La condition de recherche référence typiquement au moins une colonne de la table générée dans la clause FROM ; ceci n'est pas requis mais, dans le cas contraire, la clause WHERE n'aurait aucune utilité.



Note

La condition de jointure d'une jointure interne peut être écrite soit dans la clause WHERE soit dans la clause JOIN. Par exemple, ces expressions de tables sont équivalentes :

```
FROM a, b WHERE a.id = b.id AND b.val > 5
```

et :

```
FROM a INNER JOIN b ON (a.id = b.id) WHERE b.val > 5
```

ou même peut-être :

```
FROM a NATURAL JOIN b WHERE b.val > 5
```

Laquelle vous utilisez est plutôt une affaire de style. La syntaxe JOIN dans la clause FROM n'est probablement pas aussi portable vers les autres systèmes de gestion de bases de données SQL, même si cela fait partie du standard SQL. Pour les jointures externes, il n'y a pas d'autres choix : elles doivent être faites dans la clause FROM. La clause ON ou USING d'une jointure externe n'est *pas* équivalente à une condition WHERE parce qu'elle détermine l'ajout de lignes (pour les lignes qui ne correspondent pas en entrée) ainsi que pour la suppression de lignes dans le résultat final.

Voici quelques exemples de clauses WHERE :

```
SELECT ... FROM fdt WHERE c1 > 5
```

```
SELECT ... FROM fdt WHERE c1 IN (1, 2, 3)
```

```
SELECT ... FROM fdt WHERE c1 IN (SELECT c1 FROM t2)
```

```
SELECT ... FROM fdt WHERE c1 IN (SELECT c3 FROM t2 WHERE c2 = fdt.c1 + 10)
SELECT ... FROM fdt WHERE c1 BETWEEN (SELECT c3 FROM t2 WHERE c2 = fdt.c1 + 10) AND 100
SELECT ... FROM fdt WHERE EXISTS (SELECT c1 FROM t2 WHERE c2 > fdt.c1)
```

`fdt` est la table dérivée dans la clause `FROM`. Les lignes qui ne correspondent pas à la condition de recherche de la clause `WHERE` sont éliminées de la table `fdt`. Notez l'utilisation de sous-requêtes scalaires en tant qu'expressions de valeurs. Comme n'importe quelle autre requête, les sous-requêtes peuvent employer des expressions de tables complexes. Notez aussi comment `fdt` est référencée dans les sous-requêtes. Qualifier `c1` comme `fdt.c1` est seulement nécessaire si `c1` est aussi le nom d'une colonne dans la table d'entrée dérivée de la sous-requête. Mais qualifier le nom de colonne ajoute à la clarté même lorsque cela n'est pas nécessaire. Cet exemple montre comment le nom de colonne d'une requête externe est étendue dans les requêtes internes.

7.2.3. Clauses GROUP BY et HAVING

Après avoir passé le filtre `WHERE`, la table d'entrée dérivée peut être sujette à un regroupement en utilisant la clause `GROUP BY` et à une élimination de groupe de lignes avec la clause `HAVING`.

```
SELECT liste_selection
      FROM ...
      [ WHERE ... ]
      GROUP BY reference_colonne_regroupement[,reference_colonne_regroupement]...
```

La section intitulée « Clause `GROUP BY` » est utilisée pour regrouper les lignes d'une table qui ont les mêmes valeurs dans toutes les colonnes précisées. L'ordre dans lequel ces colonnes sont indiquées importe peu. L'effet est de combiner chaque ensemble de lignes partageant des valeurs communes en un seul groupe de ligne représentant toutes les lignes du groupe. Ceci est fait pour éliminer les redondances dans la sortie et/ou pour calculer les agrégats s'appliquant à ces groupes. Par exemple :

```
=> SELECT * FROM test1;
x | y
---+---
a | 3
c | 2
b | 5
a | 1
(4 rows)

=> SELECT x FROM test1 GROUP BY x;
x
---
a
b
c
(3 rows)
```

Dans la seconde requête, nous n'aurions pas pu écrire `SELECT * FROM test1 GROUP BY x` parce qu'il n'existe pas une seule valeur pour la colonne `y` pouvant être associé avec chaque autre groupe. Les colonnes de regroupement peuvent être référencées dans la liste de sélection car elles ont une valeur constante unique par groupe.

En général, si une table est groupée, les colonnes qui ne sont pas listées dans le `GROUP BY` ne peuvent pas être référencées sauf dans les expressions d'agrégats. Voici un exemple d'expressions d'agrégat :

```
=> SELECT x, sum(y) FROM test1 GROUP BY x;
x | sum
---+---
a | 4
b | 5
c | 2
(3 rows)
```

Ici, `sum` est la fonction d'agrégat qui calcule une seule valeur pour le groupe entier. La Section 9.20, « Fonctions d'agrégat » propose plus d'informations sur les fonctions d'agrégats disponibles.



Astuce

Le regroupement sans expressions d'agrégats calcule effectivement l'ensemble les valeurs distinctes d'une colonne. Ceci peut aussi se faire en utilisant la clause `DISTINCT` (voir la Section 7.3.3, « `DISTINCT` »).

Voici un autre exemple : il calcule les ventes totales pour chaque produit (plutôt que le total des ventes sur tous les produits) :

```
SELECT produit_id, p.nom, (sum(v.unite) * p.prix) AS ventes
  FROM produits p LEFT JOIN ventes v USING (produit_id)
 GROUP BY produit_id, p.nom, p.prix;
```

Dans cet exemple, les colonnes `produit_id`, `p.nom` et `p.prix` doivent être dans la clause `GROUP BY` car elles sont référencées dans la liste de sélection de la requête (but see below). La colonne `s.unite` n'a pas besoin d'être dans la liste `GROUP BY` car elle est seulement utilisée dans l'expression de l'agrégat (`sum(...)`) représentant les ventes d'un produit. Pour chaque produit, la requête renvoie une ligne de résumé sur les ventes de ce produit.

Si la table `produits` est configurée de façon à ce que `id_produit` soit la clé primaire, alors il serait suffisant de grouper par la colonne `id_produit` dans l'exemple ci-dessus, car le nom et le prix seraient *dépendants fonctionnellement* de l'identifiant du produit, et donc il n'y aurait pas d'ambiguité sur le nom et le prix à renvoyer pour chaque groupe d'identifiant de produit.

En SQL strict, `GROUP BY` peut seulement grouper les colonnes de la table source mais PostgreSQL™ étend ceci en autorisant `GROUP BY` à grouper aussi les colonnes de la liste de sélection. Grouper par expressions de valeurs au lieu de simples noms de colonnes est aussi permis.

Si une table a été groupée en utilisant la clause `GROUP BY` mais que seuls certains groupes sont intéressants, la clause `HAVING` peut être utilisée, comme une clause `WHERE`, pour éliminer les groupes du résultat. Voici la syntaxe :

```
SELECT liste_selection FROM ... [WHERE ...] GROUP BY ... HAVING expression_booléenne
```

Les expressions de la clause `HAVING` peuvent référer à la fois aux expressions groupées et aux expressions non groupées (ce qui implique nécessairement une fonction d'agrégat).

Exemple :

```
=> SELECT x, sum(y) FROM test1 GROUP BY x HAVING sum(y) > 3;
   x | sum
-----+
   a |    4
   b |    5
(2 rows)

=> SELECT x, sum(y) FROM test1 GROUP BY x HAVING x < 'c';
   x | sum
-----+
   a |    4
   b |    5
(2 rows)
```

De nouveau, un exemple plus réaliste :

```
SELECT produit_id, p.nom, (sum(v.unite) * (p.prix - p.cout)) AS profit
  FROM produits p LEFT JOIN ventes v USING (produit_id)
 WHERE v.date > CURRENT_DATE - INTERVAL '4 weeks'
 GROUP BY produit_id, p.nom, p.prix, p.cout
 HAVING sum(p.prix * s.unite) > 5000;
```

Dans l'exemple ci-dessus, la clause `WHERE` sélectionne les lignes par une colonne qui n'est pas groupée (l'expression est vraie seulement pour les ventes des quatre dernières semaines) alors que la clause `HAVING` restreint la sortie aux groupes dont le total des ventes dépasse 5000. Notez que les expressions d'agrégats n'ont pas besoin d'être identiques dans toutes les parties d'une requête.

Si une requête contient des appels à des fonctions d'aggrégat, mais pas de clause `GROUP BY`, le regroupement a toujours lieu : le résultat est une seule ligne de regroupement (ou peut-être pas de ligne du tout si la ligne unique est ensuite éliminée par la clause `HAVING`). Ceci est vrai aussi si elle comporte une clause `HAVING`, même sans fonction d'aggrégat ou `GROUP BY`.

7.2.4. GROUPING SETS, CUBE et ROLLUP

Des opérations de regroupements plus complexes que celles décrites ci-dessus sont possibles en utilisant la notion d'*ensembles de regroupement*. Les données sélectionnées par les clauses `FROM` et `WHERE` sont regroupées séparément pour chaque ensemble de regroupement indiqué, les agrégats calculés pour chaque ensemble de la même manière que pour la clause simple `GROUP BY`, puis le résultat est retourné. Par exemple :

```
=> SELECT * FROM ventes;
   produit | taille | vendus
-----+-----+-----+
```

```

Foo      | L      | 10
Foo      | M      | 20
Bar      | M      | 15
Bar      | L      | 5
(4 rows)

=> SELECT produit, taille, sum(vendus) FROM ventes GROUP BY GROUPING SETS ((produit),
(taille), ());
produit | taille | sum
-----+-----+-----
Foo      |        | 30
Bar      |        | 20
          | L      | 15
          | M      | 35
          |        | 50
(5 rows)

```

Chaque sous liste de GROUPING SETS peut indiquer 0 ou plusieurs colonnes ou expressions et est interprétée de la même manière que si elle était directement dans la clause GROUP BY. Un ensemble de regroupement vide signifie que toutes les lignes sont agrégées pour former un simple groupe (qui est renvoyé quand bien même aucune ligne ne serait sélectionnée), comme décrit ci-dessus dans le cas de fonctions d'agrégat sans clause GROUP BY.

Les références aux colonnes de regroupement ou expressions sont remplacées par des valeurs NULL dans les lignes renvoyées pour les ensembles de regroupement où ces colonnes n'apparaissent pas. Pour identifier à quel ensemble de regroupement une ligne en particulier appartient, référez-vous à Tableau 9.55, « Opérations de regroupement ».

Une notation raccourcie est fournie pour indiquer deux types classiques d'ensemble de regroupement. Une clause sous la forme

```
ROLLUP ( e1, e2, e3, ... )
```

représente la liste indiquée d'expressions ainsi que l'ensemble des préfixes de la liste, y compris la liste vide. C'est donc équivalent à

```

GROUPING SETS (
  ( e1, e2, e3, ... ),
  ...
  ( e1, e2 ),
  ( e1 ),
  ( )
)

```

Cette notation est communément utilisée avec des données hiérarchiques ; par exemple, le total des salaires par département, division et sur l'ensemble de l'entreprise.

Une clause sous la forme

```
CUBE ( e1, e2, ... )
```

représente la liste indiquée ainsi que l'ensemble des sous-ensembles possibles. De ce fait,

```
CUBE ( a, b, c )
```

est équivalent à

```

GROUPING SETS (
  ( a, b, c ),
  ( a, b ),
  ( a,     c ),
  ( a           ),
  (       b, c ),
  (       b   ),
  (         c ),
  (           )
)

```

Les éléments individuels des clauses CUBE ou ROLLUP peuvent être des expressions individuelles, ou des sous-listes d'éléments entre parenthèses. Dans ce dernier cas, les sous-listes sont traitées comme simple élément pour la génération des ensembles de re-

groupement individuels. Par exemple :

```
CUBE ( (a, b), (c, d) )
```

est équivalent à

```
GROUPING SETS (
    ( a, b, c, d ),
    ( a, b           ),
    (           c, d ),
    (                   )
)
```

et

```
ROLLUP ( a, (b, c), d )
```

est équivalent à

```
GROUPING SETS (
    ( a, b, c, d ),
    ( a, b, c       ),
    ( a           ),
    (                   )
)
```

Les éléments CUBE et ROLLUP peuvent être utilisés directement dans la clause GROUP BY, ou imbriqués à l'intérieur d'une clause GROUPING SETS. Si une clause GROUPING SETS est imbriquée dans une autre, l'effet est le même que si tous les éléments de la clause la plus imbriquée avaient été écrits directement dans la clause de niveau supérieure.

Si de multiples clauses de regroupement sont indiquées dans une simple clause GROUP BY, alors la liste finale des ensembles de regroupement est le produit cartésien des éléments individuels. Par exemple :

```
GROUP BY a, CUBE (b, c), GROUPING SETS ((d), (e))
```

est équivalent à

```
GROUP BY GROUPING SETS (
    (a, b, c, d), (a, b, c, e),
    (a, b, d), (a, b, e),
    (a, c, d), (a, c, e),
    (a, d), (a, e)
)
```



Note

La syntaxe (a, b) est normalement reconnue dans les expressions comme un constructeur de ligne. À l'intérieur d'une clause GROUP BY, cette règle ne s'applique pas au premier niveau d'expressions, et (a, b) est reconnu comme une liste d'expressions comme décrit ci-dessus. Si pour une quelconque raison vous avez *besoin* d'un constructeur de ligne dans une expression de regroupement, utilisez ROW(a, b).

7.2.5. Traitement de fonctions Window

Si la requête contient une des fonctions Window (voir Section 3.5, « Fonctions de fenêtrage », Section 9.21, « Fonctions Window » et Section 4.2.8, « Appels de fonction de fenêtrage »), ces fonctions sont évaluées après que soient effectués les regroupements, les agrégations, les filtrages par HAVING. C'est-à-dire que si la requête comporte des agrégat, GROUP BY ou HAVING, alors les enregistrements vus par les fonctions window sont les lignes regroupées à la place des enregistrements originaux provenant de FROM/WHERE.

Quand des fonctions Window multiples sont utilisées, toutes les fonctions Window ayant des clauses PARTITION BY et ORDER BY syntaxiquement équivalentes seront à coup sûr évaluées en une seule passe sur les données. Par conséquent, elles verront le même ordre de tri, même si ORDER BY ne détermine pas de façon unique un tri. Toutefois, aucune garantie n'est faite à propos de l'évaluation de fonctions ayant des spécifications de PARTITION BY ou ORDER BY différentes. (Dans ces cas, une étape de tri est généralement nécessaire entre les passes d'évaluations de fonctions Window, et le tri ne garantit pas la préservation de l'ordre

des enregistrements que son ORDER BY estime comme identiques.)

À l'heure actuelle, les fonctions window nécessitent toujours des données pré-triées, ce qui fait que la sortie de la requête sera triée suivant l'une ou l'autre des clauses PARTITION BY/ORDER BY des fonctions Window. Il n'est toutefois pas recommandé de s'en servir. Utilisez une clause ORDER BY au plus haut niveau de la requête si vous voulez être sûr que vos résultats soient triés d'une certaine façon.

7.3. Listes de sélection

Comme montré dans la section précédente, l'expression de table pour la commande **SELECT** construit une table virtuelle intermédiaire en combinant les tables, vues, en éliminant les lignes, en groupant, etc. Cette table est finalement passée à la réalisation de la *liste de sélection*. Cette liste détermine les *colonnes* de la table intermédiaire à afficher.

7.3.1. Éléments de la liste de sélection

La forme la plus simple de liste de sélection est *****. C'est un raccourci pour indiquer toutes les colonnes que l'expression de table produit. Sinon, une liste de sélection est une liste d'expressions de valeurs séparées par des virgules (comme défini dans la Section 4.2, « Expressions de valeurs »). Par exemple, cela pourrait être une liste des noms de colonnes :

```
SELECT a, b, c FROM ...
```

Les noms de colonnes **a**, **b** et **c** sont soit les noms actuels des colonnes des tables référencées dans la clause **FROM** soit les alias qui leur ont été donnés (voir l'explication dans Section 7.2.1.2, « Alias de table et de colonne »). L'espace de nom disponible dans la liste de sélection est le même que dans la clause **WHERE** sauf si le regroupement est utilisé, auquel cas c'est le même que dans la clause **HAVING**.

Si plus d'une table a une colonne du même nom, le nom de la table doit aussi être donné comme dans :

```
SELECT tbl1.a, tbl2.a, tbl1.b FROM ...
```

En travaillant avec plusieurs tables, il est aussi utile de demander toutes les colonnes d'une table particulière :

```
SELECT tbl1.* , tbl2.a FROM ...
```

Voir Section 8.16.5, « Utiliser des types composites dans les requêtes » pour plus d'informations sur la syntaxe *nom_table.**.

Si une expression de valeur arbitraire est utilisée dans la liste de sélection, il ajoute conceptuellement une nouvelle colonne virtuelle dans la table renvoyée. L'expression de valeur est évaluée une fois pour chaque ligne avec une substitution des valeurs de lignes avec les références de colonnes. Mais les expressions de la liste de sélection n'ont pas à référencer les colonnes dans l'expression de la table de la clause **FROM** ; elles pourraient être des expressions arithmétiques constantes, par exemple.

7.3.2. Labels de colonnes

Les entrées de la liste de sélection peuvent se voir affecter des noms pour la suite de l'exécution, peut-être pour référence dans une clause **ORDER BY** ou pour affichage par l'application cliente. Par exemple :

```
SELECT a AS valeur, b + c AS sum FROM ...
```

Si aucun nom de colonne en sortie n'est spécifié en utilisant **AS**, le système affecte un nom de colonne par défaut. Pour les références de colonne simple, c'est le nom de la colonne référencée. Pour les appels de fonction, il s'agit du nom de la fonction. Pour les expressions complexes, le système générera un nom générique.

Le mot clé **AS** est optionnel, mais seulement si le nouveau nom de colonne ne correspond à aucun des mots clés PostgreSQL™ (voir Annexe C, Mots-clé SQL). Pour éviter une correspondance accidentelle à un mot clé, vous pouvez mettre le nom de colonne entre guillemets. Par exemple, **VALUE** est un mot clé, ce qui fait que ceci ne fonctionne pas :

```
SELECT a value, b + c AS somme FROM ...
```

mais ceci fonctionne :

```
SELECT a "value", b + c AS somme FROM ...
```

Pour vous protéger de possibles ajouts futurs de mots clés, il est recommandé de toujours écrire **AS** ou de mettre le nom de colonne de sortie entre guillemets.



Note

Le nom des colonnes en sortie est différent ici de ce qui est fait dans la clause FROM (voir la Section 7.2.1.2, « Alias de table et de colonne »). Il est possible de renommer deux fois la même colonne mais le nom affecté dans la liste de sélection est celui qui sera passé.

7.3.3. DISTINCT

Après le traitement de la liste de sélection, la table résultante pourrait être optionnellement sujet à l'élimination des lignes dupliquées. Le mot clé DISTINCT est écrit directement après SELECT pour spécifier ceci :

```
SELECT DISTINCT liste_selection ...
```

(au lieu de DISTINCT, le mot clé ALL peut être utilisé pour spécifier le comportement par défaut, la récupération de toutes les lignes)

Évidemment, les deux lignes sont considérées distinctes si elles diffèrent dans au moins une valeur de colonne. Les valeurs NULL sont considérées égales dans cette comparaison.

Autrement, une expression arbitraire peut déterminer quelles lignes doivent être considérées distinctes :

```
SELECT DISTINCT ON (expression [, expression ...]) liste_selection ...
```

Ici, *expression* est une expression de valeur arbitraire, évaluée pour toutes les lignes. Les lignes dont toutes les expressions sont égales sont considérées comme dupliquées et seule la première ligne de cet ensemble est conservée dans la sortie. Notez que la « première ligne » d'un ensemble est non prévisible sauf si la requête est triée sur assez de colonnes pour garantir un ordre unique des colonnes arrivant dans le filtre DISTINCT (le traitement de DISTINCT ON parvient après le tri de ORDER BY).

La clause DISTINCT ON ne fait pas partie du standard SQL et est quelque fois considérée comme étant un mauvais style à cause de la nature potentiellement indéterminée de ses résultats. Avec l'utilisation judicieuse de GROUP BY et de sous-requêtes dans FROM, la construction peut être évitée mais elle représente souvent l'alternative la plus agréable.

7.4. Combiner des requêtes

Les résultats de deux requêtes peuvent être combinés en utilisant les opérations d'ensemble : union, intersection et différence. La syntaxe est

```
requete1 UNION [ALL] requete2
requete1 INTERSECT [ALL] requete2
requete1 EXCEPT [ALL] requete2
```

requete1 et *requete2* sont les requêtes pouvant utiliser toutes les fonctionnalités discutées ici. Les opérations d'ensemble peuvent aussi être combinées et chaînées, par exemple

```
requete1 UNION requete2 UNION requete3
```

est exécuté ainsi :

```
(requete1 UNION requete2) UNION requete3
```

UNION ajoute effectivement le résultat de *requete2* au résultat de *requete1* (bien qu'il n'y ait pas de garantie qu'il s'agisse de l'ordre dans lequel les lignes sont réellement renvoyées). De plus, il élimine les lignes dupliquées du résultat, de la même façon que DISTINCT, sauf si UNION ALL est utilisée.

INTERSECT renvoie toutes les lignes qui sont à la fois dans le résultat de *requete1* et dans le résultat de *requete2*. Les lignes dupliquées sont éliminées sauf si INTERSECT ALL est utilisé.

EXCEPT renvoie toutes les lignes qui sont dans le résultat de *requete1* mais pas dans le résultat de *requete2* (ceci est quelque fois appelé la *différence* entre deux requêtes). De nouveau, les lignes dupliquées sont éliminées sauf si EXCEPT ALL est utilisé.

Pour calculer l'union, l'intersection ou la différence de deux requêtes, les deux requêtes doivent être « compatibles pour une union », ce qui signifie qu'elles doivent renvoyer le même nombre de colonnes et que les colonnes correspondantes doivent avoir des types de données compatibles, comme décrit dans la Section 10.5, « Constructions UNION, CASE et constructions relatives ».

7.5. Tri des lignes

Après qu'une requête ait produit une table en sortie (après que la liste de sélection ait été traitée), elle peut être optionnellement triée. Si le tri n'a pas été choisi, les lignes sont renvoyées dans un ordre non spécifié. Dans ce cas, l'ordre réel dépendra des types de plan de parcours et de jointure et de l'ordre sur le disque mais vous ne devez pas vous y fier. Un tri particulier en sortie peut

seulement être garantie si l'étape de tri est choisie explicitement.

La clause ORDER BY spécifie l'ordre de tri :

```
SELECT liste_selection
      FROM expression_table
      ORDER BY expression_tri1 [ASC | DESC] [NULLS { FIRST | LAST }]
      [, expression_tri2 [ASC | DESC] [NULLS { FIRST | LAST }] ...]
```

Les expressions de tri peuvent être toute expression qui serait valide dans la liste de sélection des requêtes. Voici un exemple :

```
SELECT a, b FROM table1 ORDER BY a + b, c;
```

Quand plus d'une expression est indiquée, les valeurs suivantes sont utilisées pour trier les lignes qui sont identiques aux valeurs précédentes. Chaque expression pourrait être suivie d'un ASC ou DESC optionnel pour configurer la direction du tri (ascendant ou descendant). L'ordre ASC est la valeur par défaut. L'ordre ascendant place les plus petites valeurs en premier où « plus petit » est défini avec l'opérateur <. De façon similaire, l'ordre descendant est déterminé avec l'opérateur >.¹

Les options NULLS FIRST et NULLS LAST sont utilisées pour déterminer si les valeurs NULL apparaissent avant ou après les valeurs non NULL après un tri. Par défaut, les valeurs NULL sont triées comme si elles étaient plus grandes que toute valeur non NULL. Autrement dit, NULLS FIRST est la valeur par défaut pour l'ordre descendant (DESC) et NULLS LAST est la valeur utilisée sinon.

Notez que les options de tri sont considérées indépendamment pour chaque colonne triée. Par exemple, ORDER BY x, y DESC signifie en fait ORDER BY x ASC, y DESC, ce qui est différent de ORDER BY x DESC, y DESC.

Une *expression_tri* peut aussi être à la place le nom ou le numéro d'une colonne en sortie, par exemple :

```
SELECT a + b AS sum, c FROM table1 ORDER BY sum;
SELECT a, max(b) FROM table1 GROUP BY a ORDER BY 1;
```

les deux triant par la première colonne en sortie. Notez qu'un nom de colonne en sortie doit être unique, il ne doit pas être utilisé dans une expression -- par exemple, ceci n'est *pas* correct :

```
SELECT a + b AS sum, c FROM table1 ORDER BY sum + c;           -- mauvais
```

Cette restriction est là pour réduire l'ambiguïté. Il y en a toujours si un élément ORDER BY est un simple nom qui pourrait correspondre soit à un nom de colonne en sortie soit à une colonne d'une expression de table. La colonne en sortie est utilisée dans de tels cas. Cela causera seulement de la confusion si vous utilisez AS pour renommer une colonne en sortie qui correspondra à un autre nom de colonne d'une table.

ORDER BY peut être appliqué au résultat d'une combinaison UNION, d'une combinaison INTERSECT ou d'une combinaison EXCEPT mais, dans ce cas, il est seulement permis de trier par les noms ou numéros de colonnes, pas par les expressions.

7.6. LIMIT et OFFSET

LIMIT et OFFSET vous permet de retrouver seulement une portion des lignes générées par le reste de la requête :

```
SELECT liste_selection
      FROM expression_table
      [ ORDER BY ... ]
      [ LIMIT { nombre | ALL } ] [OFFSET nombre]
```

Si un nombre limite est donné, pas plus que ce nombre de lignes sera renvoyé (mais peut-être moins si la requête récupère moins de lignes). LIMIT ALL revient à ne pas spécifier la clause LIMIT.

OFFSET indique de passer ce nombre de lignes avant de renvoyer les lignes restantes. OFFSET 0 revient à oublier la clause OFFSET, tout comme OFFSET avec un argument NULL.

¹ En fait, PostgreSQL™ utilise la classe d'opérateur B-tree par défaut pour le type de données de l'expression pour déterminer l'ordre de tri avec ASC et DESC. De façon conventionnelle, les types de données seront initialisés de façon à ce que les opérateurs < et > correspondent à cet ordre de tri mais un concepteur des types de données définis par l'utilisateur pourrait choisir de faire quelque chose de différent.

Si à la fois `OFFSET` et `LIMIT` apparaissent, alors les `OFFSET` lignes sont laissées avant de commencer le renvoi des `LIMIT` lignes.

Lors de l'utilisation de `LIMIT`, il est important d'utiliser une clause `ORDER BY` contraignant les lignes résultantes dans un ordre unique. Sinon, vous obtiendrez un sous-ensemble non prévisible de lignes de la requête. Vous pourriez demander les lignes de 10 à 20 mais dans quel ordre ? L'ordre est inconnu si vous ne spécifiez pas `ORDER BY`.

L'optimiseur de requêtes prend `LIMIT` en compte lors de la génération des plans de requêtes, de façon à ce que vous obteniez différents plans (avec différents ordres de lignes) suivant ce que vous donnez à `LIMIT` et `OFFSET`. Du coup, utiliser des valeurs `LIMIT`/`OFFSET` différentes pour sélectionner des sous-ensembles différents d'un résultat de requête *donnera des résultats inconsistants* sauf si vous forcez un ordre de résultat prévisible avec `ORDER BY`. Ceci n'est pas un bogue ; c'est une conséquence inhérente du fait que le SQL ne promet pas de délivrer les résultats d'une requête dans un ordre particulier sauf si `ORDER BY` est utilisé pour contraindre l'ordre.

Les lignes passées par une clause `OFFSET` devront toujours être traitées à l'intérieur du serveur ; du coup, un `OFFSET` important peut être inefficace.

7.7. Listes VALUES

`VALUES` fournit une façon de générer une table de « constantes » qui peut être utilisé dans une requête sans avoir à réellement créer et peupler une table sur disque. La syntaxe est

```
VALUES ( expression [, ...] ) [, ...]
```

Chaque liste d'expressions entre parenthèses génère une ligne dans la table. Les listes doivent toutes avoir le même nombre d'éléments (c'est-à-dire une liste de colonnes dans la table), et les entrées correspondantes dans chaque liste doivent avoir des types compatibles. Le type réel affecté à chaque colonne du résultat est déterminé en utilisant les mêmes règles que pour `UNION` (voir Section 10.5, « Constructions `UNION`, `CASE` et constructions relatives »).

Voici un exemple :

```
VALUES (1, 'un'), (2, 'deux'), (3, 'trois');
```

renverra une table de deux colonnes et trois lignes. C'est équivalent à :

```
SELECT 1 AS column1, 'un' AS column2
UNION ALL
SELECT 2, 'deux'
UNION ALL
SELECT 3, 'trois';
```

Par défaut, PostgreSQL™ affecte les noms `column1`, `column2`, etc. aux colonnes d'une table `VALUES`. Les noms des colonnes ne sont pas spécifiés par le standard SQL et les différents SGBD le font de façon différente. Donc, il est généralement mieux de surcharger les noms par défaut avec une liste d'alias, comme ceci :

```
=> SELECT * FROM (VALUES (1, 'one'), (2, 'two'), (3, 'three')) AS t (num,letter);
 num | letter
-----+-----
  1  | one
  2  | two
  3  | three
(3 rows)
```

Syntaxiquement, `VALUES` suivi par une liste d'expressions est traité de la même façon que

```
SELECT liste_select FROM expression_table
```

et peut apparaître partout où un `SELECT` le peut. Par exemple, vous pouvez l'utiliser comme élément d'un `UNION` ou y attacher une *spécification de tri* (`ORDER BY`, `LIMIT` et/ou `OFFSET`). `VALUES` est habituellement utilisée comme source de données dans une commande `INSERT` command, mais aussi dans une sous-requête.

Pour plus d'informations, voir `VALUES(7)`.

7.8. Requêtes WITH (*Common Table Expressions*)

WITH fournit un moyen d'écrire des ordres auxiliaires pour les utiliser dans des requêtes plus importantes. Ces requêtes, qui sont souvent appelées Common Table Expressions ou CTE, peuvent être vues comme des tables temporaires qui n'existent que pour une requête. Chaque ordre auxiliaire dans une clause WITH peut être un **SELECT**, **INSERT**, **UPDATE**, ou **DELETE**; et la clause WITH elle-même est attachée à un ordre primaire qui peut lui aussi être un **SELECT**, **INSERT**, **UPDATE**, ou **DELETE**.

7.8.1. SELECT dans WITH

L'intérêt de **SELECT** dans WITH est de diviser des requêtes complexes en parties plus simples. Un exemple est:

```
WITH ventes_regionales AS (
    SELECT region, SUM(montant) AS ventes_totales
    FROM commandes
    GROUP BY region
), meilleures_regions AS (
    SELECT region
    FROM ventes_regionales
    WHERE ventes_totales > (SELECT SUM(ventes_totales)/10 FROM ventes_regionales)
)
SELECT region,
       produit,
       SUM(quantite) AS unites_produit,
       SUM(montant) AS ventes_produit
FROM commandes
WHERE region IN (SELECT region FROM meilleures_regions)
GROUP BY region, produit;
```

qui affiche les totaux de ventes par produit dans seulement les régions ayant les meilleures ventes. La clause WITH définit deux ordres auxiliaires appelés `ventes_regionales` et `meilleures_regions`, où la sortie de `ventes_regionales` est utilisé dans `meilleures_regions` et la sortie de `meilleures_regions` est utilisée dans la requête **SELECT** primaire. Cet exemple aurait pu être écrit sans WITH, mais aurait alors nécessité deux niveaux de sous-**SELECT** imbriqués. Les choses sont un peu plus faciles à suivre de cette façon.

Le modificateur optionnel **RECURSIVE** fait passer WITH du statut de simple aide syntaxique à celui de quelque chose qu'il serait impossible d'accomplir avec du SQL standard. Grâce à **RECURSIVE**, une requête WITH peut utiliser sa propre sortie. Un exemple très simple se trouve dans cette requête, qui ajoute les nombres de 1 à 100 :

```
WITH RECURSIVE t(n) AS (
    VALUES (1)
    UNION ALL
    SELECT n+1 FROM t WHERE n < 100
)
SELECT sum(n) FROM t;
```

La forme générale d'une requête WITH est toujours un *terme non-recursif*, puis UNION (ou UNION ALL), puis un *terme récursif*. Seul le terme récursif peut contenir une référence à la sortie propre de la requête. Une requête de ce genre est exécutée comme suit :

Procédure 7.1. Évaluation de requête récursive

1. Évaluer le terme non récursif. Pour UNION (mais pas UNION ALL), supprimer les enregistrements en double. Inclure le reste dans le résultat de la requête récursive et le mettre aussi dans une table temporaire de travail (*working table*.)
2. Tant que la table de travail n'est pas vide, répéter ces étapes :
 - a. Évaluer le terme récursif, en substituant à la référence récursive le contenu courant de la table de travail. Pour UNION (mais pas UNION ALL), supprimer les doublons, ainsi que les enregistrements en doublon des enregistrements déjà obtenus. Inclure les enregistrements restants dans le résultat de la requête récursive, et les mettre aussi dans une table temporaire intermédiaire (*intermediate table*).
 - b. Remplacer le contenu de la table de travail par celui de la table intermédiaire, puis supprimer la table intermédiaire.



Note

Dans son appellation stricte, ce processus est une itération, pas une récursion, mais RECURSIVE est la terminologie choisie par le comité de standardisation de SQL.

Dans l'exemple précédent, la table de travail a un seul enregistrement à chaque étape, et il prend les valeurs de 1 à 100 en étapes successives. À la centième étape, il n'y a plus de sortie en raison de la clause WHERE, ce qui met fin à la requête.

Les requêtes récursives sont utilisées généralement pour traiter des données hiérarchiques ou sous forme d'arbres. Cette requête est un exemple utile pour trouver toutes les sous-parties directes et indirectes d'un produit, si seule une table donne toutes les inclusions immédiates :

```
WITH RECURSIVE parties_incluses(sous_partie, partie, quantite) AS (
    SELECT sous_partie, partie, quantite FROM parties WHERE partie = 'notre_produit'
    UNION ALL
    SELECT p.sous_partie, p.partie, p.quantite
    FROM parties_incluses pr, parties p
    WHERE p.partie = pr.sous_partie
)
SELECT sous_partie, SUM(quantite) as quantite_totale
FROM parties_incluses
GROUP BY sous_partie
```

Quand on travaille avec des requêtes récursives, il est important d'être sûr que la partie récursive de la requête finira par ne retourner aucun enregistrement, au risque sinon de voir la requête boucler indéfiniment. Quelquefois, utiliser UNION à la place de UNION ALL peut résoudre le problème en supprimant les enregistrements qui doublonnent ceux déjà retournés. Toutefois, souvent, un cycle ne met pas en jeu des enregistrements de sortie qui sont totalement des doublons : il peut s'avérer nécessaire de vérifier juste un ou quelques champs, afin de s'assurer que le même point a déjà été atteint précédemment. La méthode standard pour gérer ces situations est de calculer un tableau de valeurs déjà visitées. Par exemple, observez la requête suivante, qui parcourt une table graphe en utilisant un champ *lien* :

```
WITH RECURSIVE parcourt_graphe(id, lien, donnee, profondeur) AS (
    SELECT g.id, g.lien, g.donnee, 1
    FROM graphe g
    UNION ALL
    SELECT g.id, g.lien, g.donnee, sg.profondeur + 1
    FROM graphe g, parcourt_graphe sg
    WHERE g.id = sg.lien
)
SELECT * FROM parcourt_graphe;
```

Cette requête va boucler si la liaison *lien* contient des boucles. Parce que nous avons besoin de la sortie « profondeur », simplement remplacer UNION ALL par UNION ne résoudra pas le problème. À la place, nous avons besoin d'identifier si nous avons atteint un enregistrement que nous avons déjà traité pendant notre parcours des liens. Nous ajoutons deux colonnes *chemin* et *boucle* à la requête :

```
WITH RECURSIVE parcourt_graphe(id, lien, donnee, profondeur, chemin, boucle) AS (
    SELECT g.id, g.lien, g.donnee, 1,
        ARRAY[g.id],
        false
    FROM graphe g
    UNION ALL
    SELECT g.id, g.lien, g.donnee, sg.profondeur + 1,
        chemin || g.id,
        g.id = ANY(chemin)
    FROM graphe g, parcourt_graphe sg
    WHERE g.id = sg.lien AND NOT boucle
)
SELECT * FROM parcourt_graphe;
```

En plus de prévenir les boucles, cette valeur de tableau est souvent pratique en elle-même pour représenter le « chemin » pris pour atteindre chaque enregistrement.

De façon plus générale, quand plus d'un champ a besoin d'être vérifié pour identifier une boucle, utilisez un tableau d'enregistrements. Par exemple, si nous avions besoin de comparer les champs *f1* et *f2* :

```

WITH RECURSIVE parcourt_graphe(id, lien, donnee, profondeur, chemin, boucle) AS (
    SELECT g.id, g.lien, g.donnee, 1,
        ARRAY[ROW(g.f1, g.f2)],
        false
    FROM graphe g
    UNION ALL
    SELECT g.id, g.lien, g.donnee, sg.profondeur + 1,
        chemin || ROW(g.f1, g.f2),
        ROW(g.f1, g.f2) = ANY(path)
    FROM graphe g, parcourt_graphe sg
    WHERE g.id = sg.link AND NOT boucle
)
SELECT * FROM parcourt_graphe;

```



Astuce

Omettez la syntaxe `ROW()` dans le cas courant où un seul champ a besoin d'être testé pour déterminer une boucle. Ceci permet, par l'utilisation d'un tableau simple plutôt que d'un tableau de type composite, de gagner en efficacité.



Astuce

L'algorithme d'évaluation récursive de requête produit sa sortie en ordre de parcours en largeur (algorithme *breadth-first*). Vous pouvez afficher les résultats en ordre de parcours en profondeur (*depth-first*) en faisant sur la requête externe un `ORDER BY` sur une colonne « chemin » construite de cette façon.

Si vous n'êtes pas certain qu'une requête peut boucler, une astuce pratique pour la tester est d'utiliser `LIMIT` dans la requête parente. Par exemple, cette requête bouclerait indéfiniment sans un `LIMIT` :

```

WITH RECURSIVE t(n) AS (
    SELECT 1
    UNION ALL
    SELECT n+1 FROM t
)
SELECT n FROM t LIMIT 100;

```

Ceci fonctionne parce que l'implémentation de PostgreSQL™ n'évalue que le nombre d'enregistrements de la requête `WITH` récupérés par la requête parente. L'utilisation de cette astuce en production est déconseillée parce que d'autres systèmes pourraient fonctionner différemment. Par ailleurs, cela ne fonctionnera pas si vous demandez à la requête externe de trier les résultats de la requête récursive, ou si vous les joignez à une autre table, parce dans ces cas, la requête extérieure essaiera habituellement de récupérer toute la sortie de la requête `WITH` de toutes façons.

Une propriété intéressante des requêtes `WITH` est qu'elles ne sont évaluées qu'une seule fois par exécution de la requête parente ou des requêtes `WITH` sœurs. Par conséquent, les calculs coûteux qui sont nécessaires à plusieurs endroits peuvent être placés dans une requête `WITH` pour éviter le travail redondant. Un autre intérêt peut être d'éviter l'exécution multiple d'une fonction ayant des effets de bord. Toutefois, le revers de la médaille est que l'optimiseur est moins capable d'extrapoler les restrictions de la requête parente vers une requête `WITH` que vers une sous-requête classique. La requête `WITH` sera généralement exécutée telle quelle, sans suppression d'enregistrements, que la requête parente devra supprimer ensuite. (Mais, comme mentionné précédemment, l'évaluation pourrait s'arrêter rapidement si la (les) référence(s) à la requête ne demande(nt) qu'un nombre limité d'enregistrements).

Les exemples précédents ne montrent que des cas d'utilisation de `WITH` avec `SELECT`, mais on peut les attacher de la même façon à un `INSERT`, `UPDATE`, ou `DELETE`. Dans chaque cas, le mécanisme fournit en fait des tables temporaires auxquelles on peut faire référence dans la commande principale.

7.8.2. Ordres de Modification de Données avec `WITH`

Vous pouvez utiliser des ordres de modification de données (`INSERT`, `UPDATE`, ou `DELETE`) dans `WITH`. Cela vous permet d'effectuer plusieurs opérations différentes dans la même requête. Par exemple :

```

WITH lignes_deplacees AS (
    DELETE FROM produits
    WHERE

```

```

        "date" >= '2010-10-01' AND
        "date" < '2010-11-01'
    RETURNING *
)
INSERT INTO log_produits
SELECT * FROM lignes_deplacees;

```

Cette requête déplace les enregistrements de produits vers log_produits. Le DELETE du WITH supprime les enregistrements spécifiés de produits, en retournant leurs contenus par la clause RETURNING; puis la requête primaire lit cette sortie et l'insère dans log_produits.

Un point important à noter de l'exemple précédent est que la clause WITH est attachée à l'**INSERT**, pas au sous-**SELECT** de l'**INSERT**. C'est nécessaire parce que les ordres de modification de données ne sont autorisés que dans les clauses WITH qui sont attachées à l'ordre de plus haut niveau. Toutefois, les règles de visibilité normales de WITH s'appliquent, il est donc possible de faire référence à la sortie du WITH dans le sous-**SELECT**.

Les ordres de modification de données dans WITH ont habituellement des clauses RETURNING (voir Section 6.4, « Renvoyer des données provenant de lignes modifiées »), comme dans l'exemple précédent. C'est la sortie de la clause RETURNING *pas* la table cible de l'ordre de modification de données, qui forme la table temporaire à laquelle on pourra faire référence dans le reste de la requête. Si un ordre de modification de données dans WITH n'a pas de clause RETURNING, alors il ne produit pas de table temporaire et ne peut pas être utilisé dans le reste de la requête. Un ordre de ce type sera toutefois exécuté. En voici un exemple (dénue d'intérêt):

```

WITH t AS (
    DELETE FROM foo
)
DELETE FROM bar;

```

Cet exemple supprimerait tous les éléments des tables foo et bar. Le nombre d'enregistrements retourné au client n'incluerait que les enregistrements supprimés de bar.

Les auto-références récursives dans les ordres de modification de données ne sont pas autorisées. Dans certains cas, il est possible de contourner cette limitation en faisant référence à la sortie d'un WITH, par exemple:

```

WITH RECURSIVE pieces_incluses(sous_piece, piece) AS (
    SELECT sous_piece, piece FROM pieces WHERE piece = 'notre_produit'
    UNION ALL
    SELECT p.sous_piece, p.piece
    FROM pieces_incluses pr, pieces p
    WHERE p.piece = pr.sous_piece
)
DELETE FROM pieces
WHERE piece IN (SELECT piece FROM pieces_incluses);

```

Cette requête supprimerait toutes les pièces directes et indirectes d'un produit.

Les ordres de modification de données dans WITH sont exécutées exactement une fois, et toujours jusqu'à la fin, indépendamment du fait que la requête primaire lise tout (ou même une partie) de leur sortie. Notez que c'est différent de la règle pour **SELECT** dans WITH: comme précisé dans la section précédente, l'exécution d'un **SELECT** est n'est poursuivie que tant que la requête primaire consomme sa sortie.

Les sous-requêtes du WITH sont toutes exécutées simultanément et simultanément avec la requête principale. Par conséquent, quand vous utilisez un ordre de modification de données avec WITH, l'ordre dans lequel les mises à jour sont effectuées n'est pas prévisible. Toutes les requêtes sont exécutées dans le même *instantané* (voyez Chapitre 13, Contrôle d'accès simultané), elles ne peuvent donc pas voir les effets des autres sur les tables cibles. Ceci rend sans importance le problème de l'imprévisibilité de l'ordre des mises à jour, et signifie que RETURNING est la seule façon de communiquer les modifications entre les différentes sous-requêtes WITH et la requête principale. En voici un exemple:

```

WITH t AS (
    UPDATE produits SET prix = prix * 1.05
    RETURNING *
)
SELECT * FROM produits;

```

le **SELECT** externe retournerait les prix originaux avant l'action de **UPDATE**, alors que

```
WITH t AS (
    UPDATE produits SET prix = prix * 1.05
    RETURNING *
)
SELECT * FROM t;
```

le **SELECT** externe retournerait les données mises à jour.

Essayer de mettre à jour le même enregistrement deux fois dans le même ordre n'est pas supporté. Seule une des deux modifications a lieu, mais il n'est pas aisé (et quelquefois pas possible) de déterminer laquelle. Ceci s'applique aussi pour la suppression d'un enregistrement qui a déjà été mis à jour dans le même ordre: seule la mise à jour est effectuée. Par conséquent, vous devriez éviter en règle générale de mettre à jour le même enregistrement deux fois en un seul ordre. En particulier, évitez d'écrire des sous-requêtes qui modifieraient les mêmes enregistrements que la requête principale ou une autre sous-requête. Les effets d'un ordre de ce type seraient imprévisibles.

À l'heure actuelle, les tables utilisées comme cibles d'un ordre modifiant les données dans un **WITH** ne doivent avoir ni règle conditionnelle, ni règle **ALSO**, ni une règle **INSTEAD** qui génère plusieurs ordres.

Chapitre 8. Types de données

PostgreSQL™ offre un large choix de types de données disponibles nativement. Les utilisateurs peuvent ajouter de nouveaux types à PostgreSQL™ en utilisant la commande CREATE TYPE(7).

Le Tableau 8.1, « Types de données » montre tous les types de données généraux disponibles nativement. La plupart des types de données alternatifs listés dans la colonne « Alias » sont les noms utilisés en interne par PostgreSQL™ pour des raisons historiques. Il existe également d'autres types de données internes ou obsolètes, mais ils ne sont pas listés ici.

Tableau 8.1. Types de données

Nom	Alias	Description
bigint	int8	Entier signé sur 8 octets
bigserial	serial8	Entier sur 8 octets à incrémentation automatique
bit [(n)]		Suite de bits de longueur fixe
bit varying [(n)]	varbit	Suite de bits de longueur variable
boolean	bool	Booléen (Vrai/Faux)
box		Boîte rectangulaire dans le plan
bytea		Donnée binaire (« tableau d'octets »)
character [(n)]	char [(n)]	Chaîne de caractères de longueur fixe
character varying [(n)]	varchar [(n)]	Chaîne de caractères de longueur variable
cidr		Adresse réseau IPv4 ou IPv6
circle		Cercle dans le plan
date		Date du calendrier (année, mois, jour)
double precision	float8	Nombre à virgule flottante de double précision (sur huit octets)
inet		Adresse d'ordinateur IPv4 ou IPv6
integer	int, int4	Entier signé sur 4 octets
interval [champs] [(p)]		Intervalle de temps
json		Données texte JSON
jsonb		Données binaires JSON, décomposées
line		Droite (infinie) dans le plan
lseg		Segment de droite dans le plan
macaddr		Adresse MAC (pour <i>Media Access Control</i>)
money		Montant monétaire
numeric [(p, s)]	decimal [(p, s)]	Nombre exact dont la précision peut être précisée
path		Chemin géométrique dans le plan
pg_lsn		Séquence numérique de journal (Log Sequence Number)
point		Point géométrique dans le plan
polygon		Chemin géométrique fermé dans le plan
real	float4	Nombre à virgule flottante de simple précision (sur quatre octets)
smallint	int2	Entier signé sur 2 octets
smallserial	serial2	Entier sur 2 octets à incrémentation automatique
serial	serial4	Entier sur 4 octets à incrémentation automatique
text		Chaîne de caractères de longueur variable
time [(p)] [without time zone]		Heure du jour (pas du fuseau horaire)
time [(p)] with time zone	timetz	Heure du jour, avec fuseau horaire
timestamp [(p)] [without time zone]		Date et heure (pas du fuseau horaire)

Nom	Alias	Description
timestamp [<i>p</i>] with time zone	timestamptz	Date et heure, avec fuseau horaire
tsquery		requête pour la recherche plein texte
tsvector		document pour la recherche plein texte
txid_snapshot		image de l'identifiant de transaction au niveau utilisateur
uuid		identifiant unique universel
xml		données XML



Compatibilité

Les types suivants sont conformes à la norme SQL: bigint, bit, bit varying, boolean, char, character varying, character, varchar, date, double precision, integer, interval, numeric, decimal, real, smallint, time (avec et sans fuseau horaire), timestamp (avec et sans fuseau horaire), xml, .

Chaque type de données a une représentation externe déterminée par ses fonctions d'entrée et de sortie. De nombreux types de données internes ont un format externe évident. Cependant, certains types sont spécifiques à PostgreSQL™, comme les chemins géométriques, ou acceptent différents formats, comme les types de données de date et d'heure. Certaines fonctions d'entrée et de sortie ne sont pas inversables : le résultat de la fonction de sortie peut manquer de précision comparé à l'entrée initiale.

8.1. Types numériques

Les types numériques sont constitués d'entiers de 2, 4 ou 8 octets, de nombres à virgule flottante de 4 ou 8 octets et de décimaux dont la précision peut être indiquée. Le Tableau 8.2, « Types numériques » précise les types disponibles.

Tableau 8.2. Types numériques

Nom	Taille de stockage	Description	Étendue
smallint	2 octets	entier de faible étendue	de -32768 à +32767
integer	4 octets	entier habituel	de -2147483648 à +2147483647
bigint	8 octets	grand entier	de -9223372036854775808 à +9223372036854775807
decimal	variable	précision indiquée par l'utilisateur, valeur exacte	jusqu'à 131072 chiffres avant le point décimal ; jusqu'à 16383 après le point décimal
numeric	variable	précision indiquée par l'utilisateur, valeur exacte	jusqu'à 131072 chiffres avant le point décimal ; jusqu'à 16383 après le point décimal
real	4 octets	précision variable, valeur inexacte	précision de 6 décimales
double precision	8 octets	précision variable, valeur inexacte	précision de 15 décimales
smallserial	2 bytes	Entier sur 2 octets à incrémentation automatique	1 to 32767
serial	4 octets	entier à incrémentation automatique	de 1 à 2147483647
bigserial	8 octets	entier de grande taille à incrémentation automatique	de 1 à 9223372036854775807

La syntaxe des constantes pour les types numériques est décrite dans la Section 4.1.2, « Constantes ». Les types numériques ont un ensemble complet d'opérateurs arithmétiques et de fonctions. On peut se référer au Chapitre 9, Fonctions et opérateurs pour plus d'informations. Les sections suivantes décrivent ces types en détail.

8.1.1. Types entiers

Les types smallint, integer et bigint stockent des nombres entiers, c'est-à-dire sans décimale, de différentes étendues. Toute tentative d'y stocker une valeur en dehors de l'échelle produit une erreur.

Le type integer est le plus courant. Il offre un bon compromis entre capacité, espace utilisé et performance. Le type smallint n'est

utilisé que si l'économie d'espace disque est le premier critère de choix. Le type bigint est conçu pour n'être utilisé que si l'échelle de valeurs du type integer n'est pas suffisante.

SQL ne définit que les types de données integer (ou int), smallint et bigint. Les noms de types int2, int4, et int8 sont des extensions, partagées par d'autres systèmes de bases de données SQL.

8.1.2. Nombres à précision arbitraire

Le type numeric peut stocker des nombres contenant un très grand nombre de chiffres. Il est spécialement recommandé pour stocker les montants financiers et autres quantités pour lesquelles l'exactitude est indispensable. Les calculs avec des valeurs numeric renvoient des résultats exacts quand c'est possible (addition, soustraction, multiplication). Néanmoins, les calculs sur les valeurs numeric sont très lents comparés aux types entiers ou aux types à virgule flottante décrits dans la section suivante.

Dans ce qui suit, on utilise les termes suivants : l'*échelle* d'un numeric est le nombre de chiffres décimaux de la partie fractionnaire, à droite du séparateur de décimales. La *précision* d'un numeric est le nombre total de chiffres significatifs dans le nombre complet, c'est-à-dire le nombre de chiffres de part et d'autre du séparateur. Donc, le nombre 23.5141 a une précision de 6 et une échelle de 4. On peut considérer que les entiers ont une échelle de 0.

La précision maximale et l'échelle maximale d'une colonne numeric peuvent être toutes deux réglées. Pour déclarer une colonne de type numérique, il faut utiliser la syntaxe :

```
NUMERIC(précision, échelle)
```

La précision doit être strictement positive, l'échelle positive ou NULL. Alternativement :

```
NUMERIC(précision)
```

indique une échelle de 0.

```
NUMERIC
```

sans précision ni échelle crée une colonne dans laquelle on peut stocker des valeurs de n'importe quelle précision ou échelle, dans la limite de la précision implantée. Une colonne de ce type n'impose aucune précision à la valeur entrée, alors que les colonnes numeric ayant une échelle forcent les valeurs entrées à cette échelle. (Le standard SQL demande une précision par défaut de 0, c'est-à-dire de forcer la transformation en entiers. Les auteurs trouvent cela inutile. Dans un souci de portabilité, il est préférable de toujours indiquer explicitement la précision et l'échelle.)



Note

La précision maximale autorisée, si elle est explicitement spécifiée dans la déclaration du type, est de 1000. NUMERIC sans précision est sujet aux limites décrites dans Tableau 8.2, « Types numériques ».

Si l'échelle d'une valeur à stocker est supérieure à celle de la colonne, le système arrondit la valeur au nombre de décimales indiqué pour la colonne. Si le nombre de chiffres à gauche du point décimal est supérieur à la différence entre la précision déclarée et l'échelle déclarée, une erreur est levée.

Les valeurs numériques sont stockées physiquement sans zéro avant ou après. Du coup, la précision déclarée et l'échelle de la colonne sont des valeurs maximales, pas des allocations fixes (en ce sens, le type numérique est plus proche de varchar(*n*) que de char(*n*)). Le besoin pour le stockage réel est de deux octets pour chaque groupe de quatre chiffres décimaux, plus trois à huit octets d'en-tête.

En plus des valeurs numériques ordinaires, le type numeric autorise la valeur spéciale NaN qui signifie « not-a-number » (NdT : pas un nombre). Toute opération sur NaN retourne NaN. Pour écrire cette valeur comme une constante dans une requête SQL, elle doit être placée entre guillemets. Par exemple, UPDATE table SET x = 'NaN'. En saisie, la chaîne NaN est reconnue quelque soit la casse utilisée.



Note

Dans la plupart des implémentations du concept « not-a-number », NaN est considéré différent de toute valeur numérique (ceci incluant NaN). Pour autoriser le tri des valeurs de type numeric et les utiliser dans des index basés sur le tri, PostgreSQL™ traite les valeurs NaN comme identiques entre elles, mais toutes supérieures aux valeurs non NaN.

Les types decimal et numeric sont équivalents. Les deux types sont dans le standard SQL.

Lors d'arrondissement de valeurs, le type numeric arrondit en s'éloignant de zéro alors que (sur la plupart des machines), les types real et double precision arrondissent vers le nombre le plus proche. Par exemple :

```

SELECT x,
       round(x::numeric) AS num_round,
       round(x::double precision) AS dbl_round
  FROM generate_series(-3.5, 3.5, 1) as x;
   x    | num_round | dbl_round
-----+-----+-----+
 -3.5 |      -4    |      -4
 -2.5 |      -3    |      -2
 -1.5 |      -2    |      -2
 -0.5 |      -1    |      -0
  0.5 |       1    |       0
  1.5 |       2    |       2
  2.5 |       3    |       2
  3.5 |       4    |       4
(8 rows)

```

8.1.3. Types à virgule flottante

Les types de données real et double precision sont des types numériques inexacts de précision variable. En pratique, ils sont généralement conformes à la norme IEEE 754 pour l'arithmétique binaire à virgule flottante (respectivement simple et double précision), dans la mesure où les processeurs, le système d'exploitation et le compilateur les supportent.

Inexact signifie que certaines valeurs ne peuvent être converties exactement dans le format interne. Elles sont, de ce fait, stockées sous une forme approchée. Ainsi, stocker puis réafficher ces valeurs peut faire apparaître de légers écarts. Prendre en compte ces erreurs et la façon dont elles se propagent au cours des calculs est le sujet d'une branche entière des mathématiques et de l'informatique, qui n'est pas le sujet de ce document, à l'exception des points suivants :

- pour un stockage et des calculs exacts, comme pour les valeurs monétaires, le type numeric doit être privilégié ;
- pour des calculs compliqués avec ces types pour quoi que ce soit d'important, et particulièrement pour le comportement aux limites (infini, zéro), l'implantation spécifique à la plate-forme doit être étudié avec soin ;
- tester l'égalité de deux valeurs à virgule flottante peut ne pas donner le résultat attendu.

Sur la plupart des plates-formes, le type real a une étendue d'au moins 1E-37 à 1E37 avec une précision d'au moins 6 chiffres décimaux. Le type double precision a généralement une étendue de 1E-307 à 1E+308 avec une précision d'au moins 15 chiffres. Les valeurs trop grandes ou trop petites produisent une erreur. Un arrondi peut avoir lieu si la précision d'un nombre en entrée est trop grande. Les nombres trop proches de zéro qui ne peuvent être représentés autrement que par zéro produisent une erreur (underflow).



Note

Le paramètre extra_float_digits contrôle le nombre de chiffres significatifs supplémentaires à inclure quand une valeur à virgule flottante est convertie en texte. Avec la valeur par défaut de 0, la sortie est la même sur chaque plate-forme supportée par PostgreSQL. L'augmenter va produire une sortie qui représentera de façon plus précise la valeur stockée, mais cela pourrait la rendre non portable.



Note

Le paramètre extra_float_digits contrôle le nombre de chiffres significatifs inclus lorsqu'une valeur à virgule flottante est convertie en texte. Avec la valeur par défaut de 0, la sortie est la même sur chaque plate-forme supportée par PostgreSQL. L'augmenter va produire une sortie représentant plus précisément la valeur stockée mais il est possible que la sortie soit différente suivant les plateformes.

En plus des valeurs numériques ordinaires, les types à virgule flottante ont plusieurs valeurs spéciales :

`Infinity`
`-Infinity`
`NaN`

Elles représentent les valeurs spéciales de l'IEEE 754, respectivement « infinity » (NdT : infini), « negative infinity » (NdT : infini négatif) et « not-a-number » (NdT : pas un nombre) (sur une machine dont l'arithmétique à virgule flottante ne suit pas l'IEEE 754, ces valeurs ne fonctionnent probablement pas comme espéré). Lorsqu'elles sont saisies en tant que constantes dans une commande SQL, ces valeurs doivent être placées entre guillemets. Par exemple, `UPDATE table SET x = 'Infinity'`. En entrée, ces

valeurs sont reconnues quelque soit la casse utilisée.



Note

IEEE754 spécifie que NaN ne devrait pas être considéré égale à toute autre valeur en virgule flottante (ceci incluant NaN). Pour permettre le tri des valeurs en virgule flottante et leur utilisation dans des index basés sur des arbres, PostgreSQL™ traite les valeurs NaN comme identiques entre elles, mais supérieures à toute valeur différente de NaN.

PostgreSQL™ autorise aussi la notation float du standard SQL, ainsi que float(p) pour indiquer des types numériques inexacts. p indique la précision minimale acceptable en *chiffres binaires*. PostgreSQL™ accepte de float(1) à float(24), qu'il transforme en type real, et de float(25) à float(53), qu'il transforme en type double precision. Toute valeur de p hors de la zone des valeurs possibles produit une erreur. float sans précision est compris comme double precision.



Note

L'affirmation que les real et les double precision ont exactement 24 et 53 bits dans la mantisse est correcte pour les implémentations des nombres à virgule flottante respectant le standard IEEE. Sur les plates-formes non-IEEE, c'est peut-être un peu sous-estimé mais, pour plus de simplicité, la gamme de valeurs pour p est utilisée sur toutes les plates-formes.

8.1.4. Types sériés

Les types de données smallserial, serial et bigserial ne sont pas de vrais types, mais plutôt un raccourci de notation pour créer des colonnes d'identifiants uniques (similaires à la propriété AUTO_INCREMENT utilisée par d'autres SGBD). Dans la version actuelle, indiquer :

```
CREATE TABLE nom_de_table (
    nom_de_colonne SERIAL
);
```

est équivalent à écrire :

```
CREATE SEQUENCE nom_de_table_nom_de_colonne_seq;
CREATE TABLE nom_de_table (
    nom_de_colonne integer NOT NULL DEFAULT nextval('nom_de_table_nom_de_colonne_seq')
NOT NULL
);
ALTER SEQUENCE nom_de_table_nom_de_colonne_seq OWNED BY nom_de_table.nom_de_colonne;
```

Une colonne d'entiers a ainsi été créée dont la valeur par défaut est assignée par un générateur de séquence. Une contrainte NOT NULL est ajoutée pour s'assurer qu'une valeur NULL ne puisse pas être insérée. (Dans la plupart des cas, une contrainte UNIQUE ou PRIMARY KEY peut être ajoutée pour interdire que des doublons soient créés par accident, mais ce n'est pas automatique.) Enfin, la séquence est marquée « owned by » (possédée par) la colonne pour qu'elle soit supprimée si la colonne ou la table est supprimée.



Note

Comme smallserial, serial et bigserial sont implementés en utilisant des séquences, il peut y avoir des trous dans la séquence de valeurs qui apparaît dans la colonne, même si aucune ligne n'est jamais supprimée. Une valeur allouée à partir de la séquence est toujours utilisée même si la ligne contenant cette valeur n'est pas insérée avec succès dans la colonne de la table. Cela peut survenir si la transaction d'insertion est annulée. Voir nextval() dans Section 9.16, « Fonctions de manipulation de séquences » pour plus de détails.

Pour insérer la valeur suivante de la séquence dans la colonne serial, il faut préciser que la valeur par défaut de la colonne doit être utilisée. Cela peut se faire de deux façons : soit en excluant cette colonne de la liste des colonnes de la commande **INSERT** soit en utilisant le mot clé **DEFAULT**.

Les types serial et serial4 sont identiques : ils créent tous les deux des colonnes integer. Les types bigserial et serial8 fonctionnent de la même façon mais créent des colonnes bigint. bigserial doit être utilisé si plus de 2^{31} identifiants sont prévus sur la durée de vie de la table. Les noms de type smallserial et serial2 fonctionnent de la même façon, sauf qu'ils créent une colonne de type smallint.

La séquence créée pour une colonne serial est automatiquement supprimée quand la colonne correspondante est supprimée. La séquence peut être détruite sans supprimer la colonne, mais la valeur par défaut de la colonne est alors également supprimée.

8.2. Types monétaires

Le type money stocke un montant en devise avec un nombre fixe de décimales. Voir le Tableau 8.3, « Types monétaires ». La précision de la partie fractionnée est déterminée par le paramètre lc_monetary de la base de données. L'échelle indiquée dans la table suppose qu'il y a deux chiffres dans la partie fractionnée. De nombreux formats sont acceptés en entrée, dont les entiers et les nombres à virgule flottante, ainsi que les formats classiques de devises, comme '\$1,000.00'. Le format de sortie est généralement dans le dernier format, mais dépend de la locale.

Tableau 8.3. Types monétaires

Nom	Taille de stockage	Description	Étendue
money	8 octets	montant monétaire	-92233720368547758.08 à +92233720368547758.07

Comme la sortie de type de données est sensible à la locale, la recharge de données de type money dans une base de données pourrait ne pas fonctionner si la base a une configuration différente pour lc_monetary. Pour éviter les problèmes, avant de restaurer une sauvegarde dans une nouvelle base de données, assurez-vous que lc_monetary a la même valeur ou une valeur équivalente à celle de la base qui a été sauvegardée.

Les valeurs de types numeric, int et bigint peuvent être converties en type money. La conversion à partir du type real et double precision peut être fait en convertissant tout d'abord vers le type numeric. Par exemple :

```
SELECT '12.34'::float8::numeric::money;
```

Néanmoins, ce n'est pas recommandé. Les nombres à virgules flottantes ne doivent pas être utilisés pour gérer de la monnaie à cause des erreurs potentielles d'arrondis.

Une valeur money peut être convertie en numeric sans perdre de précision. Les conversions vers d'autres types peuvent potentiellement perdre en précision et doivent aussi de faire en deux étapes :

```
SELECT '52093.89'::money::numeric::float8;
```

La division d'une valeur de type money avec un entier se fait en tronquant la partie fractionnelle. Pour obtenir une valeur arrondie, divisez avec une valeur à virgule flottante ou convertissez la valeur de type money en un numeric avant de diviser, et convertissez le résultat en type money. (Cette dernière solution est privilégiée pour éviter de perdre en précision.) Quand une valeur de type money est divisée par une autre valeur de type money, le résultat est du type double precision (c'est-à-dire un nombre pur, pas une monnaie). Les unités de monnaie s'annulent dans la division.

8.3. Types caractère

Tableau 8.4. Types caractère

Nom	Description
character varying(<i>n</i>), varchar(<i>n</i>)	Longueur variable avec limite
character(<i>n</i>), char(<i>n</i>)	longueur fixe, complété par des espaces
text	longueur variable illimitée

Le Tableau 8.4, « Types caractère » présente les types génériques disponibles dans PostgreSQL™.

SQL définit deux types de caractères principaux : character varying(*n*) et character(*n*) où *n* est un entier positif. Ces deux types permettent de stocker des chaînes de caractères de taille inférieure ou égale à *n* (ce ne sont pas des octets). Toute tentative d'insertion d'une chaîne plus longue conduit à une erreur, à moins que les caractères en excès ne soient tous des espaces, auquel cas la chaîne est tronquée à la taille maximale (cette exception étrange est imposée par la norme SQL). Si la chaîne à stocker est plus petite que la taille déclarée, les valeurs de type character sont complétées par des espaces, celles de type character varying sont stockées en l'état.

Si une valeur est explicitement transtypée en character varying(*n*) ou en character(*n*), une valeur trop longue est tronquée à *n* caractères sans qu'aucune erreur ne soit levée (ce comportement est aussi imposé par la norme SQL.)

Les notations `varchar(n)` et `char(n)` sont des alias de `character varying(n)` et `character(n)`, respectivement. `character` sans indication de taille est équivalent à `character(1)`. Si `character varying` est utilisé sans indicateur de taille, le type accepte des chaînes de toute taille. Il s'agit là d'une spécificité de PostgreSQL™.

De plus, PostgreSQL™ propose aussi le type `text`, qui permet de stocker des chaînes de n'importe quelle taille. Bien que le type `text` ne soit pas dans le standard SQL, plusieurs autres systèmes de gestion de bases de données SQL le proposent également.

Les valeurs de type `character` sont complétées physiquement à l'aide d'espaces pour atteindre la longueur `n` indiquée. Ces valeurs sont également stockées et affichées de cette façon. Cependant, les espaces de remplissage sont traités comme sémantiquement non significatifs et sont donc ignorés lors de la comparaison de deux valeurs de type `character`. Dans les collationements où les espaces de remplissage sont significatifs, ce comportement peut produire des résultats inattendus, par exemple `SELECT 'a'::CHAR(2) collate "C" < E'a\n'::CHAR(2)` retourne vrai, même si la locale C considérerait qu'un espace est plus grand qu'un retour chariot. Les espaces de remplissage sont supprimés lors de la conversion d'une valeur `character` vers l'un des autres types chaîne. Ces espaces ont une signification sémantique pour les valeurs de type `character varying` et `text`, et lors de l'utilisation de la correspondance de motifs, par exemple avec `LIKE` ou avec les expressions rationnelles.

L'espace nécessaire pour une chaîne de caractères courte (jusqu'à 126 octets) est de un octet, plus la taille de la chaîne qui inclut le remplissage avec des espaces dans le cas du type `character`. Les chaînes plus longues ont quatre octets d'en-tête au lieu d'un seul. Les chaînes longues sont automatiquement compressées par le système, donc le besoin pourrait être moindre. Les chaînes vraiment très longues sont stockées dans des tables supplémentaires, pour qu'elles n'empêchent pas d'accéder rapidement à des valeurs plus courtes. Dans tous les cas, la taille maximale possible pour une chaîne de caractères est de l'ordre de 1 Go. (La taille maximale pour `n` dans la déclaration de type est inférieure. Il ne sert à rien de modifier ce comportement, car avec les encodages sur plusieurs octets, les nombres de caractères et d'octets peuvent être très différents. Pour stocker de longues chaînes sans limite supérieure précise, il est préférable d'utiliser les types `text` et `character varying` sans taille, plutôt que d'indiquer une limite de taille arbitraire.)



Astuce

Il n'y a aucune différence de performance parmi ces trois types, si ce n'est la place disque supplémentaire requise pour le type à remplissage et quelques cycles CPU supplémentaires pour vérifier la longueur lors du stockage dans une colonne contrainte par la taille. Bien que `character(n)` ait des avantages en terme de performance sur certains autres systèmes de bases de données, il ne dispose pas de ce type d'avantages dans PostgreSQL™ ; en fait, `character(n)` est habituellement le plus lent des trois à cause des coûts de stockage supplémentaires. Dans la plupart des situations, les types `text` et `character varying` peuvent être utilisés à leur place.

On peut se référer à la Section 4.1.2.1, « Constantes de chaînes » pour obtenir plus d'informations sur la syntaxe des libellés de chaînes, et le Chapitre 9, Fonctions et opérateurs pour des informations complémentaires sur les opérateurs et les fonctions. Le jeu de caractères de la base de données détermine celui utilisé pour stocker les valeurs texte ; pour plus d'informations sur le support des jeux de caractères, se référer à la Section 23.3, « Support des jeux de caractères ».

Exemple 8.1. Utilisation des types caractère

```
CREATE TABLE test1 (a character(4));
INSERT INTO test1 VALUES ('ok');
SELECT a, char_length(a) FROM test1; --
```

a	char_length
ok	2


```
CREATE TABLE test2 (b varchar(5));
INSERT INTO test2 VALUES ('ok');
INSERT INTO test2 VALUES ('bien      ');
INSERT INTO test2 VALUES ('trop long');
ERROR: value too long for type character varying(5)
INSERT INTO test2 VALUES ('trop long'::varchar(5)); -- troncature explicite
SELECT b, char_length(b) FROM test2;
```

b	char_length
ok	2
bien	5
trop	5

1

La fonction `char_length` est décrite dans la Section 9.4, « Fonctions et opérateurs de chaînes ».

1

Il y a deux autres types caractère de taille fixe dans PostgreSQL™. Ils sont décrits dans le Tableau 8.5, « Types caractères spéciaux ». Le type `name` existe *uniquement* pour le stockage des identifiants dans les catalogues systèmes et n'est pas destiné à être utilisé par les utilisateurs normaux. Sa taille est actuellement définie à 64 octets (63 utilisables plus le terminateur) mais doit être référencée en utilisant la constante `NAMEDATALEN` en code source C. La taille est définie à la compilation (et est donc ajustable pour des besoins particuliers). La taille maximale par défaut peut éventuellement être modifiée dans une prochaine version. Le type "char" (attention aux guillemets) est différent de `char(1)` car il n'utilise qu'un seul octet de stockage. Il est utilisé dans les catalogues systèmes comme un type d'énumération simpliste.

Tableau 8.5. Types caractères spéciaux

Nom	Taille de stockage	Description
"char"	1 octet	type interne d'un octet
<code>name</code>	64 octets	type interne pour les noms d'objets

8.4. Types de données binaires

Le type de données `bytea` permet de stocker des chaînes binaires ; voir le Tableau 8.6, « Types de données binaires ».

Tableau 8.6. Types de données binaires

Nom	Espace de stockage	Description
<code>bytea</code>	un à quatre octets plus la taille de la chaîne binaire à stocker	Chaîne binaire de longueur variable

Une chaîne binaire est une séquence d'octets. Les chaînes binaires se distinguent des chaînes de caractères de deux façons : tout d'abord, les chaînes binaires permettent de stocker des octets de valeurs zéro ainsi que les autres caractères « non imprimables » (habituellement, les octets en dehors de l'échelle de 32 à 126). Les chaînes de caractères interdisent les octets de valeur zéro et interdisent aussi toute valeur d'octet ou séquence d'octets invalide selon l'encodage sélectionné pour la base de données. Ensuite, les opérations sur les chaînes binaires traitent réellement les octets alors que le traitement de chaînes de caractères dépend de la configuration de la locale. En résumé, les chaînes binaires sont appropriées pour le stockage de données que le développeur considère comme des « octets bruts » alors que les chaînes de caractères sont appropriées pour le stockage de texte.

Le type `bytea` supporte deux formats externes pour l'entrée et la sortie : le format d'échappement (« escape ») historique de PostgreSQL™ et le format hexadécimal (« hex »). Les deux sont acceptés en entrée. Le format de sortie dépend du paramètre de configuration `bytea_output` ; ce dernier sélectionne par défaut le format hexadécimal. (Notez que le format hexadécimal est disponible depuis PostgreSQL™ 9.0 ; les versions antérieures et certains outils ne le comprennent pas.)

Le standard SQL définit un type de chaîne binaire différent, appelé BLOB ou BINARY LARGE OBJECT. Le format en entrée est différent du `bytea`, mais les fonctions et opérateurs fournis sont pratiquement les mêmes.

8.4.1. Le format hexadécimal `bytea`

Le format « hex » code les données binaires sous la forme de deux chiffres hexadécimaux par octet, le plus significatif en premier. La chaîne complète est précédée par la séquence `\x` (pour la distinguer du format d'échappement). Dans la majorité des cas (exactement les mêmes pour lesquelles les antislashes sont doublés dans le format d'échappement), l'antislash initial peut avoir besoin d'être échappé par un doublage du caractère ; les détails sont disponibles plus bas. Les chiffres hexadécimaux peuvent être soit en majuscule, soit en minuscule, et les espaces blancs sont permis entre les paires de chiffres (mais pas à l'intérieur d'une paire ni dans la séquence `\x` de début). Le format hexadécimal est compatible avec une grande variété d'applications et de protocoles externes, et il a tendance à être plus rapide à convertir que le format d'échappement. Son utilisation est donc préférée.

Exemple :

```
SELECT E'\xDEADBEEF';
```

8.4.2. Le format d'échappement `bytea`

Le format d'échappement (« escape ») est le format traditionnel de PostgreSQL™ pour le type `bytea`. Son approche est de repré-

senter une chaîne binaire comme un séquence de caractères ASCII et de convertir les données qui ne peuvent pas être représentés en ASCII en une séquence spéciale d'échappement. Si, du point de vue de l'application, représenter les octets sous la forme de caractères revet un sens, alors cette représentation est intéressante. En pratique, c'est généralement source de confusion car cela diminue la distinction entre chaînes binaires et chaînes textuelles. De plus le mécanisme particulier de l'échappement qui a été choisi est quelque peu unwieldy. Donc ce format devrait probablement être évité pour la plupart des nouvelles applications.

Lors de la saisie de valeurs bytea dans le format d'échappement, les octets de certaines valeurs *doivent* être échappés alors que les autres valeurs d'octet *peuvent* être échappés. En général, pour échapper un octet, il suffit de le convertir dans sa valeur octal composée de trois chiffres et de la faire précéder d'un antislash (ou de deux antislashes s'il faut utiliser la syntaxe d'échappement de chaînes). L'antislash lui-même (octet 92) peut alternativement être représenté par un double antislash. Le Tableau 8.7, « Octets littéraux bytea à échapper » affiche les caractères qui doivent être échappés, et donne les séquences d'échappement possibles.

Tableau 8.7. Octets littéraux bytea à échapper

Valeur décimale de l'octet	Description	Représentation échappée en entrée	Exemple	Représentation en sortie
0	octet zéro	E'\\000'	SELECT E'\\000'::bytea;	\\000
39	apostrophe	' '' or E'\\047'	SELECT E'':':bytea;	'
92	antislash	E'\\\\\\' or E'\\134'	SELECT E'\\\\\\'::bytea;	\\
de 0 à 31 et de 127 à 255	octets « non affichables »	E'\\\\xxx' (octal valeur)	SELECT E'\\001'::bytea;	\\001

La nécessité d'échapper les octets *non affichables* dépend des paramétrages de la locale. Il est parfois possible de s'en sortir sans échappement. Le résultat de chacun des exemples du Tableau 8.7, « Octets littéraux bytea à échapper » fait exactement un octet, même si la représentation en sortie fait plus d'un caractère.

S'il faut écrire tant d'antislashes, comme indiqué dans le Tableau 8.7, « Octets littéraux bytea à échapper », c'est qu'une chaîne binaire doit passer à travers deux phases d'analyse dans le serveur PostgreSQL™. Le premier antislash de chaque paire est vu comme un caractère d'échappement par l'analyseur de chaîne (en supposant que la syntaxe d'échappement des chaînes soit utilisée) et est donc consommé, laissant le second antislash de la paire. (Les chaînes à guillemets dollar peuvent être utilisées pour éviter ce niveau d'échappement.) L'antislash restant est compris par la fonction d'entrée de PostgreSQL™ comme le début d'une valeur octale sur trois caractères ou comme l'échappement d'un autre antislash. Par exemple, une chaîne littérale passée au serveur comme E'\\001' devient \\001 après être passée au travers de l'analyseur d'échappement de chaîne. Le \\001 est envoyé à la fonction d'entrée de bytea, qui le convertit en un octet simple ayant une valeur décimale de 1. Le guillemet simple n'est pas traité spécialement par bytea et suit les règles normales des chaînes littérales de chaîne. Voir aussi la Section 4.1.2.1, « Constantes de chaînes ».

Les octets de bytea sont également échappés en sortie. En général, tout octet « non-imprimable » est converti en son équivalent octal sur trois caractères et précédé d'un antislash. La plupart des caractères « imprimables » sont affichés avec leur représentation standard dans le jeu de caractères du client. Les octets de valeur décimale 92 (antislash) sont doublés. Les détails sont dans le Tableau 8.8, « Octets échappés en sortie pour bytea ».

Tableau 8.8. Octets échappés en sortie pour bytea

Valeur décimale de l'octet	Description	Représentation de sortie échappée	Exemple	Résultat en sortie
92	antislash	\\	SELECT E'\\134'::bytea;	\\
0 à 31 et 127 à 255	octets « non affichables »	\\xxx (valeur octale)	SELECT E'\\001'::bytea;	\\001
32 à 126	octets « affichables »	Représentation dans le jeu de caractères du client	SELECT E'\\176'::bytea;	~

En fonction de l'interface utilisée pour accéder à PostgreSQL™, un travail supplémentaire d'échappement/de « déséchappement » des chaînes bytea peut être nécessaire. Il faut également échapper les sauts de lignes et retours à la ligne si l'interface les traduit automatiquement, par exemple.

8.5. Types date/heure

PostgreSQL™ supporte l'ensemble des types date et heure du SQL. Ces types sont présentés dans le Tableau 8.9, « Types date et heure ». Les opérations disponibles sur ces types de données sont décrites dans la Section 9.9, « Fonctions et opérateurs sur date/heure ». Les dates sont comptées suivant le calendrier grégorien, même dans le cas des dates antérieures à l'introduction du calendrier (voir Section B.4, « Histoire des unités » pour plus d'informations).

Tableau 8.9. Types date et heure

Nom	Taille de stockage	Description	Valeur minimale	Valeur maximale	Résolution
timestamp [(p)] [without time zone]	8 octets	date et heure (sans fuseau horaire)	4713 avant JC	294276 après JC	1 microseconde / 14 chiffres
timestamp [(p)] with time zone	8 octets	date et heure, avec fuseau horaire	4713 avant JC	294276 après JC	1 microseconde / 14 chiffres
date	4 octets	date seule (pas d'heure)	4713 avant JC	5874897 après JC	1 jour
time [(p)] [without time zone]	8 octets	heure seule (pas de date)	00:00:00.00	24:00:00	1 microseconde / 14 chiffres
time [(p)] with time zone	12 octets	heure seule, avec fuseau horaire	00:00:00+1459	24:00:00-1459	1 microseconde / 14 chiffres
interval [champs] [(p)]	16 octets	intervalles de temps	-178000000 années	178000000 années	1 microseconde / 14 chiffres



Note

Le standard SQL impose que timestamp soit un équivalent de timestamp without time zone. timestampz est accepté comme abréviation pour timestamp with time zone ; c'est une extension PostgreSQL™.

time, timestamp, et interval acceptent une précision optionnelle *p*, qui indique le nombre de décimales pour les secondes. Il n'y a pas, par défaut, de limite explicite à cette précision. Les valeurs acceptées pour *p* s'étendent de 0 à 6 pour les types timestamp et interval.



Note

Quand des valeurs de type timestamp sont stockées sur des entiers de 8 octets (ce qui est la valeur par défaut actuelle), la précision à la microseconde près est disponible sur tout le spectre des valeurs. Quand les timestamp sont stockés en nombres à virgule flottante double précision à la place (une option de compilation obsolète), la limite effective de précision peut être inférieure à 6. Les valeurs de type timestamp sont stockées en secondes avant ou après le 01/01/2000 à minuit. Quand les valeurs timestamp sont implémentées avec des nombres à virgule flottante, la précision à la microseconde n'est obtenue que sur les quelques années autour du 01/01/2000, et décroît pour les dates plus éloignées. Notez qu'utiliser des types date à virgule flottante permet d'avoir une plus grande étendue de timestamp : de 4713 av. J.-C. à 5874897 ap. J.-C., à la différence de ce qui est écrit plus haut.

La même option de compilation détermine aussi si les valeurs de type time et interval sont stockées en tant que nombres à virgule flottante ou entiers de 8 octets. Dans le cas de la virgule flottante, la précision des valeurs de type interval se dégradent avec leur accroissement.

Pour les types time, l'intervalle accepté pour *p* s'étend de 0 à 6 pour les entiers sur 8 octets et de 0 à 10 pour les nombres à virgule flottante.

Le type interval a une option supplémentaire, qui permet de restreindre le jeu de champs stockés en écrivant une de ces expressions :

```
YEAR
MONTH
DAY
HOUR
MINUTE
SECOND
YEAR TO MONTH
```

```

DAY TO HOUR
DAY TO MINUTE
DAY TO SECOND
HOUR TO MINUTE
HOUR TO SECOND
MINUTE TO SECOND

```

Notez que si *champs* et *p* sont tous les deux indiqués, *champs* doit inclure SECOND, puisque la précision s'applique uniquement aux secondes.

Le type time with time zone est défini dans le standard SQL mais sa définition lui prête des propriétés qui font douter de son utilité. Dans la plupart des cas, une combinaison de date, time, timestamp without time zone et timestamp with time zone devrait permettre de résoudre toutes les fonctionnalités de date et heure nécessaires à une application.

Les types abstime et reftime sont des types de précision moindre, utilisés en interne. Il n'est pas recommandé de les utiliser dans de nouvelles applications car ils pourraient disparaître dans une prochaine version.

8.5.1. Saisie des dates et heures

La saisie de dates et heures peut se faire dans la plupart des formats raisonnables, dont ISO8601, tout format compatible avec SQL, le format POSTGRES™ traditionnel ou autres. Pour certains formats, l'ordre des jours, mois et années en entrée est ambigu. Il est alors possible de préciser l'ordre attendu pour ces champs. Le paramètre `datestyle` peut être positionné à MDY pour choisir une interprétation mois-jour-année, à DMY pour jour-mois-année ou à YMD pour année-mois-jour.

PostgreSQL™ est plus flexible que la norme SQL ne l'exige pour la manipulation des dates et des heures. Voir l'Annexe B, Support de date/heure pour connaître les règles exactes de reconnaissance des dates et heures et les formats reconnus pour les champs texte comme les mois, les jours de la semaine et les fuseaux horaires.

Tout libellé de date ou heure saisi doit être placé entre apostrophes, comme les chaînes de caractères. La Section 4.1.2.7, « Constantes d'autres types » peut être consultée pour plus d'information. SQL requiert la syntaxe suivante :

```
type [ (p) ] 'valeur'
```

où *p*, précision optionnelle, est un entier correspondant au nombre de décimales du champ secondes. La précision peut être précisée pour les types time, timestamp, et interval. Les valeurs admissibles sont mentionnées plus haut. Si aucune précision n'est indiquée dans une déclaration de constante, celle de la valeur littérale est utilisée.

8.5.1.1. Dates

Le Tableau 8.10, « Saisie de date » regroupe les formats de date possibles pour la saisie de valeurs de type date.

Tableau 8.10. Saisie de date

Exemple	Description
1999-01-08	ISO-8601 ; 8 janvier, quel que soit le mode (format recommandé)
January 8, 1999	sans ambiguïté quel que soit le style de date (<code>datestyle</code>)
1/8/1999	8 janvier en mode MDY ; 1er août en mode DMY
1/18/1999	18 janvier en mode MDY ; rejeté dans les autres modes
01/02/03	2 janvier 2003 en mode MDY ; 1er février 2003 en mode DMY ; 3 février 2001 en mode YMD
1999-Jan-08	8 janvier dans tous les modes
Jan-08-1999	8 janvier dans tous les modes
08-Jan-1999	8 janvier dans tous les modes
99-Jan-08	8 janvier en mode YMD, erreur sinon
08-Jan-99	8 janvier, sauf en mode YMD : erreur
Jan-08-99	8 janvier, sauf en mode YMD : erreur
19990108	ISO-8601 ; 8 janvier 1999 dans tous les modes
990108	ISO-8601 ; 8 janvier 1999 dans tous les modes
1999.008	Année et jour de l'année
J2451187	Date du calendrier Julien
January 8, 99 BC	Année 99 avant Jésus Christ

8.5.1.2. Heures

Les types heure-du-jour sont time [(p)] without time zone et time [(p)] with time zone. time est équivalent à time without time zone.

Les saisies valides pour ces types sont constituées d'une heure suivie éventuellement d'un fuseau horaire (voir le Tableau 8.11, « Saisie d'heure » et le Tableau 8.12, « Saisie des fuseaux horaires »). Si un fuseau est précisé pour le type time without time zone, il est ignoré sans message d'erreur. Si une date est indiquée, elle est ignorée sauf si un fuseau horaire impliquant une règle de changement d'heure (heure d'été/heure d'hiver) est précisé, America/New_York par exemple. Dans ce cas, la date est nécessaire pour pouvoir déterminer la règle de calcul de l'heure qui s'applique. Le décalage approprié du fuseau horaire est enregistré dans la valeur de time with time zone.

Tableau 8.11. Saisie d'heure

Exemple	Description
04:05:06.789	ISO 8601
04:05:06	ISO 8601
04:05	ISO 8601
040506	ISO 8601
04:05 AM	Identique à 04:05 ; AM n'affecte pas la valeur
04:05 PM	Identique à 16:05 ; l'heure doit être <= 12
04:05:06.789-8	ISO 8601
04:05:06-08:00	ISO 8601
04:05-08:00	ISO 8601
040506-08	ISO 8601
04:05:06 PST	fuseau horaire abrégé
2003-04-12 04:05:06 Ameri- ca/New_York	fuseau horaire en nom complet

Tableau 8.12. Saisie des fuseaux horaires

Exemple	Description
PST	Abréviation pour l'heure standard du Pacifique (Pacific Standard Time)
America/New_York	Nom complet du fuseau horaire
PST8PDT	Nommage POSIX du fuseau horaire
-8:00	Décalage ISO-8601 pour la zone PST
-800	Décalage ISO-8601 pour la zone PST
-8	Décalage ISO-8601 pour la zone PST
zulu	Abréviation militaire de GMT
z	Version courte de zulu

L'Section 8.5.3, « Fuseaux horaires » apporte des précisions quant à la façon d'indiquer les fuseaux horaires.

8.5.1.3. Horodatage

Les saisies valides sont constituées de la concaténation d'une date et d'une heure, éventuellement suivie d'un fuseau horaire et d'un qualificatif AD (après Jésus Christ) ou BC (avant Jésus Christ). (AD/BC peut aussi apparaître avant le fuseau horaire mais ce n'est pas l'ordre préféré.) Ainsi :

1999-01-08 04:05:06

et :

1999-01-08 04:05:06 -8:00

sont des valeurs valides, qui suivent le standard ISO 8601. Le format très courant :

```
January 8 04:05:06 1999 PST
```

est également supporté.

Le standard SQL différencie les libellés timestamp without time zone et timestamp with time zone par la présence d'un symbole « + » ou d'un « - » et le déclage du fuseau horaire après l'indication du temps. De ce fait, d'après le standard,

```
TIMESTAMP '2004-10-19 10:23:54'
```

est du type timestamp without time zone alors que

```
TIMESTAMP '2004-10-19 10:23:54+02'
```

est du type timestamp with time zone. PostgreSQL™ n'examine jamais le contenu d'un libellé avant de déterminer son type. Du coup, il traite les deux ci-dessus comme des valeurs de type timestamp without time zone. Pour s'assurer qu'un littéral est traité comme une valeur de type timestamp with time zone, il faut préciser explicitement le bon type :

```
TIMESTAMP WITH TIME ZONE '2004-10-19 10:23:54+02'
```

Dans un libellé de type timestamp without time zone, PostgreSQL™ ignore silencieusement toute indication de fuseau horaire. C'est-à-dire que la valeur résultante est dérivée des champs date/heure de la valeur saisie et n'est pas corrigée par le fuseau horaire.

Pour timestamp with time zone, la valeur stockée en interne est toujours en UTC (*Universal Coordinated Time* ou Temps Universel Coordonné), aussi connu sous le nom de GMT (*Greenwich Mean Time*). Les valeurs saisies avec un fuseau horaire explicite sont converties en UTC à l'aide du décalage approprié. Si aucun fuseau horaire n'est précisé, alors le système considère que la date est dans le fuseau horaire indiqué par le paramètre système TimeZone, et la convertit en UTC en utilisant le décalage de la zone timezone.

Quand une valeur timestamp with time zone est affichée, elle est toujours convertie de l'UTC vers le fuseau horaire courant (variable timezone), et affichée comme une heure locale. Pour voir l'heure dans un autre fuseau horaire, il faut, soit changer la valeur de timezone, soit utiliser la construction AT TIME ZONE (voir la Section 9.9.3, « AT TIME ZONE »).

Les conversions entre timestamp without time zone et timestamp with time zone considèrent normalement que la valeur timestamp without time zone utilise le fuseau horaire timezone. Un fuseau différent peut être choisi en utilisant AT TIME ZONE.

8.5.1.4. Valeurs spéciales

PostgreSQL™ supporte plusieurs valeurs de dates spéciales, dans un souci de simplification. Ces valeurs sont présentées dans le Tableau 8.13, « Saisie de dates/heures spéciales ». Les valeurs infinity et -infinity ont une représentation spéciale dans le système et sont affichées ainsi ; les autres ne sont que des raccourcis de notation convertis en dates/heures ordinaires lorsqu'ils sont lus. (En particulier, now et les chaînes relatives sont converties en une valeur de temps spécifique à leur lecture). Toutes ces valeurs doivent être écrites entre simples quotes lorsqu'elles sont utilisées comme des constantes dans les commandes SQL.

Tableau 8.13. Saisie de dates/heures spéciales

Saisie	Types valides
epoch	date, timestamp
infinity	date, timestamp
-infinity	date, timestamp
now	date, time, timestamp
today	date, timestamp
tomorrow	date, timestamp
yesterday	date, timestamp
allballs	time

Les fonctions suivantes, compatibles avec le standard SQL, peuvent aussi être utilisées pour obtenir l'heure courante pour le type de données correspondant : CURRENT_DATE, CURRENT_TIME, CURRENT_TIMESTAMP, LOCALTIME, LOCALTIMESTAMP. Les quatre derniers acceptent une indication optionnelle de précision en dessous de la seconde (voir la Section 9.9.4, « Date/Heure courante »). Ce sont là des fonctions SQL qui ne sont *pas* reconnues comme chaînes de saisie de données.

8.5.2. Affichage des dates et heures

Le format de sortie des types date/heure peut être positionné à l'un des quatre formats de date suivants : ISO 8601, SQL (Ingres),

traditionnel POSTGRES™ (date au format Unix date) ou German (germanique). Le format par défaut est le format ISO. (Le standard SQL impose l'utilisation du format ISO 8601. Le nom du format d'affichage « SQL » est mal choisi, un accident historique.) Le Tableau 8.14, « Styles d'affichage de date/heure » présente des exemples de chaque format d'affichage. La sortie d'un type date ou time n'est évidemment composée que de la partie date ou heure, comme montré dans les exemples. Néanmoins, le style POSTGRES™ affiche seulement les dates dans le format ISO.

Tableau 8.14. Styles d'affichage de date/heure

Spécification de style	Description	Exemple
ISO	standard SQL ISO 8601	1997-12-17 07:37:16-08
SQL	style traditionnel	12/17/1997 07:37:16.00 PST
Postgres	style original	Wed Dec 17 07:37:16 1997 PST
German	style régional	17.12.1997 07:37:16.00 PST



Note

ISO 8601 spécifie l'utilisation d'une lettre T en majuscule pour séparer la date et l'heure. PostgreSQL™ accepte ce format en entrée. En sortie, il utilise un espace plutôt qu'un T, comme indiqué ci-dessus. C'est à la fois plus lisible et cohérent avec la RFC 3339 ainsi qu'avec d'autres systèmes de bases de données.

Dans les styles SQL et POSTGRES, les jours apparaissent avant le mois si l'ordre des champs DMY a été précisé, sinon les mois apparaissent avant les jours (voir la Section 8.5.1, « Saisie des dates et heures » pour savoir comment ce paramètre affecte l'interprétation des valeurs en entrée). Le Tableau 8.15, « Convention de présentation des dates » présente des exemples.

Tableau 8.15. Convention de présentation des dates

Valeur de <code>datestyle</code> (style de date)	Ordre de saisie	Exemple d'affichage
SQL, DMY	jour/mois/année	17/12/1997 15:37:16.00 CET
SQL, MDY	mois/jour/année	12/17/1997 07:37:16.00 PST
Postgres, DMY	jour/mois/année	Wed 17 Dec 07:37:16 1997 PST

Le style de date/heure peut être sélectionné à l'aide de la commande `SET datestyle`, du paramètre `datestyle` du fichier de configuration `postgresql.conf` ou par la variable d'environnement `PGDATESTYLE` sur le serveur ou le client.

La fonction de formatage `to_char` (voir Section 9.8, « Fonctions de formatage des types de données ») permet de formater les affichages de date/heure de manière plus flexible.

8.5.3. Fuseaux horaires

Les fuseaux horaires et les conventions liées sont influencées par des décisions politiques, pas uniquement par la géométrie de la terre. Les fuseaux horaires se sont quelque peu standardisés au cours du vingtième siècle mais continuent à être soumis à des changements arbitraires, particulièrement en respect des règles de changement d'heure (heure d'été/heure d'hiver). PostgreSQL™ utilise la très répandue base de données de fuseaux horaires IANA (Olson) pour gérer les informations sur les règles de fuseau horaire historiques. Pour les dates se situant dans le futur, PostgreSQL™ part de l'assumption que les dernières règles connues pour un fuseau continueront à s'appliquer dans le futur.

PostgreSQL™ se veut compatible avec les définitions standard SQL pour un usage typique. Néanmoins, le standard SQL possède un mélange étrange de types de date/heure et de possibilités. Deux problèmes évidents sont :

- bien que le type date ne peut pas se voir associer un fuseau horaire, le type heure peut en avoir un. Les fuseaux horaires, dans le monde réel, ne peuvent avoir de sens qu'associés à une date et à une heure, vu que l'écart peut varier avec l'heure d'été ;
- le fuseau horaire par défaut est précisé comme un écart numérique constant avec l'UTC. Il n'est, de ce fait, pas possible de s'adapter à l'heure d'été ou d'hiver lorsque l'on fait des calculs arithmétiques qui passent les limites de l'heure d'été et de l'heure d'hiver.

Pour éviter ces difficultés, il est recommandé d'utiliser des types date/heure qui contiennent à la fois une date et une heure lorsque les fuseaux horaires sont utilisés. Il est également préférable de *ne pas* utiliser le type time with time zone. (Ce type est néanmoins proposé par PostgreSQL™ pour les applications existantes et pour assurer la compatibilité avec le standard SQL.) PostgreSQL™

utilise le fuseau horaire local pour tous les types qui ne contiennent qu'une date ou une heure.

Toutes les dates et heures liées à un fuseau horaire sont stockées en interne en UTC. Elles sont converties en heure locale dans le fuseau indiqué par le paramètre de configuration TimeZone avant d'être affiché sur le client.

PostgreSQL™ permet d'indiquer les fuseaux horaires de trois façons différentes :

- un nom complet de fuseau horaire, par exemple America/New_York. Les noms reconnus de fuseau horaire sont listés dans la vue pg_timezone_names (voir Section 50.80, « pg_timezone_names »). PostgreSQL™ utilise les données IANA pour cela, les mêmes noms sont donc reconnus par de nombreux autres logiciels ;
- une abréviation de fuseau horaire, par exemple PST. Une telle indication ne définit qu'un décalage particulier à partir d'UTC, en contraste avec les noms complets de fuseau horaire qui peuvent aussi impliquer un ensemble de dates pour le changement d'heure. Les abréviations reconnues sont listées dans la vue pg_timezone_abbrevs (voir Section 50.79, « pg_timezone_abbrevs »). Les paramètres de configuration TimeZone et log_timezone ne peuvent pas être configurés à l'aide d'une abréviation de fuseau horaire, mais ces abréviations peuvent être utilisées dans les saisies de date/heure et avec l'opérateur AT TIME ZONE ;
- une spécification POSIX de fuseau sous la forme *STDdécalage* ou *STDdécalageDST* avec *STD* une abréviation de fuseau et *décalage* un décalage numérique en nombre d'heures à l'ouest d'UTC et *DST* une abréviation optionnelle de changement d'heure, à interpréter comme une heure avant le décalage donné. Par exemple si EST5EDT n'est pas déjà reconnu comme fuseau horaire, il est accepté et est fonctionnellement équivalent à l'heure du fuseau de la côte est des USA. Avec cette syntaxe, une abréviation de zone peut être une chaîne de lettres ou une chaîne arbitraire entourée par des chevrons (<>). Si un nom de changement d'heure est présent, il est interprété selon les règles régissant les changements d'heure utilisées dans l'entrée posixrules de la base de données des fuseaux horaires, IANA. Dans une installation PostgreSQL™ standard, posixrules est identique à US/Eastern, pour que les spécifications POSIX des fuseaux horaires correspondent aux règles de changements d'heure aux États-Unis. Ce comportement peut, au besoin, être ajusté en remplaçant le fichier posixrules.

Les abréviations représentent un décalage spécifique depuis UTC, alors qu'un grand nombre des noms complets implique une règle de changement d'heure, et donc potentiellement deux décalages UTC. Par exemple, 2014-06-04 12:00 America/New_York représente minuit à New York, ce qui, pour cette date particulière sera le fuseau Eastern Daylight Time (UTC-4). Donc 2014-06-04 12:00 EDT précise ce moment précis. Mais 2014-06-04 12:00 EST représent minuit pour le fuseau Eastern Standard Time (UTC-5), quelque soit le changement d'heure en effet à cette date.

Pour compliquer encore plus, certaines jurisdictions ont utilisées les mêmes abréviations de fuseau horaire pour signifier des décalages UTC différents. Par exemple, Moscow MSK correspondait à UTC+3 certaines années et UTC+4 à d'autres. PostgreSQL interprète ces abréviations suivant ce à quoi elles correspondent (ou ont correspondu récemment) pour la date indiquée. Mais, comme le montre l'exemple EST ci-dessus, ce n'est pas nécessairement la même chose que l'heure civile locale à ce moment.

La fonctionnalité des fuseaux horaires POSIX peut accepter silencieusement des saisies erronées car il n'y a pas de vérification des abréviations de fuseaux horaires. Par exemple, SET TIMEZONE TO FOOBAR0 fonctionne mais conduit le système à utiliser en réalité une abréviation très particulière d'UTC. Un autre problème à conserver en tête est que, pour les noms des fuseaux horaires POSIX, les décalages positifs sont utilisés pour les emplacements situés à l'ouest de Greenwich. Partout ailleurs, PostgreSQL™ suit la convention ISO-8601 pour qui les décalages positifs de fuseaux horaires concernent l'est de Greenwich.

Dans tous les cas, les noms et les abréviations des fuseaux horaires sont insensibles à la casse. (C'est un changement par rapport aux versions de PostgreSQL™ antérieures à la 8.2 qui étaient sensibles à la casse dans certains cas et pas dans d'autres.)

Ni les noms ni les abréviations des fuseaux horaires ne sont codés en dur dans le serveur ; ils sont obtenus à partir des fichiers de configuration stockés sous .../share/timezone/ et .../share/timezonesets/ du répertoire d'installation (voir Section B.3, « Fichiers de configuration date/heure »).

Le paramètre de configuration TimeZone peut être fixé dans le fichier postgresql.conf ou par tout autre moyen standard décrit dans le Chapitre 19, Configuration du serveur. Il existe aussi quelques manières spéciales de le configurer :

- la commande SQL **SET TIME ZONE** configure le fuseau horaire pour une session. C'est une autre façon d'indiquer **SET TIMEZONE TO** avec une syntaxe plus compatible avec les spécifications SQL ;
- la variable d'environnement PGTZ est utilisée par les applications clientes fondées sur libpq pour envoyer une commande **SET TIME ZONE** au serveur lors de la connexion.

8.5.4. Saisie d'intervalle

Les valeurs de type interval peuvent être saisies en utilisant la syntaxe verbeuse suivante :

```
[@] quantité
unité [quantité]
```

*unité...]
[direction]*

où *quantité* est un nombre (éventuellement signé) ; *unité* est microsecond millisecond, second, minute, hour, day, week, month, year, decade, century, millennium, ou des abréviations ou pluriels de ces unités ; *direction* peut être ago (pour indiquer un intervalle négatif) ou vide. Le signe @ est du bruit optionnel. Les quantités de chaque unité différente sont implicitement ajoutées, avec prise en compte appropriée des signes (+ et -). ago inverse tous les champs. Cette syntaxe est aussi utilisée pour les sorties d'intervalles, si IntervalStyle est positionné à postgres_verbose.

Les quantités de jours, heures, minutes et secondes peuvent être spécifiées sans notations explicites d'unités. Par exemple '1 12:59:10' est comprise comme '1 day 12 hours 59 min 10 sec'. Par ailleurs, une combinaison d'années et de mois peut être spécifiée avec un tiret ; par exemple, '200-10' est compris comme '200 years 10 months'. (Ces formes raccourcies sont en fait les seules autorisées par le standard SQL, et sont utilisées pour la sortie quand la variable IntervalStyle est positionnée à sql_standard.)

Les valeurs d'intervalles peuvent aussi être écrites en tant qu'intervalles de temps ISO 8601, en utilisant soit le « format avec désignateurs » de la section 4.4.3.2 ou le « format alternatif » de la section 4.4.3.3. Le format avec désignateurs ressemble à ceci :

P quantité unité [quantité unité ...] [T [quantité unité ...]]

La chaîne doit commencer avec un P, et peut inclure un T qui introduit les unités de ce type. Les abréviations d'unité disponibles sont données dans Tableau 8.16, « Abréviations d'unités d'intervalle ISO 8601 ». Des unités peuvent être omises, et peuvent être spécifiées dans n'importe quel ordre, mais les unités inférieures à 1 jour doivent apparaître après T. En particulier, la signification de M dépend de son emplacement, c'est-à-dire avant ou après T.

Tableau 8.16. Abréviations d'unités d'intervalle ISO 8601

Abréviation	Signification
Y	Années
M	Mois (dans la zone de date)
W	Semaines
D	Jours
H	Heures
M	Minutes (dans la zone de temps)
S	Secondes

Dans le format alternatif :

P [années-mois-jours] [T heures:minutes:secondes]

la chaîne doit commencer par P, et un T sépare la zone de date et la zone de temps de l'intervalle. Les valeurs sont données comme des nombres, de façon similaire aux dates ISO 8601.

Lors de l'écriture d'une constante d'intervalle avec une spécification de *champs*, ou lors de l'assignation d'une chaîne à une colonne d'intervalle qui a été définie avec une spécification de *champs*, l'interprétation de quantité sans unité dépend des *champs*. Par exemple, INTERVAL '1' YEAR est interprété comme 1 an, alors que INTERVAL '1' est interprété comme 1 seconde. De plus, les valeurs du champ « à droite » du champ le moins significatif autorisé par la spécification de *champs* sont annulées de façon silencieuse. Par exemple, écrire INTERVAL '1 day 2:03:04' HOUR TO MINUTE implique la suppression du champ des secondes, mais pas celui des journées.

D'après le standard SQL toutes les valeurs de tous les champs d'un intervalle doivent avoir le même signe, ce qui entraîne qu'un signe négatif initial s'applique à tous les champs ; par exemple, le signe négatif dans l'expression d'intervalle '-1 2:03:04' s'applique à la fois aux jours et aux heures/minutes/secondes. PostgreSQL™ permet que les champs aient des signes différents, et traditionnellement traite chaque champ de la représentation textuelle comme indépendamment signé, ce qui fait que la partie heure/minute/seconde est considérée comme positive dans l'exemple. Si IntervalStyle est positionné à sql_standard, alors un signe initial est considéré comme s'appliquant à tous les champs (mais seulement si aucun autre signe n'apparaît). Sinon, l'interprétation traditionnelle de PostgreSQL™ est utilisée. Pour éviter les ambiguïtés, il est recommandé d'attacher un signe explicite à chaque partie, si au moins un champ est négatif.

De façon interne, les valeurs de type interval sont stockées comme mois, jours et secondes. C'est ainsi parce que le nombre de

jours d'un mois varie, et un jour peut avoir 23 ou 25 heures si des changements d'heures sont impliqués. Les champs mois et jours sont des entiers, alors que le champ secondes peut stocker des nombres décimaux. Les intervalles étant habituellement créés à partir de chaînes constantes ou de soustractions de timestamps, cette méthode fonctionne bien dans la plupart des cas. Les fonctions `justify_days` et `justify_hours` sont disponibles pour ajuster les jours et heures qui dépassent leurs portées habituelles.

Dans le format verbeux de saisie, et dans certains champs des formats plus compacts, les valeurs de champs peuvent avoir des parties décimales ; par exemple, '1.5 week' ou '01:02:03.45'. Ces entrées sont converties en un nombre approprié de mois, jours et secondes pour être stockées. Quand ceci entraînerait le stockage d'une valeur décimale pour les mois ou les jours, la partie décimale est ajoutée aux champs d'ordre inférieur en utilisant les facteurs de conversion suivants : 1 mois = 30 jours, 1 jour = 24heures. Par exemple, '1.5 month' devient 1 mois et 15 jours. Seules les secondes pourront apparaître comme décimales en sortie.

Tableau 8.17, « Saisie d'intervalle » présente des exemples de saisies d'interval valides.

Tableau 8.17. Saisie d'intervalle

Exemple	Description
1-2	Format SQL standard : 1 an 2 mois
3 4:05:06	Format SQL standard : 3 jours 4 heures 5 minutes 6 secondes
1 year 2 months 3 days 4 hours 5 minutes 6 seconds	Format PostgreSQL traditionnel : 1 an 2 mois 3 jours 4 heures 5 minutes 6 secondes
P1Y2M3DT4H5M6S	« format avec désignateurs » ISO 8601 : signification identique à ci-dessus
P0001-02-03T04:05:06	« format alternatif » ISO 8601 : signification identique à ci-dessus

8.5.5. Affichage d'intervalles

Le format de sortie du type interval peut être positionné à une de ces quatre valeurs : `sql_standard`, `postgres`, `postgres_verbose` ou `iso_8601`, en utilisant la commande `SET intervalstyle`. La valeur par défaut est le format `postgres`. Tableau 8.18, « Exemples de styles d'affichage d'intervalles » donne des exemples de chaque style de format de sortie.

Le style `sql_standard` produit une sortie qui se conforme à la spécification du standard SQL pour les chaînes littérales d'intervalle, si la valeur de l'intervalle reste dans les restrictions du standard (soit année-mois seul, ou jour-temps seul, et sans mélanger les composants positifs et négatifs). Sinon, la sortie ressemble au standard littéral année-mois suivi par une chaîne jour-temps littérale, avec des signes explicites ajoutés pour désambiguer les intervalles dont les signes seraient mélangés.

La sortie du style `postgres` correspond à la sortie des versions de PostgreSQL™ précédant la 8.4, si le paramètre `datestyle` était positionné à ISO.

La sortie du style `postgres_verbose` correspond à la sortie des versions de PostgreSQL™ précédant la 8.4, si le paramètre `datestyle` était positionné à autre chose que ISO.

La sortie du style `iso_8601` correspond au « format avec désignateurs » décrit dans la section 4.4.3.2 du standard ISO 8601.

Tableau 8.18. Exemples de styles d'affichage d'intervalles

Spécification de style	Intervalle année-mois	Intervalle date-temps	Interval Mixte
<code>sql_standard</code>	1-2	3 4:05:06	-1-2 +3 -4:05:06
<code>postgres</code>	1 year 2 mons	3 days 04:05:06	-1 year -2 mons +3 days -04:05:06
<code>postgres_verbose</code>	@ 1 year 2 mons	@ 3 days 4 hours 5 mins 6 secs	@ 1 year 2 mons -3 days 4 hours 5 mins 6 secs ago
<code>iso_8601</code>	P1Y2M	P3DT4H5M6S	P-1Y-2M3DT-4H-5M-6S

8.6. Type booléen

PostgreSQL™ fournit le type `boolean` du standard SQL ; voir Tableau 8.19, « Type de données booléen ». Ce type dispose de plu-

sieurs états : « true » (vrai), « false » (faux) et un troisième état, « unknown » (inconnu), qui est représenté par la valeur SQL NULL.

Tableau 8.19. Type de données booléen

Nom	Taille du stockage	Description
boolean	1 octet	état vrai ou faux

Les libellés valides pour l'état « vrai » sont :

```
TRUE
't'
'true'
'y'
'yes'
'on'
'1'
```

Pour l'état « faux », il s'agit de :

```
FALSE
'f'
>false'
'n'
'no'
'off'
'0'
```

Les espaces avant ou après, ainsi que la casse, sont ignorés. Il est recommandé d'utiliser TRUE et FALSE (qui sont compatibles avec la norme SQL).

L'Exemple 8.2, « Utilisation du type boolean. » montre que les valeurs booléennes sont affichées avec les lettres t et f.

Exemple 8.2. Utilisation du type boolean.

```
CREATE TABLE test1 (a boolean, b text);
INSERT INTO test1 VALUES (TRUE, 'sic est');
INSERT INTO test1 VALUES (FALSE, 'non est');
SELECT * FROM test1;
a |   b
---+-----
t | sic est
f | non est

SELECT * FROM test1 WHERE a;
a |   b
---+-----
t | sic est
```

8.7. Types énumération

Les types énumérés (enum) sont des types de données qui comprennent un ensemble statique, prédéfini de valeurs dans un ordre spécifique. Ils sont équivalents aux types enum dans de nombreux langages de programmation. Les jours de la semaine ou un ensemble de valeurs de statut pour un type de données sont de bons exemples de type enum.

8.7.1. Déclaration de types énumérés

Les types enum sont créés en utilisant la commande CREATE TYPE(7). Par exemple :

```
CREATE TYPE mood AS ENUM ('sad', 'ok', 'happy');
```

Une fois créé, le type enum peut être utilisé dans des définitions de table et de fonction, comme tous les autres types :

```

CREATE TYPE humeur AS ENUM ('triste', 'ok', 'heureux');
CREATE TABLE personne (
    nom text,
    humeur_actuelle humeur
);
INSERT INTO personne VALUES ('Moe', 'heureux');
SELECT * FROM personne WHERE humeur_actuelle = 'heureux';
  name | humeur_actuelle
-----+-----
 Moe   | heureux
(1 row)

```

8.7.2. Tri

L'ordre des valeurs dans un type enum correspond à l'ordre dans lequel les valeurs sont créées lors de la déclaration du type. Tous les opérateurs de comparaison et les fonctions d'agrégats relatives peuvent être utilisés avec des types enum. Par exemple :

```

INSERT INTO personne VALUES ('Larry', 'triste');
INSERT INTO personne VALUES ('Curly', 'ok');
SELECT * FROM personne WHERE humeur_actuelle > 'triste';
  nom | humeur_actuelle
-----+-----
 Moe  | heureux
 Curly | ok
(2 rows)

SELECT * FROM personne WHERE humeur_actuelle > 'triste' ORDER BY humeur_actuelle;
  nom | humeur_actuelle
-----+-----
 Curly | ok
 Moe   | heureux
(2 rows)

SELECT nom
FROM personne
WHERE humeur_actuelle = (SELECT MIN(humeur_actuelle) FROM personne);
  nom
-----
 Larry
(1 row)

```

8.7.3. Surêté du type

Chaque type de données énuméré est séparé et ne peut pas être comparé aux autres types énumérés. Par exemple :

```

CREATE TYPE niveau_de_joie AS ENUM ('heureux', 'très heureux', 'ecstasique');
CREATE TABLE vacances (
    nombre_de_semaines integer,
    niveau_de_joie niveau_de_joie
);
INSERT INTO vacances(nombre_de_semaines,niveau_de_joie) VALUES (4, 'heureux');
INSERT INTO vacances(nombre_de_semaines,niveau_de_joie) VALUES (6, 'très heureux');
INSERT INTO vacances(nombre_de_semaines,niveau_de_joie) VALUES (8, 'ecstasique');
INSERT INTO vacances(nombre_de_semaines,niveau_de_joie) VALUES (2, 'triste');
ERROR: invalid input value for enum niveau_de_joie: "triste"
SELECT personne.nom, vacances.nombre_de_semaines FROM personne, vacances
  WHERE personne.humeur_actuelle = vacances.niveau_de_joie;
ERROR: operator does not exist: humeur = niveau_de_joie

```

Si vous avez vraiment besoin de ce type de conversion, vous pouvez soit écrire un opérateur personnalisé soit ajouter des conversions explicites dans votre requête :

```

SELECT personne.nom, vacances.nombre_de_semaines FROM personne, vacances
  WHERE personne.humeur_actuelle::text = vacances.niveau_de_joie::text;
      nom | nombre_de_semaines
-----+-----
    Moe  |          4
(1 row)

```

8.7.4. Détails d'implémentation

Une valeur enum occupe quatre octets sur disque. La longueur du label texte d'une valeur enum est limité au paramètre NAMEDATALEN codé en dur dans PostgreSQL™ ; dans les constructions standards, cela signifie un maximum de 63 octets.

Les labels enum sont sensibles à la casse, donc 'heureux' n'est pas identique à 'HEUREUX'. Les espaces blancs sont significatifs dans les labels.

Les traductions des valeurs enum internes vers des labels texte sont gardées dans le catalogue système pg_enum. Interroger ce catalogue directement peut s'avérer utile.

8.8. Types géométriques

Les types de données géométriques représentent des objets à deux dimensions. Le Tableau 8.20, « Types géométriques » liste les types disponibles dans PostgreSQL™.

Tableau 8.20. Types géométriques

Nom	Taille de stockage	Description	Représentation
point	16 octets	Point du plan	(x,y)
line	32 octets	Ligne infinie	((x1,y1),(x2,y2))
lseg	32 octets	Segment de droite fini	((x1,y1),(x2,y2))
box	32 octets	Boîte rectangulaire	((x1,y1),(x2,y2))
path	16+16n octets	Chemin fermé (similaire à un polygone)	((x1,y1),...)
path	16+16n octets	Chemin ouvert	[(x1,y1),...]
polygon	40+16n octets	Polygone (similaire à un chemin fermé)	((x1,y1),...)
circle	24 octets	Cercle	<(x,y),r> (point central et rayon)

Un large ensemble de fonctions et d'opérateurs permettent d'effectuer différentes opérations géométriques, comme l'échelonnage, la translation, la rotation, la détermination des intersections. Elles sont expliquées dans la Section 9.11, « Fonctions et opérateurs géométriques ».

8.8.1. Points

Les points sont les briques fondamentales des types géométriques. Les valeurs de type point sont indiquées à l'aide d'une des syntaxes suivantes :

```
( x , y )
  x , y
```

où *x* et *y* sont les coordonnées respectives sous forme de nombre à virgule flottante.

Les points sont affichés en utilisant la première syntaxe.

8.8.2. Lines

Les lignes sont représentées par l'équation linéaire $Ax + By + C = 0$, où *A* et *B* ne valent pas zéro tous les deux. Les valeurs de type line sont fournies et récupérées sous la forme suivante :

```
{ A, B, C }
```

Il est également possible d'utiliser n'importe laquelle des formes suivantes pour la saisie :

```
[ ( x1 , y1 ) , ( x2 , y2 ) ]
( ( x1 , y1 ) , ( x2 , y2 ) )
( x1 , y1 ) , ( x2 , y2 )
x1 , y1 , x2 , y2
```

où (x_1, y_1) et (x_2, y_2) sont deux points différents sur la ligne.

8.8.3. Segments de droite

Les segments de ligne sont représentés par des paires de points qui sont les points finaux du segment. Les valeurs de type lseg sont précisées en utilisant une des syntaxes suivantes :

```
[ ( x1 , y1 ) , ( x2 , y2 ) ]
( ( x1 , y1 ) , ( x2 , y2 ) )
( x1 , y1 ) , ( x2 , y2 )
x1 , y1 , x2 , y2
```

où (x_1, y_1) et (x_2, y_2) sont les points aux extrémités du segment.

Les segments de ligne sont affichés en utilisant la première syntaxe.

8.8.4. Boîtes

Les boîtes (rectangles) sont représentées par les paires de points des coins opposés de la boîte selon une des syntaxes suivantes :

```
( ( x1 , y1 ) , ( x2 , y2 ) )
( x1 , y1 ) , ( x2 , y2 )
x1 , y1 , x2 , y2
```

où (x_1, y_1) et (x_2, y_2) sont les coins opposés du rectangle.

Les rectangles sont affichés selon la deuxième syntaxe.

Les deux coins opposés peuvent être fournis en entrée mais les valeurs seront ré-ordonnées pour stocker les coins en haut à droite et en bas à gauche, dans cet ordre.

8.8.5. Chemins

Les chemins (type path) sont représentés par des listes de points connectés. Ils peuvent être *ouverts*, si le premier et le dernier point ne sont pas considérés connectés, ou *fermés*, si le premier et le dernier point sont considérés connectés.

Les valeurs de type path sont saisies selon une des syntaxes suivantes :

```
[ ( x1 , y1 ) , ... , ( xn , yn ) ]
( ( x1 , y1 ) , ... , ( xn , yn ) )
( x1 , y1 ) , ... , ( xn , yn )
( x1 , y1 , ... , xn , yn )
x1 , y1 , ... , xn , yn
```

où les points sont les extrémités des segments de droite qui forment le chemin. Les crochets ([]) indiquent un chemin ouvert alors que les parenthèses (()) indiquent un chemin fermé. Quand les parenthèses externes sont omises, comme dans les syntaxes trois à cinq, un chemin fermé est utilisé.

Les chemins sont affichés selon la première ou la seconde syntaxe appropriée.

8.8.6. Polygones

Les polygones (type polygon) sont représentés par des listes de points (les vertex du polygone). Ils sont très similaires à des chemins fermés, mais ils sont stockés différemment et disposent de leurs propres routines de manipulation.

Les valeurs de type polygon sont saisies selon une des syntaxes suivantes :

```
( ( x1 , y1 ) , ... , ( xn , yn ) )
( x1 , y1 ) , ... , ( xn , yn )
( x1 , y1 , ... , xn , yn )
x1 , y1 , ... , xn , yn
```

où les points sont les extrémités des segments de droite qui forment les limites du polygone.

Les polygones sont affichés selon la première syntaxe.

8.8.7. Cercles

Les cercles (type circle) sont représentés par un point central et un rayon. Les valeurs de type circle sont saisies selon une des syntaxes suivantes :

```
< ( x , y ) , r >
( ( x , y ) , r )
( x , y ) , r
x , y , r
```

où (x, y) est le point central et r le rayon du cercle.

Les cercles sont affichés selon la première syntaxe.

8.9. Types adresses réseau

PostgreSQL™ propose des types de données pour stocker des adresses IPv4, IPv6 et MAC. Ceux-ci sont décrits dans le Tableau 8.21, « Types d'adresses réseau ». Il est préférable d'utiliser ces types plutôt que des types texte standard pour stocker les adresses réseau car ils offrent un contrôle de syntaxe lors de la saisie et plusieurs opérateurs et fonctions spécialisées (voir la Section 9.12, « Fonctions et opérateurs sur les adresses réseau »).

Tableau 8.21. Types d'adresses réseau

Nom	Taille de stockage	Description
cidr	7 ou 19 octets	réseaux IPv4 et IPv6
inet	7 ou 19 octets	hôtes et réseaux IPv4 et IPv6
macaddr	6 octets	adresses MAC

Lors du tri de données de types inet ou cidr, les adresses IPv4 apparaissent toujours avant les adresses IPv6, y compris les adresses IPv4 encapsulées, comme ::10.2.3.4 ou ::ffff:10.4.3.2.

8.9.1. inet

Le type inet stocke une adresse d'hôte IPv4 ou IPv6 et, optionnellement, son sous-réseau, le tout dans un seul champ. Le sous-réseau est représentée par le nombre de bits de l'adresse hôte constituent l'adresse réseau (le « masque réseau »). Si le masque réseau est 32 et l'adresse de type IPv4, alors la valeur n'indique pas un sous-réseau, juste un hôte. En IPv6, la longueur de l'adresse est de 128 bits, si bien que 128 bits définissent une adresse réseau unique. Pour n'accepter que des adresses réseau, il est préférable d'utiliser le type cidr plutôt que le type inet.

Le format de saisie pour ce type est *adresse/y* où *adresse* est une adresse IPv4 ou IPv6 et *y* est le nombre de bits du masque réseau. Si *y* est omis, alors le masque vaut 32 pour IPv4 et 128 pour IPv6, et la valeur représente un hôte unique. À l'affichage, la portion */y* est supprimée si le masque réseau indique un hôte unique.

8.9.2. cidr

Le type cidr stocke une définition de réseau IPv4 ou IPv6. La saisie et l'affichage suivent les conventions Classless Internet Domain Routing. Le format de saisie d'un réseau est *address/y* où *address* est le réseau représenté sous forme d'une adresse IPv4 ou IPv6 et *y* est le nombre de bits du masque réseau. Si *y* est omis, il calculé en utilisant les règles de l'ancien système de classes d'adresses, à ceci près qu'il est au moins assez grand pour inclure tous les octets saisis. Saisir une adresse réseau avec des bits positionnés à droite du masque indiqué est une erreur.

Tableau 8.22, « Exemples de saisie de types cidr » présente quelques exemples.

Tableau 8.22. Exemples de saisie de types cidr

Saisie cidr	Affichage cidr	abbrev(cidr)
192.168.100.128/25	192.168.100.128/25	192.168.100.128/25
192.168/24	192.168.0.0/24	192.168.0/24
192.168/25	192.168.0.0/25	192.168.0.0/25
192.168.1	192.168.1.0/24	192.168.1/24

Saisie cidr	Affichage cidr	abbrev(cidr)
192.168	192.168.0.0/24	192.168.0/24
128.1	128.1.0.0/16	128.1/16
128	128.0.0.0/16	128.0/16
128.1.2	128.1.2.0/24	128.1.2/24
10.1.2	10.1.2.0/24	10.1.2/24
10.1	10.1.0.0/16	10.1/16
10	10.0.0.0/8	10/8
10.1.2.3/32	10.1.2.3/32	10.1.2.3/32
2001:4f8:3:ba::/64	2001:4f8:3:ba::/64	2001:4f8:3:ba::/64
2001:4f8:3:ba:2e0:81ff:fe22:d1f1/128	2001:4f8:3:ba:2e0:81ff:fe22:d1f1/128	2001:4f8:3:ba:2e0:81ff:fe22:d1f1
::ffff:1.2.3.0/120	::ffff:1.2.3.0/120	::ffff:1.2.3/120
::ffff:1.2.3.0/128	::ffff:1.2.3.0/128	::ffff:1.2.3.0/128

8.9.3. inet vs cidr

La différence principale entre les types de données inet et cidr réside dans le fait que inet accepte des valeurs avec des bits non nuls à droite du masque de réseau, alors que cidr ne l'accepte pas.



Astuce

Les fonctions host, text et abbrev permettent de modifier le format d'affichage des valeurs inet et cidr.

8.9.4. macaddr

Le type macaddr stocke des adresses MAC, connues par exemple à partir des adresses de cartes réseau Ethernet (mais les adresses MAC sont aussi utilisées dans d'autres cas). Les saisies sont acceptées dans les formats suivants :

```
'08:00:2b:01:02:03'
'08-00-2b-01-02-03'
'08002b:010203'
'08002b-010203'
'0800-2b01-0203'
'08002b010203'
```

Ces exemples indiquent tous la même adresse. Les majuscules et les minuscules sont acceptées pour les chiffres a à f. L'affichage se fait toujours selon le premier des formats ci-dessus.

Le standard IEEE 802-2001 spécifie la seconde forme affichée (avec les tirets) comme forme canonique pour les adresses MAC, et que la première forme (avec les :) est la notation à bits retournés, ce qui donne l'équivalence 08-00-2b-01-02-03 = 01:00:4D:08:04:0C. Cette convention est largement ignorée aujourd'hui, et n'a de sens que pour des protocoles réseaux obsolètes (comme Token Ring). PostgreSQL ne tient pas compte des bits retournés, et tous les formats acceptés utilisent l'ordre canonique LSB.

Les cinq derniers formats ne font partie d'aucun standard.

8.10. Type chaîne de bits

Les chaînes de bits sont des chaînes de 0 et de 1. Elles peuvent être utilisées pour stocker ou visualiser des masques de bits. Il y a deux types bits en SQL : bit(*n*) et bit varying(*n*), avec *n* un entier positif.

Les données de type bit doivent avoir une longueur de *n* bits exactement. Essayer de lui affecter une chaîne de bits plus longue ou plus courte déclenche une erreur. Les données de type bit varying ont une longueur variable, d'au maximum *n* bits ; les chaînes plus longues sont rejetées. Écrire bit sans longueur est équivalent à bit(1), alors que bit varying sans longueur indique une taille illimitée.



Note

Lors du transtypage explicite (cast) d'une chaîne de bits en champ de type bit(*n*), la chaîne obtenue est complétée

avec des zéros ou bien tronquée pour obtenir une taille de n bits exactement, sans que cela produise une erreur. De la même façon, si une chaîne de bits est explicitement transotypée en un champ de type bit varying(n), elle est tronquée si sa longueur dépasse n bits.

Voir la Section 4.1.2.5, « Constantes de chaînes de bits » pour plus d'information sur la syntaxe des constantes en chaîne de bits. Les opérateurs logiques et les fonctions de manipulation de chaînes sont décrits dans la Section 9.6, « Fonctions et opérateurs sur les chaînes de bits ».

Exemple 8.3. Utiliser les types de chaînes de bits

```
CREATE TABLE test (a BIT(3), b BIT VARYING(5));
INSERT INTO test VALUES (B'101', B'00');
INSERT INTO test VALUES (B'10', B'101');

ERROR:  bit string length 2 does not match type bit(3)

INSERT INTO test VALUES (B'10'::bit(3), B'101');
SELECT * FROM test;

 a | b
---+---
 101 | 00
 100 | 101
```

Une valeur pour une chaîne de bit nécessite un octet pour chaque groupe de huit bits, plus cinq ou huit octets d'en-tête suivant la longueur de la chaîne (les valeurs longues peuvent être compressées ou déplacées, comme expliqué dans Section 8.3, « Types caractère » pour les chaînes de caractères).

8.11. Types de recherche plein texte

PostgreSQL™ fournit deux types de données conçus pour supporter la recherche plein texte qui est l'activité de recherche via une collection de *documents* en langage naturel pour situer ceux qui correspondent le mieux à une *requête*. Le type tsvector représente un document dans une forme optimisée pour la recherche plein texte alors que le type tsquery représente de façon similaire une requête. Chapitre 12, Recherche plein texte fournit une explication détaillée de cette capacité et Section 9.13, « Fonctions et opérateurs de la recherche plein texte » résumé les fonctions et opérateurs en relation.

8.11.1. tsvector

Une valeur tsvector est une liste triée de *lexemes* distincts, qui sont des mots qui ont été *normalisés* pour fusionner différentes variantes du même mot apparaissent (voir Chapitre 12, Recherche plein texte pour plus de détails). Trier et éliminer les dupliques se font automatiquement lors des entrées, comme indiqué dans cet exemple :

```
SELECT 'a fat cat sat on a mat and ate a fat rat'::tsvector;
tsvector
-----
'a' 'and' 'ate' 'cat' 'fat' 'mat' 'on' 'rat' 'sat'
```

Pour représenter des lexèmes contenant des espaces blancs ou des signes de ponctuation, entourez-les avec des guillemets simples :

```
SELECT $$the lexeme '    ' contains spaces$$::tsvector;
tsvector
-----
'    ' 'contains' 'lexeme' 'spaces' 'the'
```

(Nous utilisons les valeurs littérales entre guillemets simples dans cet exemple et dans le prochain pour éviter une confusion en ayant à doubler les guillemets à l'intérieur des valeurs littérales.) Les guillemets imbriqués et les antislashs doivent être doublés :

```
SELECT $$the lexeme 'Joe''s' contains a quote$$::tsvector;
tsvector
-----
```

```
'Joe' 's' 'a' 'contains' 'lexeme' 'quote' 'the'
```

En option, les *positions* peuvent être attachées aux lexèmes :

```
SELECT 'a:1 fat:2 cat:3 sat:4 on:5 a:6 mat:7 and:8 ate:9 a:10 fat:11 rat:12'::tsvector;
-----  
'a':1,6,10 'and':8 'ate':9 'cat':3 'fat':2,11 'mat':7 'on':5 'rat':12 'sat':4
```

Une position indique normalement l'emplacement du mot source dans le document. Les informations de position sont utilisables pour avoir un *score de proximité*. Les valeurs des positions peuvent aller de 1 à 16383 ; les grands nombres sont limités silencieusement à 16383. Les positions dupliquées du même lexème sont rejetées.

Les lexèmes qui ont des positions peuvent aussi avoir un label d'un certain *poids*. Les labels possibles sont A, B, C ou D. D est la valeur par défaut et n'est du coup pas affiché en sortie :

```
SELECT 'a:1A fat:2B,4C cat:5D'::tsvector;
-----  
'a':1A 'cat':5 'fat':2B,4C
```

Les poids sont typiquement utilisés pour refléter la structure du document en marquant les mots du titre de façon différente des mots du corps. Les fonctions de score de la recherche plein texte peuvent assigner des priorités différentes aux marqueurs de poids différents.

Il est important de comprendre que le type tsvector lui-même ne réalise aucune normalisation de mots ; il suppose que les mots qui lui sont fournis sont normalisés correctement pour l'application. Par exemple,

```
SELECT 'The Fat Rats'::tsvector;
-----  
'Fat' 'Rats' 'The'
```

Pour la plupart des applications de recherche en anglais, les mots ci-dessus seraient considérés comme non normalisés mais tsvector n'y prête pas attention. Le texte des documents bruts doit habituellement passer via to_tsvector pour normaliser les mots de façon appropriée pour la recherche :

```
SELECT to_tsvector('english', 'The Fat Rats');
-----  
'fat':2 'rat':3
```

De nouveau, voir Chapitre 12, Recherche plein texte pour plus de détails.

8.11.2. tsquery

Une valeur tsquery enregistre les lexèmes qui doivent être recherchés, et peut les combiner en utilisant les opérateurs booléens & (AND), | (OR) et ! (NOT) ainsi que l'opérateur de recherche de phrase <-> (FOLLOWED BY). Il existe aussi une variante de l'opérateur FOLLOWED BY, <N>, où N est une constante entière indiquant la distance maximale entre les deux lexèmes recherchés. <-> est équivalent à <1>.

Les parenthèses peuvent être utilisées pour forcer le regroupement des opérateurs. Dans l'absence de parenthèses, ! (NOT) est prioritaire, <-> (FOLLOWED BY) suit, et enfin & (AND) et | (OR) sont les moins prioritaires.

Voici quelques exemples :

```
SELECT 'fat & rat'::tsquery;
-----  
'fat' & 'rat'  
  
SELECT 'fat & (rat | cat)'::tsquery;
```

```

tsquery
-----
'fat' & ( 'rat' | 'cat' )

SELECT 'fat & rat & ! cat'::tsquery;
      tsquery
-----
'fat' & 'rat' & !'cat'

```

En option, les lexèmes dans une tsquery peuvent être étiquetés avec une lettre de poids ou plus, ce qui les restreint à une correspondance avec les seuls lexèmes tsvector pour un de ces poids :

```

SELECT 'fat:ab & cat'::tsquery;
      tsquery
-----
'fat':AB & 'cat'

```

Par ailleurs, les lexèmes d'une tsquery peuvent être marqués avec * pour spécifier une correspondance de préfixe :

```

SELECT 'super:*'::tsquery;
      tsquery
-----
'super':*

```

Cette requête fera ressortir tout mot dans un tsvector qui commence par « super ».

Les règles de guillemets pour les lexèmes sont identiques à celles décrites ci-dessus pour les lexèmes de tsvector ; et, comme avec tsvector, toute normalisation requise des mots doit se faire avant de les placer dans le type tsquery. La fonction `to_tsquery` est convenable pour réaliser une telle normalisation :

```

SELECT to_tsquery('Fat:ab & Cats');
      to_tsquery
-----
'fat':AB & 'cat'

```

Notez que `to_tsquery` traitera les préfixes de la même façon que les autres mots, ce qui signifie que cette comparaison renvoie true :

```

SELECT to_tsvector( 'postgraduate' ) @@ to_tsquery( 'postgres:'* );
?column?
-----
t

```

parce que `postgres` devient `postgr` :

```

SELECT to_tsvector( 'postgraduate' ), to_tsquery( 'postgres:'* );
      to_tsvector | to_tsquery
-----
'postgradu':1 | 'postgr':*

```

qui correspondra à la forme native de `postgraduate`.

8.12. Type UUID

Le type de données `uuid` stocke des identifiants universels uniques (UUID, acronyme de *Universally Unique Identifiers*) décrits dans les standards RFC 4122, ISO/IEC 9834-8:2005, et d'autres encore. (Certains systèmes font référence à ce type de données en tant qu'identifiant unique global (ou GUID).) Un identifiant de ce type est une quantité sur 128 bits générée par un algorithme adéquat qui a peu de chances d'être reproduit par quelqu'un d'autre utilisant le même algorithme. Du coup, pour les systèmes distribués, ces identifiants fournissent une meilleure garantie d'unicité que ce que pourrait fournir une séquence, dont la valeur est unique seulement au sein d'une base de données.

Un UUID est écrit comme une séquence de chiffres hexadécimaux en minuscule, répartis en différents groupes séparés par un ti-

ret. Plus précisément, il s'agit d'un groupe de huit chiffres suivis de trois groupes de quatre chiffres terminés par un groupe de douze chiffres, ce qui fait un total de 32 chiffres représentant les 128 bits. Voici un exemple d'UUID dans sa forme standard :

```
a0eebc99-9c0b-4ef8-bb6d-6bb9bd380a11
```

PostgreSQL accepte aussi d'autres formes en entrée : utilisation des majuscules, de crochets englobant le nombre, suppression d'une partie ou de tous les tirets, ajout d'un tiret après n'importe quel groupe de quatre chiffres. Voici quelques exemples :

```
A0EEBC99-9C0B-4EF8-BB6D-6BB9BD380A11  
{a0eebc99-9c0b-4ef8-bb6d-6bb9bd380a11}  
a0eebc999c0b4ef8bb6d6bb9bd380a11  
a0ee-bc99-9c0b-4ef8-bb6d-6bb9-bd38-0a11  
{a0eebc99-9c0b4ef8-bb6d6bb9-bd380a11}
```

L'affichage est toujours dans la forme standard.

Pour générer des UUID, le module `uuid-ossp` fournit des fonctions qui implémentent les algorithmes standards. Le module `pgcrypto` fournit également une fonction de génération d'UUID aléatoires. Sinon, les UUID peuvent être générés par des applications clientes ou par d'autres bibliothèques appelées par une fonction serveur.

8.13. Type XML

Le type de données `xml` est utilisé pour stocker des données au format XML. Son avantage sur un champ de type `text` est qu'il vérifie que les valeurs sont bien formées. De plus, il existe de nombreuses fonctions pour réaliser des opérations de vérification à partir de ce type ; voir la Section 9.14, « Fonctions XML ». L'utilisation de ce type de données requiert que l'étape de compilation a utilisé l'option `--with-libxml`.

Le type `xml` peut stocker des « documents » bien formés, suivant la définition du standard XML, ainsi que des fragments de contenu (« `content` »), qui sont définis par `XMLDecl? content` du standard XML. Cela signifie que les fragments de contenu peuvent avoir plus d'un élément racine ou nœud caractère. L'expression `valeurxml IS DOCUMENT` permet d'évaluer si une valeur `xml` particulière est un document complet ou seulement un fragment de contenu.

8.13.1. Créer des valeurs XML

Pour produire une valeur de type `xml` à partir d'une donnée de type caractère, utilisez la fonction `xmlparse` :

```
XMLPARSE ( { DOCUMENT | CONTENT } valeur)
```

Quelques exemples :

```
XMLPARSE (DOCUMENT '<?xml  
version="1.0"?><book><title>Manual</title><chapter>...</chapter></book>')  
XMLPARSE (CONTENT 'abc<foo>bar</foo><bar>foo</bar>')
```

Bien que cela soit la seule façon de convertir des chaînes de caractère en valeurs XML d'après le standard XML, voici des syntaxes spécifiques à PostgreSQL :

```
xml '<foo>bar</foo>'  
'<foo>bar</foo>'::xml
```

Le type `xml` ne valide pas les valeurs en entrée par rapport à une déclaration de type de document (DTD), même quand la valeur en entrée indique une DTD. Il n'existe pas encore de support pour la validation avec d'autres langages de schéma XML, comme XML Schema.

L'opération inverse, produisant une chaîne de caractères à partir d'une valeur au type `xml`, utilise la fonction `xmlserialize`:

```
XMLSERIALIZE ( { DOCUMENT | CONTENT } value AS type )
```

`type` peut être `character`, `character varying` ou `text` (ou un alias de ces derniers). Encore une fois, d'après le standard SQL, c'est le seul moyen de convertir le type `xml` vers les types caractère mais PostgreSQL autorise aussi la conversion simple de la valeur.

Lorsque les valeurs des chaînes de caractère sont converties vers ou à partir du type xml sans passer par XMLPARSE ou XMLSERIALIZE, respectivement, le choix de DOCUMENT ou de CONTENT est déterminé par un paramètre de configuration niveau session, « XML OPTION », qui peut être configuré par la commande habituelle :

```
SET XML OPTION { DOCUMENT | CONTENT };
```

ou la syntaxe PostgreSQL :

```
SET xmloption TO { DOCUMENT | CONTENT };
```

La valeur par défaut est CONTENT, donc toutes les formes de données XML sont autorisées.



Note

Avec le paramétrage par défaut des options XML, vous ne pouvez pas convertir directement des chaînes de caractères dans le type xml si elles contiennent une déclaration du type de document car la définition du fragment de contenu XML ne les accepte pas. Si vous avez besoin de changer cela, soit vous utilisez XMLPARSE soit vous changez l'option XML.

8.13.2. Gestion de l'encodage

Une grande attention doit prévaloir lors de la gestion de plusieurs encodages sur le client, le serveur ou dans les données XML qui passent entre eux. Lors de l'utilisation du mode texte pour passer les requêtes au serveur et pour renvoyer les résultats au client (qui se trouve dans le mode normal), PostgreSQL convertit toutes les données de type caractère passées entre le client et le serveur et vice-versa suivant l'encodage spécifique du bout final ; voir la Section 23.3, « Support des jeux de caractères ». Ceci inclut les représentations textuelles des valeurs XML, comme dans les exemples ci-dessus. Ceci signifie que les déclarations d'encodage contenues dans les données XML pourraient devenir invalide lorsque les données sont converties vers un autre encodage lors du transfert entre le client et le serveur, alors que la déclaration de l'encodage n'est pas modifiée. Pour s'en sortir, une déclaration d'encodage contenue dans une chaîne de caractères présentée en entrée du type xml est *ignorée*, et le contenu est toujours supposé être de l'encodage du serveur. En conséquence, pour un traitement correct, ces chaînes de caractères de données XML doivent être envoyées du client dans le bon encodage. C'est de la responsabilité du client de soit convertir le document avec le bon encodage client avant de l'envoyer au serveur soit d'ajuster l'encodage client de façon appropriée. En sortie, les valeurs du type xml n'auront pas une déclaration d'encodage et les clients devront supposer que les données sont dans l'encodage du client.

Lors de l'utilisation du mode binaire pour le passage des paramètres de la requête au serveur et des résultats au client, aucune conversion de l'encodage n'est réalisée, donc la situation est différente. Dans ce cas, une déclaration d'encodage dans les données XML sera observée et, si elle est absente, les données seront supposées être en UTF-8 (comme requis par le standard XML ; notez que PostgreSQL ne supporte pas du tout UTF-16). En sortie, les données auront une déclaration d'encodage spécifiant l'encodage client sauf si l'encodage client est UTF-8, auquel cas elle sera omise.

Le traitement des données XML avec PostgreSQL sera moins complexe et plus efficace si l'encodage des données, l'encodage client et serveur sont identiques. Comme les données XML sont traitées en interne en UTF-8, les traitements seront plus efficaces si l'encodage serveur est aussi en UTF-8.



Attention

Certaines fonctions relatives à XML pourraient ne pas fonctionner du tout sur des données non ASCII quand l'encodage du serveur n'est pas UTF-8. C'est un problème connu pour `xpath()` en particulier.

8.13.3. Accéder aux valeurs XML

Le type de données xml est inhabituel dans le sens où il ne dispose pas d'opérateurs de comparaison. Ceci est dû au fait qu'il n'existe pas d'algorithme de comparaison bien défini et utile pour des données XML. Une conséquence de ceci est que vous ne pouvez pas récupérer des lignes en comparant une colonne xml avec une valeur de recherche. Les valeurs XML doivent du coup être typiquement accompagnées par un champ clé séparé comme un identifiant. Une autre solution pour la comparaison de valeurs XML est de les convertir en des chaînes de caractères, mais notez que la comparaison de chaînes n'a que peu à voir avec une méthode de comparaison XML utile.

Comme il n'y a pas d'opérateurs de comparaison pour le type de données xml, il n'est pas possible de créer un index directement sur une colonne de ce type. Si une recherche rapide est souhaitée dans des données XML, il est toujours possible de convertir l'expression en une chaîne de caractères et d'indexer cette conversion. Il est aussi possible d'indexer une expression XPath. La

vraie requête devra bien sûr être ajustée à une recherche sur l'expression indexée.

La fonctionnalité de recherche plein texte peut aussi être utilisée pour accélérer les recherches dans des données XML. Le support du pré-traitement nécessaire n'est cependant pas disponible dans la distribution PostgreSQL.

8.14. Types JSON

Les types de données JSON sont fait pour stocker des données JSON (JavaScript Object Notation), comme spécifié dans la *RFC 7159*. De telles données peuvent également être stockées comme `text`, mais les types de données JSON ont l'avantage d'assurer que chaque valeur stockée est valide d'après les règles JSON. Il y a également des fonctions et opérateurs spécifiques à JSON associés disponibles pour les données stockées dans ces types de données. Voir Section 9.15, « Fonctions et opérateurs JSON ».

Il y a deux types de données JSON : `json` et `jsonb`. Ils acceptent *quasiment* des ensembles de valeurs identiques en entrée. La différence majeure réside dans l'efficacité. Le type de données `json` stocke une copie exacte du texte en entrée, que chaque fonction doit analyser à chaque exécution, alors que le type de données `jsonb` est stocké dans un format binaire décomposé qui rend l'insertion légèrement plus lente du fait du surcoût de la conversion, mais est significativement plus rapide pour traiter les données, puisqu'aucune analyse n'est nécessaire. `jsonb` gère également l'indexation, ce qui peut être un avantage significatif.

Puisque le type `json` stocke une exacte copie du texte en entrée, il conservera les espaces sémantiquement non significatifs entre les jetons, ainsi que l'ordre des clés au sein de l'objet JSON. De plus, si un objet JSON dont la valeur contient la même clé plus d'une fois, toutes les paires clé/valeur sont conservées (les fonctions de traitement considèrent la dernière valeur comme celle significative). À l'inverse, `jsonb` ne conserve ni les espaces non significatifs, ni l'ordre des clés d'objet, ni ne conserve les clés d'objet dupliquées. Si des clés dupliquées sont présentées en entrée, seule la dernière valeur est conservée.

En général, la plupart des applications devrait préférer stocker les données JSON avec `jsonb`, à moins qu'il y ait des besoins spécifiques, comme la supposition légitime de l'ordre des clés d'objet.

PostgreSQL™ n'autorise qu'un seul encodage de caractères par base de données. Il n'est donc pas possible pour les types JSON de se conformer de manière rigoureuse à la spécification JSON, à moins que l'encodage de la base de données soit UTF8. Tenter d'inclure directement des caractères qui ne peuvent pas être représentés dans l'encodage de la base de données échouera ; inversement, des caractères qui peuvent être représentés dans l'encodage de la base de données mais pas en UTF8 seront autorisés.

La RFC 7159 autorise les chaînes JSON à contenir des séquences Unicode échappées, indiquées avec `\uXXXX`. Dans la fonction d'entrée pour le type `json`, les échappements Unicode sont autorisés quel que soit l'encodage de la base de données, et sont vérifiés uniquement pour l'exactitude de la syntaxe (qui est quatre chiffres hexadécimaux précédés d'un `\u`). Toutefois, la fonction d'entrée pour `jsonb` est plus stricte : elle interdit les échappements Unicode pour les caractères autre que ASCII (ceux au delà de U+007F) à moins que l'encodage de la base de données soit UTF8. Le type `jsonb` rejette aussi `\u0000` (parce que ça ne peut pas être représenté avec le type `text` de PostgreSQL™), et il insiste pour que chaque utilisation de paires de substituion Unicode désignant des caractères en dehors du *Unicode Basic Multilingual Plane* soit correct. Les échappements Unicode valides sont convertis en leur caractère ASCII ou UTF8 équivalent pour du stockage ; ceci inclut les « folding surrogate pairs » sur un seul caractère.



Note

De nombreuses fonctions de traitement JSON décrites dans Section 9.15, « Fonctions et opérateurs JSON » convertiront les échappements Unicode vers des caractères standard, et généreront donc le même type d'erreurs décrit juste avant si leur entrée est de type `json` et non `jsonb`. Le fait que la fonction d'entrée `json` ne fasse pas ces vérifications peut être considéré comme un artefact historique, bien qu'elle n'autorise pas un simple stockage (sans traitement) d'échappements Unicode JSON dans une base de données en encodage non UTF8. En général, il est préférable d'éviter de mélanger des échappements Unicode en JSON avec une base de données en encodage non UTF8 si possible.

Lors de la conversion de données texte JSON vers `jsonb`, les types primitifs décrits par la RFC 7159 sont transcrits efficacement vers des types PostgreSQL™ natifs, comme indiqué dans Tableau 8.23, « Types primitifs JSON et types PostgreSQL™ correspondant ». Par conséquent, il y a quelques contraintes additionnelles mineures sur ce qui constitue des données `jsonb` valides qui ne s'appliquent ni au type `json`, ni à JSON en définitive, correspondant aux limites de ce qui peut être représenté par le type de données sous-jacent. Spécifiquement, `jsonb` rejette les nombres qui sont en dehors de la portée du type de données numeric de PostgreSQL™, alors que `json` les acceptera. De telles restrictions définies par l'implémentation sont permises par la RFC 7159. Cependant, en pratique de tels problèmes ont beaucoup plus de chances de se produire dans d'autres implémentations, puisqu'il est habituel de représenter les types primitifs number JSON comme des nombres flottants à double précision (IEEE 754 double precision floating point), ce que la RFC 7159 anticipe explicitement et autorise. Lorsque JSON est utilisé comme format d'échange avec de tels systèmes, le risque de perte de précision pour les valeurs numériques comparées aux données stockées à l'origine par PostgreSQL™ devraient être considérés.

À l'inverse, comme indiqué dans le tableau, il y quelques restrictions mineures sur le format d'entrée de types primitifs JSON qui ne s'appliquent pas aux types PostgreSQL™ correspondant.

Tableau 8.23. Types primitifs JSON et types PostgreSQL™ correspondant

Type primitif JSON	Type PostgreSQL™	Notes
string	text	\u0000 est interdit, tout comme les échappements Unicode non ASCII si l'encodage de la base de données n'est pas UTF8
number	numeric	Les valeurs NaN et infinity sont interdites
boolean	boolean	Seules les versions en minuscule de true et false sont acceptées
null	(none)	NULL dans SQL est un concept différent

8.14.1. Syntaxe d'entrée et de sortie JSON

La syntaxe d'entrée/sortie pour les types de données JSON est identique à celle spécifiée dans la RFC 7159.

Les exemples suivants sont tous des expressions json (ou jsonb) valides :

```
-- Simple valeur scalaire/primitive
-- Les valeurs primitives peuvent être des nombres, chaînes entre guillemet, true,
false ou null
SELECT '5'::json;

-- Tableau de zéro ou plus éléments (les éléments doivent être du même type)
SELECT '[1, 2, "foo", null]'::json;

-- Objets contenant des paires de clé et valeurs
-- À noter que les clés d'objets doivent toujours être des chaînes entre guillemet
SELECT '{"bar": "baz", "balance": 7.77, "active": false}'::json;

-- Tableaux et objets peuvent être imbriqués arbitrairement
SELECT '{"foo": [true, "bar"], "tags": {"a": 1, "b": null}}'::json;
```

Comme dit précédemment, quand une valeur JSON est renseignée puis affichée sans traitement additionnel, json renvoie le même texte qui était fourni en entrée, alors que jsonb ne préserve pas les détails sémantiquement non-significatifs comme les espaces. Par exemple, il faut noter la différence ici :

```
SELECT '{"bar": "baz", "balance": 7.77, "active":false}'::json;
      json
-----
{ "bar": "baz", "balance": 7.77, "active":false}
(1 row)

SELECT '{"bar": "baz", "balance": 7.77, "active":false}'::jsonb;
      jsonb
-----
{ "bar": "baz", "active": false, "balance": 7.77}
(1 row)
```

un détail sémantiquement non significatif qu'il faut souligner est qu'avec jsonb, les nombres seront affichées en fonction du type numeric sous jacent. En pratique, cela signifie que les nombres renseignés avec la notation E seront affichés sans. Par exemple :

```
SELECT '{"reading": 1.230e-5}'::json, '{"reading": 1.230e-5}'::jsonb;
      json          |      jsonb
-----
{ "reading": 1.230e-5} | { "reading": 0.00001230}
(1 row)
```

Toutefois, jsonb préservera les zéros en fin de partie fractionnaire, comme on peut le voir dans cet exemple, même si ceux-ci sont

ne sont pas sémantiquement significatifs pour des besoins tels que des tests d'égalité.

8.14.2. Concevoir des documents JSON efficacement

Représenter des données en JSON peut être considérablement plus flexible que le modèle de données relationnel traditionnel, qui est contraignant dans des environnements où les exigences sont souples. Il est tout à fait possible que ces deux approches puissent coexister, et qu'elles soient complémentaires au sein de la même application. Toutefois, même pour les applications où on désire le maximum de flexibilité, il est toujours recommandé que les documents JSON aient une structure quelque peu fixée. La structure est typiquement non vérifiée (bien que vérifier des règles de vérifications métier de manière déclarative soit possible), mais le fait d'avoir une structure prévisible rend plus facile l'écriture de requêtes qui résument utilement un ensemble de « documents » (datums) dans une table.

Les données JSON sont sujettes aux mêmes considérations de contrôle de concurrence que pour n'importe quel autre type de données quand elles sont stockées en table. Même si stocker de gros documents est prévisible, il faut garder à l'esprit que chaque mise à jour acquiert un verrou de niveau ligne sur toute la ligne. Il faut envisager de limiter les documents JSON à une taille gérable pour réduire les contentions sur verrou lors des transactions en mise à jour. Idéalement, les documents JSON devraient chacun représenter une donnée atomique que les règles métiers imposent de ne pas pouvoir les sous-diviser en données plus petites qui pourraient être modifiées séparément.

8.14.3. Existence et inclusion jsonb

Tester l'*inclusion* est une capacité importante de jsonb. Il n'y a pas d'ensemble de fonctionnalités parallèle pour le type json. L'inclusion teste si un des documents jsonb est contenu dans un autre. Ces exemples renvoient vrai sauf note explicite :

```
-- Simple valeur scalaire/primitive qui contient une seule valeur identique :
SELECT '"foo"'::jsonb @> '"foo"'::jsonb;

-- Le tableau de droite est contenu dans celui de gauche :
SELECT '[1, 2, 3]'::jsonb @> '[1, 3]'::jsonb;

-- L'ordre des éléments d'un tableau n'est pas significatif, donc ceci est tout
-- aussi vrai :
SELECT '[1, 2, 3]'::jsonb @> '[3, 1]'::jsonb;

-- Les éléments dupliqués d'un tableau n'ont plus d'importance :
SELECT '[1, 2, 3]'::jsonb @> '[1, 2, 2]'::jsonb;

-- L'objet avec une seule paire à droite est contenu
-- dans l'objet sur le côté gauche :
SELECT '{"product": "PostgreSQL", "version": 9.4, "jsonb":true}'::jsonb @>
'{"version":9.4}'::jsonb;

-- Le tableau du côté droit n'est pas considéré comme contenu
-- dans le tableau du côté gauche, même si un tableau similaire est imbriqué dedans :
SELECT '[1, 2, [1, 3]]'::jsonb @> '[1, 3]'::jsonb; -- renvoie faux

-- Mais avec une couche d'imbrication, il est contenu :
SELECT '[1, 2, [1, 3]]'::jsonb @> '[[1, 3]]'::jsonb;

-- De la même manière, l'inclusion n'est pas valable ici :
SELECT '{"foo": {"bar": "baz"}}'::jsonb @> '{"bar": "baz"}'::jsonb; -- renvoie faux

-- Une clé du niveau racine et un objet vide est contenu :
SELECT '{"foo": {"bar": "baz"}}'::jsonb @> '{"foo": {}}'::jsonb;
```

Le principe général est que l'objet inclus doit correspondre à l'objet devant le contenir à la fois pour la structure et pour les données, peut-être après la suppression d'élément de tableau ou d'objet paire clé/valeur ne correspondant pas à l'objet contenant. Mais rappelez-vous que l'ordre des éléments dans un tableau n'est pas significatif lors d'une recherche de contenance, et que les éléments dupliqués d'un tableau ne sont réellement considérés qu'une seule fois.

Comme exception qui confirme la règle que les structures doivent correspondre, un tableau peut inclure une valeur primitive :

```
-- Ce tableau inclut la valeur primitive chaîne :
SELECT '[ "foo", "bar" ]'::jsonb @> '"bar"'::jsonb;

-- Cette exception n'est pas réciproque, la non inclusion est rapportée ici :
```

```
SELECT '"bar" '::jsonb @> '[ "bar" ]' :::jsonb; -- renvoie faux
```

jsonb a également un opérateur d'*existence*, qui est une variation sur le thème de l'inclusion : il teste si une chaîne (sous forme de valeur text) apparaît comme une clé d'objet ou un élément de tableau au niveau supérieur de la valeur jsonb. Ces exemples renvoient vrai sauf note explicite :

```
-- La chaîne existe comme un élément de tableau :
SELECT '['"foo", "bar", "baz"]' :::jsonb ? 'bar';

-- La chaîne existe comme une clé d'objet :
SELECT '{"foo": "bar"}' :::jsonb ? 'foo';

-- Les valeurs d'objets ne sont pas examinées :
SELECT '{"foo": "bar"}' :::jsonb ? 'bar'; -- renvoie faux

-- Comme pour l'inclusion, l'existence doit correspondre au niveau supérieur :
SELECT '{"foo": {"bar": "baz"}}' :::jsonb ? 'bar'; -- renvoie faux

-- Une chaîne est examinée pour l'existence si elle correspond à une primitive chaîne JSON :
SELECT '"foo"' :::jsonb ? 'foo';
```

Les objets JSON sont plus adaptés que les tableaux pour tester l'inclusion ou l'existence quand il y a de nombreuses clés ou éléments impliqués, car contrairement aux tableaux ils sont optimisés de manière interne pour la recherche et n'ont pas besoin d'être parcourus linéairement.



Astuce

Comme les documents JSON sont imbriqués, une requête appropriée peut ignorer une sélection explicite de sous-objets. Par exemple, supposons que nous avons une colonne *doc* contenant des objets au plus haut niveau, avec la plupart des objets contenant les champs *tags* qui contiennent des tableaux de sous-objets. Cette requête trouve des entrées dans lesquelles les sous-objets contiennent à la fois "term": "paris" et "term": "food", tout en ignorant ces clés en dehors du tableau *tags* :

```
SELECT doc->'site_name' FROM websites
 WHERE doc @> '{
    "tags": [
        {"term": "paris"}, {"term": "food"}
    ]
}' ;
```

Cela pourrait s'accomplir aussi ainsi :

```
SELECT doc->'site_name' FROM websites
 WHERE doc->'tags' @> '{
    {"term": "paris"}, {"term": "food"}
}' ;
```

mais cette approche est moins flexible, et souvent bien moins efficace.

Mais l'opérateur JSON d'existence n'est pas imbriqué : il cherchera seulement pour la clé ou l'élément de tableau spécifié à la racine de la valeur JSON.

Les différents opérateurs d'inclusion de d'existence, avec tous les autres opérateurs et fonctions JSON sont documentés dans Section 9.15, « Fonctions et opérateurs JSON ».

8.14.4. Indexation jsonb

Les index GIN peuvent être utilisés pour chercher efficacement des clés ou paires clé/valeurs se trouvant parmi un grand nombre de documents (datums) jsonb. Deux « classes d'opérateur » GIN sont fournies, offrant différents compromis entre performance et flexibilité.

La classe d'opérateur GIN par défaut pour jsonb supporte les requêtes avec des opérateurs clé-existe au niveau haut ?, ?& et des opérateurs ?| et l'opérateur chemin/valeur-existe @>. (Pour des détails sur la sémantique que ces opérateurs implémentent, voir Tableau 9.43, « Opérateurs jsonb supplémentaires ».) Un exemple de création d'index avec cette classe d'opérateur est :

```
CREATE INDEX idxgin ON api USING GIN (jdoc);
```

La classe d'opérateur GIN qui n'est pas par défaut `jsonb_path_ops` supporte l'indexation de l'opérateur `@>` seulement. Un exemple de création d'index avec cette classe d'opérateur est :

```
CREATE INDEX idxginp ON api USING GIN (jdoc jsonb_path_ops);
```

En étudiant l'exemple d'une table qui stocke des documents JSON récupérés par un service web tiers, avec une définition de schéma documentée, un document typique serait :

```
{
  "guid": "9c36adc1-7fb5-4d5b-83b4-90356a46061a",
  "name": "Angela Barton",
  "is_active": true,
  "company": "MagnaFone",
  "address": "178 Howard Place, Gulf, Washington, 702",
  "registered": "2009-11-07T08:53:22 +08:00",
  "latitude": 19.793713,
  "longitude": 86.513373,
  "tags": [
    "enim",
    "aliquip",
    "qui"
  ]
}
```

Ces documents sont stockés dans une table nommée `api`, dans une colonne de type `jsonb` nommée `jdoc`. Si un index GIN est créé sur cette colonne, les requêtes comme dans l'exemple suivant peuvent utiliser cet index :

```
-- Trouver les documents dans lesquels la clé "company" a pour valeur "MagnaFone"
SELECT jdoc->'guid', jdoc->'name' FROM api WHERE jdoc @> '{"company": "MagnaFone"}';
```

Toutefois, cet index ne pourrait pas être utilisé pour des requêtes comme dans l'exemple suivant, car bien que l'opérateur `?` soit indexable, il n'est pas appliqué directement sur la colonne indexée `jdoc` :

```
-- Trouver les documents dans lesquels la clé "tags" contient une clé ou un élément tableau "qui"
SELECT jdoc->'guid', jdoc->'name' FROM api WHERE jdoc -> 'tags' ? 'qui';
```

Toutefois, avec l'utilisation appropriée d'index sur expression, la requête ci-dessus peut utiliser un index. Si le requêtage d'éléments particuliers de la clé "tags" est fréquent, définir un index comme ceci pourrait être particulièrement bénéfique :

```
-- À noter que l'opérateur "jsonb -> text" ne peut être appelé que sur un
-- objet JSON, donc la conséquence de créer cet index est que le premier niveau de
-- chaque valeur "jdoc" doit être un objet. Ceci est vérifié lors de chaque insertion.
CREATE INDEX idxgintags ON api USING GIN ((jdoc -> 'tags'));
```

Dorénavant, la clause WHERE `jdoc -> 'tags' ? 'qui'` sera reconnue comme une application de l'opérateur indexable `?` pour l'expression indexée `jdoc -> 'tags'`. (Plus d'informations sur les index sur expression peuvent être trouvés dans Section 11.7, « Index d'expressions ».)

Une autre approche pour le requêtage et l'exploitation de l'inclusion, par exemple :

```
-- Trouver les documents dans lesquelles la clé "tags" inclue l'élément tableau "qui"
SELECT jdoc->'guid', jdoc->'name' FROM api WHERE jdoc @> '{"tags": ["qui"]}';
```

Un simple index GIN sur la colonne `jdoc` peut répondre à cette requête. Mais il faut noter qu'un tel index stockera des copies de chaque clé et chaque valeur de la colonne `jdoc`, alors que l'index sur expression de l'exemple précédent ne stockera que les données trouvées pour la clé `tags`. Alors que l'approche d'index simple est bien plus souple (puisque elle supporte les requêtes sur n'importe quelle clé), les index sur des expressions ciblées ont bien plus de chances d'être plus petits et plus rapides pour la recherche qu'un simple index.

Bien que la classe d'opérateur `jsonb_path_ops` ne supporte que les requêtes avec l'opérateur `@>`, elle a des avantages de per-

formance notables par rapport à la classe d'opérateur par défaut `jsonb_ops`. Un index `jsonb_path_ops` est généralement bien plus petit qu'un index `jsonb_ops` pour les mêmes données, et la spécificité de la recherche est meilleure, particulièrement quand les requêtes contiennent des clés qui apparaissent fréquemment dans les données. Par conséquent, les opérations de recherche sont généralement plus performantes qu'avec la classe d'opérateur par défaut.

La différence technique entre des index GIN `jsonb_ops` et `jsonb_path_ops` est que le premier crée des éléments d'index indépendants pour chaque clé et valeur dans les données, alors que le second crée des éléments d'index uniquement pour chaque valeur dans les données.¹ Fondamentalement, chaque élément d'index `jsonb_path_ops` est un hachage de la valeur et de la ou les clés y menant ; par exemple pour indexer `{ "foo": { "bar": "baz" } }`, un seul élément dans l'index serait créé, incorporant les trois `foo`, `bar` et `baz` dans une valeur hachée. Ainsi une requête d'inclusion cherchant cette structure résulterait en une recherche d'index extrêmement spécifique; mais il n'y a pas d'autre moyen de savoir si `foo` apparaît en tant que clé. D'un autre côté, un index `jsonb_ops` créerait trois éléments d'index représentant `foo`, `bar` et `baz` séparément ; ainsi pour faire la requête d'inclusion, il faudrait rechercher les lignes contenant chacun des trois éléments. Bien que les index GIN puissent effectuer de telles recherches et de manière tout à fait efficace, cela sera toujours moins spécifique et plus lent que la recherche équivalente `jsonb_path_ops`, surtout s'il y a un très grand nombre de lignes contenant n'importe lequel des trois éléments d'index.

Un désavantage de l'approche `jsonb_path_ops` est qu'elle ne produit d'entrées d'index que pour les structures JSON ne contenant aucune valeur, comme `{"a": {}}`. Si une recherche pour des documents contenant une telle structure est demandée, elle nécessitera un parcours de la totalité de l'index, ce qui peut être assez long. `jsonb_path_ops` est donc mal adapté pour des applications qui effectuent souvent de telles recherches.

`jsonb` supporte également les index `btree` et `hash`. Ceux-ci ne sont généralement utiles que s'il est important de vérifier l'égalité de documents JSON entiers. Le tri `btree` pour des données `jsonb` est rarement d'un grand intérêt, mais afin d'être exhaustif, il est :

Objet > Tableau > Booléen > Nombre > Chaîne > Null

Objet avec n paires > objet avec n - 1 paires

Tableau avec n éléments > tableau avec n - 1 éléments

Les objets avec le même nombre de paires sont comparés dans cet ordre :

clé-1, valeur-1, clé-2 ...

À noter que les clés d'objet sont comparés dans leur ordre de stockage ; en particulier, puisque les clés les plus courtes sont stockées avant les clés les plus longues, cela peut amener à des résultats contre intuitifs, tel que :

`{ "aa": 1, "c": 1 } > { "b": 1, "d": 1 }`

De la même manière, les tableaux avec le même nombre d'éléments sont comparés dans l'ordre :

élément-1, élément-2 ...

Les valeurs JSON primitives sont comparées en utilisant les mêmes règles de comparaison que pour les types de données PostgreSQL™ sous-jacents. Les chaînes sont comparées en utilisant la collation par défaut de la base de données.

8.15. Tableaux

PostgreSQL™ permet de définir des colonnes de table comme des tableaux multidimensionnels de longueur variable. Il est possible de créer des tableaux de n'importe quel type utilisateur : de base, composé, enum. Toutefois, les tableaux de domaines ne sont pas encore supportés.

8.15.1. Déclaration des types tableaux

La création de la table suivante permet d'illustrer l'utilisation des types tableaux :

```
CREATE TABLE sal_emp (
    nom          text,
```

¹ Dans ce contexte, le terme « valeur » inclue les éléments de tableau, bien que la terminologie JSON considère parfois que les éléments de tableaux soient distincts des valeurs dans les objets.

```

    paye_par_semaine integer[],
    planning          text[][][]
);

```

Comme indiqué ci-dessus, un type de données tableau est nommé en ajoutant des crochets ([]) au type de données des éléments du tableau. La commande ci-dessus crée une table nommée `sal_emp` avec une colonne de type `text` (*nom*), un tableau à une dimension de type `integer` (*paye_par_semaine*), représentant le salaire d'un employé par semaine et un tableau à deux dimensions de type `text` (*planning*), représentant le planning hebdomadaire de l'employé.

La syntaxe de **CREATE TABLE** permet de préciser la taille exacte des tableaux, par exemple :

```

CREATE TABLE tictactoe (
    carres  integer[3][3]
);

```

Néanmoins, l'implantation actuelle ignore toute limite fournie pour la taille du tableau, c'est-à-dire que le comportement est identique à celui des tableaux dont la longueur n'est pas précisée.

De plus, l'implantation actuelle n'oblige pas non plus à déclarer le nombre de dimensions. Les tableaux d'un type d'élément particulier sont tous considérés comme étant du même type, quels que soient leur taille ou le nombre de dimensions. Déclarer la taille du tableau ou le nombre de dimensions dans **CREATE TABLE** n'a qu'un but documentaire. Le comportement de l'application n'en est pas affecté.

Une autre syntaxe, conforme au standard SQL via l'utilisation du mot clé `ARRAY`, peut être employée pour les tableaux à une dimension. `paye_par_semaine` peut être défini ainsi :

```
paye_par_semaine  integer ARRAY[4],
```

ou si aucune taille du tableau n'est spécifiée :

```
paye_par_semaine  integer ARRAY,
```

Néanmoins, comme indiqué précédemment, PostgreSQL™ n'impose aucune restriction sur la taille dans tous les cas.

8.15.2. Saisie de valeurs de type tableau

Pour écrire une valeur de type tableau comme une constante littérale, on encadre les valeurs des éléments par des accolades et on les sépare par des virgules (ce n'est pas différent de la syntaxe C utilisée pour initialiser les structures). Des guillemets doubles peuvent être positionnés autour des valeurs des éléments. C'est d'ailleurs obligatoire si elles contiennent des virgules ou des accolades (plus de détails ci-dessous). Le format général d'une constante de type tableau est donc le suivant :

```
'{ val1 delim val2 delim ... }'
```

où *delim* est le caractère de délimitation pour ce type, tel qu'il est enregistré dans son entrée `pg_type`. Parmi les types de données standard fournis par la distribution PostgreSQL™, tous utilisent une virgule (,), sauf pour le type `box` qui utilise un point-virgule (;). Chaque *val* est soit une constante du type des éléments du tableau soit un sous-tableau.

Exemple de constante tableau :

```
'{ {1,2,3}, {4,5,6}, {7,8,9} }'
```

Cette constante a deux dimensions, un tableau 3 par 3 consistant en trois sous-tableaux d'entiers.

Pour initialiser un élément d'un tableau à `NULL`, on écrit `NULL` pour la valeur de cet élément. (Toute variante majuscule et/ou minuscule de `NULL` est acceptée.) Si « `NULL` » doit être utilisé comme valeur de chaîne, on place des guillemets doubles autour.

Ces types de constantes tableau sont en fait un cas particulier des constantes de type générique abordées dans la Section 4.1.2.7, « Constantes d'autres types ». La constante est traitée initialement comme une chaîne et passée à la routine de conversion d'entrées de tableau. Une spécification explicite du type peut être nécessaire.

Quelques instructions **INSERT** :

```

INSERT INTO sal_emp
VALUES ('Bill',
'{10000, 10000, 10000, 10000}',

'{"rendez-vous", "repas"}, {"entraînement", "présentation"}');

```

```

INSERT INTO sal_emp
VALUES ('Carol',
'{20000, 25000, 25000, 25000}',

'{"petit-déjeuner", "consultation"}, {"rendez-vous", "repas"}');

```

Le résultat des deux insertions précédentes ressemble à :

```
SELECT * FROM sal_emp;
 nom | paye_par_semaine | planning
-----+-----+-----+
Bill | {10000,10000,10000,10000} | {{rendez-vous,repas},{entraînement,présentation}}
Carol | {20000,25000,25000,25000} | {{petit-déjeuner,consultation},{rendez-vous,repas}}
(2 rows)
```

Les tableaux multi-dimensionnels doivent avoir des échelles correspondantes pour chaque dimension. Une différence cause la levée d'une erreur. Par exemple :

```
INSERT INTO sal_emp
VALUES ('Bill',
'{10000, 10000, 10000, 10000}',
'{{"rendez-vous", "repas"}, {"rendez-vous"}}');
ERROR: multidimensional arrays must have array expressions with matching dimensions
```

La syntaxe du constructeur ARRAY peut aussi être utilisée :

```
INSERT INTO sal_emp
VALUES ('Bill',
ARRAY[10000, 10000, 10000, 10000],
ARRAY[['rendez-vous', 'repas'], ['entraînement', 'présentation']]);
INSERT INTO sal_emp
VALUES ('Carol',
ARRAY[20000, 25000, 25000, 25000],
ARRAY[['petit-déjeuner', 'consultation'], ['rendez-vous', 'repas']]);
```

Les éléments du tableau sont des constantes SQL ordinaires ou des expressions ; par exemple, les chaînes de caractères littérales sont encadrées par des guillemets simples au lieu de guillemets doubles comme cela est le cas dans un tableau littéral. La syntaxe du constructeur ARRAY est discutée plus en profondeur dans la Section 4.2.12, « Constructeurs de tableaux ».

8.15.3. Accès aux tableaux

Quelques requêtes lancées sur la table permettent d'éclairer le propos précédent. Tout d'abord, l'accès à un seul élément du tableau. Cette requête retrouve le nom des employés dont la paye a changé au cours de la deuxième semaine :

```
SELECT nom FROM sal_emp WHERE paye_par_semaine[1] <> paye_par_semaine[2];
 nom
-----
 Carol
(1 row)
```

Les indices du tableau sont écrits entre crochets. Par défaut, PostgreSQL™ utilise la convention des indices commençant à 1 pour les tableaux, c'est-à-dire un tableau à n éléments commence avec `array[1]` et finit avec `array[n]`.

Récupérer la paye de la troisième semaine de tous les employés :

```
SELECT paye_par_semaine[3] FROM sal_emp;
 paye_par_semaine
-----
 10000
 25000
(2 rows)
```

Il est également possible d'accéder à des parties rectangulaires arbitraires ou à des sous-tableaux. Une partie de tableau est indiquée par l'écriture *extrémité basse:extrémité haute* sur n'importe quelle dimension. Ainsi, la requête suivante retourne le premier élément du planning de Bill pour les deux premiers jours de la semaine :

```
SELECT planning[1:2][1:1] FROM sal_emp WHERE nom = 'Bill';
 planning
-----
```

```
{ {rendez-vous} , {entraînement} }
(1 row)
```

Si l'une des dimensions est écrite comme une partie, c'est-à-dire si elle contient le caractère deux-points, alors toutes les dimensions sont traitées comme des parties. Toute dimension qui n'a qu'un numéro (pas de deux-points), est traitée comme allant de 1 au nombre indiqué. Par exemple, [2] est traitée comme [1 : 2], comme le montre cet exemple :

```
SELECT planning[1:2][2] FROM sal_emp WHERE nom = 'Bill';
      planning
-----
{ {rendez-vous,repas} , {entraînement,présentation} }
(1 row)
```

Pour éviter la confusion avec le cas sans indice, il est meilleur d'utiliser la syntaxe avec indice pour toutes les dimensions, c'est-à-dire [1 : 2][1 : 1] et non pas [2][1 : 1].

Il est possible d'omettre la *limite basse* et/ou la *limite haute* dans les indices. La limite manquante est remplacée par la limite basse ou haute des dimensions du tableau. Par exemple :

```
SELECT planning[:2][2:] FROM sal_emp WHERE nom = 'Bill';
      planning
-----
{ {lunch} , {presentation} }
(1 row)

SELECT planning[:][1:1] FROM sal_emp WHERE nom = 'Bill';
      schedule
-----
{ {meeting} , {training} }
(1 row)
```

Une expression indicée de tableau retourne NULL si le tableau ou une des expressions est NULL. De plus, NULL est renvoyé si un indice se trouve en dehors de la plage du tableau (ce cas n'amène pas d'erreur). Par exemple, si planning a les dimensions [1 : 3][1 : 2], faire référence à planning[3][3] donne un résultat NULL. De la même façon, une référence sur un tableau avec une valeur d'indices incorrecte retourne une valeur NULL plutôt qu'une erreur.

Une expression de découpage d'un tableau est aussi NULL si, soit le tableau, soit une des expressions indicées est NULL. Néanmoins, dans certains cas particuliers comme la sélection d'une partie d'un tableau complètement en dehors de la plage de ce dernier, l'expression de cette partie est un tableau vide (zéro dimension) et non pas un tableau NULL. (Ceci ne correspond pas au comportement sans indice, et est fait pour des raisons historiques.) Si la partie demandée surcharge partiellement les limites du tableau, alors elle est réduite silencieusement à la partie surchargée au lieu de renvoyer NULL.

Les dimensions actuelles de toute valeur de type tableau sont disponibles avec la fonction array_dims :

```
SELECT array_dims(planning) FROM sal_emp WHERE nom = 'Carol';
      array_dims
-----
[1:2][1:2]
(1 row)
```

array_dims donne un résultat de type text, ce qui est pratique à lire mais peut s'avérer plus difficile à interpréter par les programmes. Les dimensions sont aussi récupérables avec array_upper et array_lower, qui renvoient respectivement la limite haute et la limite basse du tableau précisé :

```
SELECT array_upper(planning, 1) FROM sal_emp WHERE nom = 'Carol';
      array_upper
-----
2
(1 row)
```

array_length renverra la longueur de la dimension indiquée pour le tableau :

```
SELECT array_length(planning, 1) FROM sal_emp WHERE nom = 'Carol';
      array_length
```

```
-----  
2  
(1 row)
```

cardinality renvoie le nombre total d'éléments d'un tableau sur toutes ses dimensions. Autrement dit, c'est le nombre de lignes que renverrait un appel à la fonction unnest :

```
SELECT cardinality(planning) FROM sal_emp WHERE nom = 'Carol';  
  
cardinality  
-----  
4  
(1 row)
```

8.15.4. Modification de tableaux

La valeur d'un tableau peut être complètement remplacée :

```
UPDATE sal_emp SET paye_par_semaine = '{25000,25000,27000,27000}'  
WHERE nom = 'Carol';
```

ou en utilisant la syntaxe de l'expression ARRAY :

```
UPDATE sal_emp SET paye_par_semaine = ARRAY[25000,25000,27000,27000]  
WHERE nom = 'Carol';
```

On peut aussi mettre à jour un seul élément d'un tableau :

```
UPDATE sal_emp SET paye_par_semaine[4] = 15000  
WHERE nom = 'Bill';
```

ou faire une mise à jour par tranche :

```
UPDATE sal_emp SET paye_par_semaine[1:2] = '{27000,27000}'  
WHERE nom = 'Carol';
```

Les syntaxes des indices avec la *limite basse* et/ou la limite *upper-bound* omise peuvent aussi être utilisées lors de la mise à jour d'une valeur d'un tableau qui est différent de NULL ou à plus de zéro dimension (sinon, il n'existe pas de limite à substituer).

Un tableau peut être agrandi en y stockant des éléments qui n'y sont pas déjà présents. Toute position entre ceux déjà présents et les nouveaux éléments est remplie avec la valeur NULL. Par exemple, si le tableau mon_tableau a actuellement quatre éléments, il en aura six après une mise à jour qui affecte mon_tableau[6] car mon_tableau[5] est alors rempli avec une valeur NULL. Actuellement, l'agrandissement de cette façon n'est autorisé que pour les tableaux à une dimension, pas pour les tableaux multidimensionnels.

L'affectation par parties d'un tableau permet la création de tableaux dont l'indice de départ n'est pas 1. On peut ainsi affecter, par exemple, mon_tableau[-2:7] pour créer un tableau avec des valeurs d'indices allant de -2 à 7.

Les valeurs de nouveaux tableaux peuvent aussi être construites en utilisant l'opérateur de concaténation, || :

```
SELECT ARRAY[1,2] || ARRAY[3,4];  
?column?  
-----  
{1,2,3,4}  
(1 row)  
  
SELECT ARRAY[5,6] || ARRAY[[1,2],[3,4]];  
?column?  
-----  
{ {5,6}, {1,2}, {3,4} }  
(1 row)
```

L'opérateur de concaténation autorise un élément à être placé au début ou à la fin d'un tableau à une dimension. Il accepte aussi deux tableaux à N dimensions, ou un tableau à N dimensions et un à $N+1$ dimensions.

Quand un élément seul est poussé soit au début soit à la fin d'un tableau à une dimension, le résultat est un tableau avec le même indice bas que l'opérande du tableau. Par exemple :

```
SELECT array_dims(1 || '[0:1]={2,3}':int[]);
array_dims
-----
[0:2]
(1 row)

SELECT array_dims(ARRAY[1,2] || 3);
array_dims
-----
[1:3]
(1 row)
```

Lorsque deux tableaux ayant un même nombre de dimensions sont concaténés, le résultat conserve la limite inférieure de l'opérande gauche. Le résultat est un tableau comprenant chaque élément de l'opérande gauche suivi de chaque élément de l'opérande droit. Par exemple :

```
SELECT array_dims(ARRAY[1,2] || ARRAY[3,4,5]);
array_dims
-----
[1:5]
(1 row)

SELECT array_dims(ARRAY[[1,2],[3,4]] || ARRAY[[5,6],[7,8],[9,0]]);
array_dims
-----
[1:5][1:2]
(1 row)
```

Lorsqu'un tableau à N dimensions est placé au début ou à la fin d'un tableau à $N+1$ dimensions, le résultat est analogue au cas ci-dessus. Chaque sous-tableau de dimension N est en quelque sorte un élément de la dimension externe d'un tableau à $N+1$ dimensions. Par exemple :

```
SELECT array_dims(ARRAY[1,2] || ARRAY[[3,4],[5,6]]);
array_dims
-----
[1:3][1:2]
(1 row)
```

Un tableau peut aussi être construit en utilisant les fonctions `array_prepend`, `array_append` ou `array_cat`. Les deux premières ne supportent que les tableaux à une dimension alors que `array_cat` supporte les tableaux multidimensionnels. Quelques exemples :

```
SELECT array_prepend(1, ARRAY[2,3]);
array_prepend
-----
{1,2,3}
(1 row)

SELECT array_append(ARRAY[1,2], 3);
array_append
-----
{1,2,3}
(1 row)

SELECT array_cat(ARRAY[1,2], ARRAY[3,4]);
array_cat
-----
{1,2,3,4}
(1 row)

SELECT array_cat(ARRAY[[1,2],[3,4]], ARRAY[5,6]);
array_cat
-----
{{1,2},{3,4},{5,6}}
(1 row)

SELECT array_cat(ARRAY[5,6], ARRAY[[1,2],[3,4]]);
array_cat
-----
```

```
{ {5,6}, {1,2}, {3,4} }
```

Dans les cas simples, l'opération de concaténation discutée ci-dessus est préférée à l'utilisation directe de ces fonctions. Néanmoins, comme l'opérateur de concaténation est surchargé pour servir les trois cas, certaines utilisations peuvent bénéficier de l'utilisation d'une fonction pour éviter toute ambiguïté. Par exemple :

```
SELECT ARRAY[1, 2] || '{3, 4}'; -- le littéral non typé est pris pour un tableau
?column?
-----
{1,2,3,4}

SELECT ARRAY[1, 2] || '7'; -- idem pour celui-ci
ERROR: malformed array literal: "7"

SELECT ARRAY[1, 2] || NULL; -- pareil pour un NULL
?column?
-----
{1,2}
(1 row)

SELECT array_append(ARRAY[1, 2], NULL); -- ceci peut être voulu
array_append
-----
{1,2,NULL}
```

Dans l'exemple ci-dessus, l'analyseur voit un tableau d'entiers d'un côté de l'opérateur de concaténation et une constante de type indéterminé de l'autre. L'heuristique utilisé pour résoudre le type de la constante revient à assumer qu'elle est de même type que l'autre entrée de l'opérateur -- dans ce cas, un tableau d'entiers. Donc l'opérateur de concaténation est supposé représenter `array_cat`, et non pas `array_append`. Quand le choix est erroné, cela peut se corriger en convertissant la constante dans le type de données d'un élément du tableau. L'utilisation de la fonction `array_append` peut être préférable.

8.15.5. Recherche dans les tableaux

Pour rechercher une valeur dans un tableau, il faut vérifier chaque valeur dans le tableau. Ceci peut se faire à la main lorsque la taille du tableau est connue. Par exemple :

```
SELECT * FROM sal_emp WHERE paye_par_semaine[1] = 10000 OR
                           paye_par_semaine[2] = 10000 OR
                           paye_par_semaine[3] = 10000 OR
                           paye_par_semaine[4] = 10000;
```

Ceci devient toutefois rapidement fastidieux pour les gros tableaux et n'est pas très utile si la taille du tableau n'est pas connue. Une autre méthode est décrite dans la Section 9.23, « Comparaisons de lignes et de tableaux ». La requête ci-dessus est remplaçable par :

```
SELECT * FROM sal_emp WHERE 10000 = ANY (paye_par_semaine);
```

De la même façon, on trouve les lignes où le tableau n'a que des valeurs égales à 10000 avec :

```
SELECT * FROM sal_emp WHERE 10000 = ALL (paye_par_semaine);
```

Sinon, la fonction `generate_subscripts` peut être utilisée. Par exemple :

```
SELECT * FROM
  (SELECT paye_par_semaine,
         generate_subscripts(paye_par_semaine, 1) AS s
    FROM sal_emp) AS foo
 WHERE paye_par_semaine[s] = 10000;
```

Cette fonction est décrite dans Tableau 9.58, « Fonctions de génération d'indices ».

Vous pouvez aussi chercher dans un tableau en utilisant l'opérateur `&&`, qui vérifie si l'opérande gauche a des éléments communs avec l'opérande droit. Par exemple :

```
SELECT * FROM sal_emp WHERE paye_par_semaine && ARRAY[10000];
```

Les opérateurs sur les tableaux sont décrits plus en profondeur dans Section 9.18, « Fonctions et opérateurs de tableaux ». Leur performances peuvent profiter d'un index approprié, comme décrit dans Section 11.2, « Types d'index ».

Vous pouvez aussi rechercher des valeurs spécifiques dans un tableau en utilisant les fonctions `array_position` et `array_positions`. La première renvoie l'indice de la première occurrence d'une valeur dans un tableau. La seconde renvoie un tableau avec les indices de toutes les occurrences de la valeur dans le tableau. Par exemple :

```
SELECT array_position(ARRAY['sun', 'mon', 'tue', 'wed', 'thu', 'fri', 'sat'], 'mon');
array_position
-----
2

SELECT array_positions(ARRAY[1, 4, 3, 1, 3, 4, 2, 1], 1);
array_positions
-----
{1,4,8}
```



Astuce

Les tableaux ne sont pas des ensembles ; rechercher des éléments spécifiques dans un tableau peut être un signe d'une mauvaise conception de la base de données. On utilise plutôt une table séparée avec une ligne pour chaque élément faisant parti du tableau. Cela simplifie la recherche et fonctionne mieux dans le cas d'un grand nombre d'éléments.

8.15.6. Syntaxe d'entrée et de sortie des tableaux

La représentation externe du type texte d'une valeur de type tableau consiste en des éléments interprétés suivant les règles de conversion d'entrées/sorties pour le type de l'élément du tableau, plus des décorations indiquant la structure du tableau. L'affichage est constitué d'accolades ({ et }) autour des valeurs du tableau et de caractères de délimitation entre éléments adjacents. Le caractère délimiteur est habituellement une virgule (,) mais peut différer : il est déterminé par le paramètre `typdelim` du type de l'élément tableau. Parmi les types de données standard supportés par l'implantation de PostgreSQL™, seul le type box utilise un point-virgule (;), tous les autres utilisant la virgule. Dans un tableau multidimensionnel, chaque dimension (row, plane, cube, etc.) utilise son propre niveau d'accolades et les délimiteurs doivent être utilisés entre des entités adjacentes au sein d'accolades de même niveau.

La routine de sortie du tableau place des guillemets doubles autour des valeurs des éléments si ce sont des chaînes vides, si elles contiennent des accolades, des caractères délimiteurs, des guillemets doubles, des antislashes ou des espaces ou si elles correspondent à NULL. Les guillemets doubles et les antislashes intégrés aux valeurs des éléments sont échappés à l'aide d'un antislash. Pour les types de données numériques, on peut supposer sans risque que les doubles guillemets n'apparaissent jamais, mais pour les types de données texte, il faut être préparé à gérer la présence et l'absence de guillemets.

Par défaut, la valeur de la limite basse d'un tableau est initialisée à 1. Pour représenter des tableaux avec des limites basses différentes, les indices du tableau doivent être indiqués explicitement avant d'écrire le contenu du tableau. Cet affichage est constitué de crochets ([]) autour de chaque limite basse et haute d'une dimension avec un délimiteur deux-points (:) entre les deux. L'affichage des dimensions du tableau est suivie par un signe d'égalité (=). Par exemple :

```
SELECT f1[1][-2][3] AS e1, f1[1][-1][5] AS e2
  FROM (SELECT '[1:1][-2:-1][3:5]={{{1,2,3},{4,5,6}}}'::int[] AS f1) AS ss;
      e1 | e2
-----+-----
      1 |   6
     (1 row)
```

La routine de sortie du tableau inclut les dimensions explicites dans le résultat uniquement lorsqu'au moins une limite basse est différente de 1.

Si la valeur écrite pour un élément est NULL (toute variante), l'élément est considéré NULL. La présence de guillemets ou d'antislashes désactive ce fonctionnement et autorise la saisie de la valeur littérale de la chaîne « NULL ». De plus, pour une compatibilité ascendante avec les versions antérieures à la version 8.2 de PostgreSQL™, le paramètre de configuration `array_nulls` doit être désactivé (`off`) pour supprimer la reconnaissance de NULL comme un NULL.

Comme indiqué précédemment, lors de l'écriture d'une valeur de tableau, des guillemets doubles peuvent être utilisés autour de chaque élément individuel du tableau. Il faut le faire si leur absence autour d'un élément induit en erreur l'analyseur de tableau. Par exemple, les éléments contenant des crochets, virgules (ou tout type de données pour le caractère délimiteur correspondant),

guillemets doubles, antislashs ou espace (en début comme en fin) doivent avoir des guillemets doubles. Les chaînes vides et les chaînes NULL doivent aussi être entre guillemets. Pour placer un guillemet double ou un antislash dans une valeur d'élément d'un tableau, on utilise la syntaxe d'échappement des chaînes en le précédent d'un antislash. Alternativement, il est possible de se passer de guillemets et d'utiliser l'échappement par antislash pour protéger tous les caractères de données qui seraient autrement interprétés en tant que caractères de syntaxe de tableau.

Des espaces peuvent être ajoutées avant un crochet gauche ou après un crochet droit. Comme avant tout élément individuel. Dans tous ces cas-là, les espaces sont ignorées. En revanche, les espaces à l'intérieur des éléments entre guillemets doubles ou entourées de caractères autres que des espaces ne sont pas ignorées.



Note

Toute ce qui est écrit dans une commande SQL est d'abord interprété en tant que chaîne littérale puis en tant que tableau. Ceci double le nombre d'antislash nécessaire. Par exemple, pour insérer une valeur de tableau de type text contenant un antislash et un guillemet double, il faut écrire :

```
INSERT ... VALUES (E'{ \"\\\\\", \"\\\\\" }');
```

Le processeur de la chaîne d'échappement supprime un niveau d'antislash, donc l'analyseur de tableau reçoit { \"\\\", \"\\\" }. En conséquence, les chaînes remplissant l'entrée du type de données text deviennent respectivement \ et ". (Si la routine d'entrée du type de données utilisé traite aussi les antislash de manière spéciale, bytea par exemple, il peut être nécessaire d'avoir jusqu'à huit antislash dans la commande pour en obtenir un dans l'élément stocké.) Les guillemets dollar (voir Section 4.1.2.4, « Constantes de chaînes avec guillemet dollar ») peuvent être utilisés pour éviter de doubler les antislash.



Astuce

La syntaxe du constructeur `ARRAY` (voir Section 4.2.12, « Constructeurs de tableaux ») est souvent plus facile à utiliser que la syntaxe de tableau littéral lors de l'écriture des valeurs du tableau en commandes SQL. Avec `ARRAY`, les valeurs de l'élément individuel sont écrites comme elles le seraient si elles ne faisaient pas partie d'un tableau.

8.16. Types composites

Un *type composite* représente la structure d'une ligne ou d'un enregistrement ; il est en essence une simple liste de noms de champs et de leur types de données. PostgreSQL™ autorise l'utilisation de types composite identiques de plusieurs façons à l'utilisation des types simples. Par exemple, une colonne d'une table peut être déclarée comme étant de type composite.

8.16.1. Déclaration de types composite

Voici deux exemples simples de définition de types composite :

```
CREATE TYPE complexe AS (
    r      double precision,
    i      double precision
);

CREATE TYPE element_inventaire AS (
    nom          text,
    id_fournisseur integer,
    prix         numeric
);
```

La syntaxe est comparable à `CREATE TABLE` sauf que seuls les noms de champs et leur types peuvent être spécifiés ; aucune contrainte (telle que `NOT NULL`) ne peut être inclus actuellement. Notez que le mot clé `AS` est essentiel ; sans lui, le système penserait à un autre genre de commande `CREATE TYPE` et vous obtiendriez d'étranges erreurs de syntaxe.

Après avoir défini les types, nous pouvons les utiliser pour créer des tables :

```
CREATE TABLE disponible (
    element  element_inventaire,
    nombre   integer
);

INSERT INTO disponible VALUES (ROW('fuzzy dice', 42, 1.99), 1000);
```

ou des fonctions :

```
CREATE FUNCTION prix_extension(element_inventaire, integer) RETURNS numeric
AS 'SELECT $1.prix * $2' LANGUAGE SQL;

SELECT prix_extension(element, 10) FROM disponible;
```

Quand vous créez une table, un type composite est automatiquement créé, avec le même nom que la table, pour représenter le type de ligne de la table. Par exemple, si nous avions dit :

```
CREATE TABLE element_inventaire (
    nom            text,
    id_fournisseur integer REFERENCES fournisseur,
    prix           numeric CHECK (prix > 0)
);
```

alors le même type composite `element_inventaire` montré ci-dessus aurait été créé et pourrait être utilisé comme ci-dessus. Néanmoins, notez une restriction importante de l'implémentation actuelle : comme aucune contrainte n'est associée avec un type composite, les contraintes indiquées dans la définition de la table *ne sont pas appliquées* aux valeurs du type composite en dehors de la table. (Un contournement partiel est d'utiliser les types de domaine comme membres de types composites.)

8.16.2. Construire des valeurs composites

Pour écrire une valeur composite comme une constante littérale, englobez les valeurs du champ dans des parenthèses et séparez-les par des virgules. Vous pouvez placer des guillemets doubles autour de chaque valeur de champ et vous devez le faire si elle contient des virgules ou des parenthèses (plus de détails ci-dessous). Donc, le format général d'une constante composite est le suivant :

```
'( val1 , val2 , ... )'
```

Voici un exemple :

```
'("fuzzy dice",42,1.99)'
```

qui serait une valeur valide du type `element_inventaire` défini ci-dessus. Pour rendre un champ NULL, n'écrivez aucun caractère dans sa position dans la liste. Par exemple, cette constante spécifie un troisième champ NULL :

```
'("fuzzy dice",42,)'
```

Si vous voulez un champ vide au lieu d'une valeur NULL, saisissez deux guillemets :

```
'( "",42, )'
```

Ici, le premier champ est une chaîne vide non NULL alors que le troisième est NULL.

(Ces constantes sont réellement seulement un cas spécial de constantes génériques de type discutées dans la Section 4.1.2.7, « Constantes d'autres types ». La constante est initialement traitée comme une chaîne et passée à la routine de conversion de l'entrée de type composite. Une spécification explicite de type pourrait être nécessaire pour préciser le type à utiliser pour la conversion de la constante.)

La syntaxe d'expression ROW pourrait aussi être utilisée pour construire des valeurs composites. Dans la plupart des cas, ceci est considérablement plus simple à utiliser que la syntaxe de chaîne littérale car vous n'avez pas à vous inquiéter des multiples couches de guillemets. Nous avons déjà utilisé cette méthode ci-dessus :

```
ROW('fuzzy dice', 42, 1.99)
ROW(' ', 42, NULL)
```

Le mot clé ROW est optionnel si vous avez plus d'un champ dans l'expression, donc ceci peut être simplifié avec

```
('fuzzy dice', 42, 1.99)
(' ', 42, NULL)
```

La syntaxe de l'expression ROW est discutée avec plus de détails dans la Section 4.2.13, « Constructeurs de lignes ».

8.16.3. Accéder aux types composite

Pour accéder à un champ d'une colonne composite, vous pouvez écrire un point et le nom du champ, un peu comme la sélection d'un champ à partir d'un nom de table. En fait, c'est tellement similaire que vous pouvez souvent utiliser des parenthèses pour éviter une confusion de l'analyseur. Par exemple, vous pouvez essayer de sélectionner des sous-champs à partir de notre exemple de table, `disponible`, avec quelque chose comme :

```
SELECT element.nom FROM disponible WHERE element.prix > 9.99;
```

Ceci ne fonctionnera pas car le nom `element` est pris pour le nom d'une table, et non pas d'une colonne de `disponible`, suivant les règles de la syntaxe SQL. Vous devez l'écrire ainsi :

```
SELECT (element).nom FROM disponible WHERE (element).prix > 9.99;
```

ou si vous avez aussi besoin d'utiliser le nom de la table (par exemple dans une requête multi-table), de cette façon :

```
SELECT (disponible.element).nom FROM disponible WHERE (disponible.element).prix > 9.99;
```

Maintenant, l'objet entre parenthèses est correctement interprété comme une référence à la colonne `element`, puis le sous-champ peut être sélectionné à partir de lui.

Des problèmes syntaxiques similaires s'appliquent quand vous sélectionnez un champ à partir d'une valeur composite. En fait, pour sélectionner un seul champ à partir du résultat d'une fonction renvoyant une valeur composite, vous aurez besoin d'écrire quelque chose comme :

```
SELECT (ma_fonction(...)).champ FROM ...
```

Sans les parenthèses supplémentaires, ceci provoquera une erreur.

Le nom du champ spécial `*` signifie « tous les champs », comme expliqué dans Section 8.16.5, « Utiliser des types composites dans les requêtes ».

8.16.4. Modifier les types composite

Voici quelques exemples de la bonne syntaxe pour insérer et mettre à jour des colonnes composites. Tout d'abord pour insérer ou modifier une colonne entière :

```
INSERT INTO matab (col_complexe) VALUES((1.1,2.2));
```

```
UPDATE matab SET col_complexe = ROW(1.1,2.2) WHERE ...;
```

Le premier exemple omet `ROW`, le deuxième l'utilise ; nous pouvons le faire des deux façons.

Nous pouvons mettre à jour un sous-champ individuel d'une colonne composite :

```
UPDATE matab SET col_complexe.r = (col_complexe).r + 1 WHERE ...;
```

Notez ici que nous n'avons pas besoin de (et, en fait, ne pouvons pas) placer des parenthèses autour des noms de colonnes apparaissant juste après `SET`, mais nous avons besoin de parenthèses lors de la référence à la même colonne dans l'expression à droite du signe d'égalité.

Et nous pouvons aussi spécifier des sous-champs comme cibles de la commande `INSERT` :

```
INSERT INTO matab (col_complexe.r, col_complexe.i) VALUES(1.1, 2.2);
```

Si tous les sous-champs d'une colonne ne sont pas spécifiés, ils sont remplis avec une valeur `NULL`.

8.16.5. Utiliser des types composites dans les requêtes

Il existe différentes règles spéciales de syntaxe et de différents comportements associés avec les types composites dans les requêtes. Ces règles fournissent des raccourcis utiles mais peuvent être difficiles à appréhender si vous ne connaissez pas la logique qui y est associée.

Dans PostgreSQL™, une référence à un nom de table (ou à un alias) dans une requête est réellement une référence au type composite de la ligne courante de la table. Par exemple, si nous avons une table `element_inventaire` comme définie ci-dessus, nous pouvons écrire :

```
SELECT c FROM element_inventaire c;
```

Cette requête renvoie une seule colonne comprenant une valeur composite, et nous pourrions obtenir l'affichage suivant :

```
c
-----
("fuzzy dice",42,1.99)
(1 row)
```

Il faut noter néanmoins que les noms simples (ie, sans qualifiant) sont traités comme des noms de colonnes puis comme des noms de table s'il n'y a pas de correspondance avec les noms de colonnes. Donc cet exemple fonctionne seulement parce qu'il n'existe pas de colonne nommée `c` dans les tables de la requête.

La syntaxe habituelle avec des noms de colonne qualifiés (comme `nom_table.nom_colonne`) peut se comprendre en appliquant la sélection de champs à la valeur composite de la ligne actuelle de la table. (Pour des raisons d'efficacité, ce n'est pas réellement implémenté de cette façon.)

Quand nous écrivons

```
SELECT c.* FROM element_inventaire c;
```

alors, d'après le standard SQL, nous devrions obtenir le contenu de la table étendu en des colonnes séparées :

nom	id_fournisseur	prix
fuzzy dice	42	1.99

(1 row)

comme si la requête avait été écrite ainsi :

```
SELECT c.nom, c.id_fournisseur, c.prix FROM element_inventaire c;
```

PostgreSQL™ appliquera ce comportement étendu à toute expression de valeur composite, bien que, comme indiqué ci-dessus, il est nécessaire d'ajouter des parenthèses autour de la valeur à qui `*` est appliquée à chaque fois qu'il ne s'agit pas d'un nom de table. Par exemple, si `ma_fonction()` est une fonction renvoyant un type composite avec les colonnes `a`, `b` et `c`, alors ces deux requêtes donnent le même résultat :

```
SELECT (ma_fonction(x)).* FROM une_table;
SELECT (ma_fonction(x)).a, (ma_fonction(x)).b, (ma_fonction(x)).c FROM une_table;
```



Astuce

PostgreSQL™ gère le fait d'étendre les colonnes en transformant la première forme en la seconde. De ce fait, dans cet exemple, `ma_fonction()` serait appelé trois fois par ligne quelque soit la syntaxe utilisée. S'il s'agit d'une fonction peu performante, vous pourriez souhaiter éviter cela, ce qui vous pouvez faire avec une requête de ce type :

```
SELECT (m).* FROM (SELECT ma_fonction(x) AS m FROM une_table OFFSET 0) ss;
```

La clause `OFFSET 0` empêche l'optimiseur d'« aplatiser » la sous-select pour revenir à la forme comprenant les nombreux appels à `ma_fonction()`.

La syntaxe `valeur_composite.*` étend les colonnes avec un résultat de ce type quand il apparaît au niveau haut d'une liste en sortie du **SELECT**, d'une liste **RETURNING** dans des commandes **INSERT/UPDATE/DELETE**, d'une clause **VALUES**, ou d'un constructeur de ligne. Dans tous les autres contextes (incluant l'imbrication dans une de ces constructions), attacher `.*` à une valeur composite value ne change pas la valeur car cela signifie « toutes les colonnes » et donc la valeur composite est produite de nouveau. Par exemple, si `une_fonction()` accepte un argument de valeur composite, ces requêtes ont un résultat identique :

```
SELECT une_fonction(c.*) FROM element_inventaire c;
SELECT une_fonction(c) FROM element_inventaire c;
```

Dans les deux cas, la ligne courante de `element_inventaire` est passée à la fonction sous la forme d'un seul argument de type composite. Même si `.*` ne fait rien dans de tels cas, l'utiliser est intéressant car il est clair à sa lecture qu'on attend une valeur composite. En particulier, l'analyseur considérera `c` dans `c.*` comme une référence au nom de la table ou de l'alias, et non pas comme un nom de colonne, pour qu'il n'y ait pas d'ambiguité. Sans le `.*`, il n'est pas clair si `c` est un nom de table ou de colonne et, de ce fait, l'interprétation préférée sera celle d'un nom de colonne si une colonne nommée `c` existe.

Voici un autre exemple démontrant ces concepts avec toutes ces requêtes qui ont la même signification :

```
SELECT * FROM element_inventaire c ORDER BY c;
SELECT * FROM element_inventaire c ORDER BY c.*;
SELECT * FROM element_inventaire c ORDER BY ROW(c.*);
```

Toutes ces clauses `ORDER BY` indiquent la valeur composite de la ligne. Néanmoins, si `element_inventaire` contenait une colonne nommée `c`, le premier cas serait différent des autres car le tri se ferait uniquement sur cette colonne. Avec les noms de colonne indiqués précédemment, ces requêtes sont aussi équivalentes à celles-ci :

```
SELECT * FROM element_inventaire c ORDER BY ROW(c.nom, c.id_fournisseur, c.prix);
SELECT * FROM element_inventaire c ORDER BY (c.nom, c.id_fournisseur, c.prix);
```

(Le dernier cas utilise un constructeur de ligne avec le mot clé ROW omis.)

Un autre comportement syntaxique spécial avec les valeurs composites est que nous pouvons utiliser la *notation fonctionnelle* pour extraire un champ d'une valeur composite. La façon simple d'expliquer ceci est que les notations *champ(table)* et *table.field* sont interchangeables. Par exemple, ces requêtes sont équivalentes :

```
SELECT c.nom FROM element_inventaire c WHERE c.prix > 1000;
SELECT nom(c) FROM element_inventaire c WHERE prix(c) > 1000;
```

De plus, si nous avons une fonction qui accepte un seul argument de type composite, nous pouvons l'appeler avec une de ces notations. Ces requêtes sont toutes équivalentes :

```
SELECT une_fonction(c) FROM element_inventaire c;
SELECT une_fonction(c.*) FROM element_inventaire c;
SELECT c.une_fonction FROM element_inventaire c;
```

Cette équivalence entre la notation fonctionnelle et la notation par champ rend possible l'utilisation de fonctions sur les types composites pour implémenter les « champs calculés ». Une application utilisant la dernière requête ci-dessus n'aurait pas besoin d'être directement attentive au fait que *une_fonction* n'est pas une vraie colonne de la table.



Astuce

À cause de ce comportement, il est déconseillé de donner une fonction qui prend un argument de type composite simple du même nom que n'importe quel champ de ce type composite. S'il existe une ambiguïté, l'interprétation du nom de champ sera préférée, de telle façon qu'une fonction pourrait ne pas être appelée sans astuce. Une façon de forcer l'interprétation de la fonction est de qualifier le nom de la fonction avec le nom du schéma, autrement dit écrire *schéma.fonc(valeurcomposite)*.

8.16.6. Syntaxe en entrée et sortie d'un type composite

La représentation texte externe d'une valeur composite consiste en des éléments qui sont interprétés suivant les règles de conversion d'entrées/sorties pour les types de champs individuels, plus des décorations indiquant la structure composite. Cette décoration consiste en des parenthèses ((et)) autour de la valeur entière ainsi que des virgules (,) entre les éléments adjacents. Des espaces blancs en dehors des parenthèses sont ignorés mais à l'intérieur des parenthèses, ils sont considérés comme faisant partie de la valeur du champ et pourrait ou non être significatif suivant les règles de conversion de l'entrée pour le type de données du champ. Par exemple, dans :

```
'( 42 )'
```

l'espace blanc sera ignoré si le type du champ est un entier, mais pas s'il s'agit d'un champ de type texte.

Comme indiqué précédemment, lors de l'écriture d'une valeur composite, vous pouvez utiliser des guillemets doubles autour de chaque valeur de champ individuel. Vous devez le faire si la valeur du champ pourrait sinon gêner l'analyseur de la valeur du champ composite. En particulier, les champs contenant des parenthèses, des virgules, des guillemets doubles ou des antislashs doivent être entre guillemets doubles. Pour placer un guillemet double ou un antislash dans la valeur d'un champ composite entre guillemets, faites-le précéder d'un antislash. (De plus, une paire de guillemets doubles à l'intérieur d'une valeur de champ à guillemets doubles est pris pour représenter un caractère guillemet double, en analogie aux règles des guillemets simples dans les chaînes SQL littérales.) Autrement, vous pouvez éviter les guillemets et utiliser l'échappement par antislash pour protéger tous les caractères de données qui auraient été pris pour une syntaxe composite.

Une valeur de champ composite vide (aucun caractère entre les virgules ou parenthèses) représente une valeur NULL. Pour écrire une valeur qui est une chaîne vide plutôt qu'une valeur NULL, écrivez " ".

La routine de sortie composite placera des guillemets doubles autour des valeurs de champs s'ils sont des chaînes vides ou s'ils contiennent des parenthèses, virgules, guillemets doubles, antislash ou espaces blancs. (Faire ainsi pour les espaces blancs n'est pas essentiel mais aide à la lecture.) Les guillemets doubles et antislashs dans les valeurs des champs seront doublés.



Note

Rappelez-vous que ce que vous allez saisir dans une commande SQL sera tout d'abord interprété comme une chaîne littérale, puis comme un composite. Ceci double le nombre d'antislash dont vous avez besoin (en supposant que la syntaxe d'échappement des chaînes est utilisée). Par exemple, pour insérer un champ text contenant un guillemet double et un antislash dans une valeur composite, vous devez écrire :

```
INSERT ... VALUES (E'("\\\\\"')');
```

Le processeur des chaînes littérales supprime un niveau d'antislash de façon à ce qui arrive à l'analyseur de valeurs composites ressemble à ("\"\\"). À son tour, la chaîne remplie par la routine d'entrée du type de données text devient "\\. (Si nous étions en train de travailler avec un type de données dont la routine d'entrée traite aussi les antislashs spécialement, bytea par exemple, nous pourrions avoir besoin d'au plus huit antislashs dans la commande pour obtenir un antislash dans le champ composite stocké.) Le guillemet dollar (voir Section 4.1.2.4, « Constantes de chaînes avec guillemet dollar ») pourrait être utilisé pour éviter le besoin des antislashs doublés.



Astuce

La syntaxe du constructeur ROW est habituellement plus simple à utiliser que la syntaxe du littérale composite lors de l'écriture de valeurs composites dans des commandes SQL. Dans ROW, les valeurs individuelles d'un champ sont écrits de la même façon qu'ils l'auraient été en étant pas membres du composite.

8.17. Types intervalle de valeurs

Les types intervalle de valeurs sont des types de données représentant un intervalle de valeurs d'un certain type d'élément (appelé *sous-type* de l'intervalle). Par exemple, des intervalles de timestamp pourraient être utilisés pour représenter les intervalles de temps durant lesquels une salle de réunion est réservée. Dans ce cas, le type de données est tsrange (la version abrégée de « timestamp range »), et timestamp est le sous-type. Le sous-type doit avoir un tri complet pour que les valeurs d'élément incluses soient bien définies, avant ou après l'intervalle de valeurs.

Les types intervalle de valeurs sont utiles car ils représentent de nombreuses valeurs d'élément en une seule valeur d'intervalle, et car des concepts comme le chevauchement d'intervalles peuvent être exprimés clairement. L'utilisation d'intervalle de temps et de date pour des besoins de planification est l'exemple le plus parlant ; mais les intervalles de prix, intervalles de mesure pour un instrument et ainsi de suite peuvent également être utiles.

8.17.1. Types internes d'intervalle de valeurs

PostgreSQL fournit nativement les types intervalle de valeurs suivants :

- INT4RANGE -- Intervalle d'integer
- INT8RANGE -- Intervalle de bigint
- NUMRANGE -- Intervalle de numeric
- TSRANGE -- Intervalle de timestamp without time zone
- TSTZRANGE -- Intervalle de timestamp with time zone
- DATERANGE -- Intervalle de date

Vous pouvez en plus définir vos propres types intervalle de valeurs ; voir CREATE TYPE(7) pour plus d'informations.

8.17.2. Exemples

```
CREATE TABLE reservation (room int, during tsrange);
INSERT INTO reservation VALUES
  ( 1108, '[2010-01-01 14:30, 2010-01-01 15:30)' );

-- Inclusion
SELECT int4range(10, 20) @> 3;

-- Chevauchement
SELECT numrange(11.1, 22.2) && numrange(20.0, 30.0);

-- Extraire la borne inférieure
SELECT upper(int8range(15, 25));

-- Calculer l'intersection
SELECT int4range(10, 20) * int4range(15, 25);

-- Est-ce que l'intervalle est vide ?
SELECT isempty(numrange(1, 5));
```

Voir Tableau 9.49, « Opérateurs pour les types range » et Tableau 9.50, « Fonctions range » pour la liste complète des opérateurs et fonctions sur les types intervalle de valeurs.

8.17.3. Bornes inclusives et exclusives

Chaque intervalle de valeurs non vide a deux bornes, la borne inférieure et la borne supérieure. Tous les points entre ces valeurs sont inclus dans l'intervalle. Une borne inclusive signifie que le point limite lui-même est également inclus dans l'intervalle, alors qu'une borne exclusive signifie que ce point limite n'est pas inclus dans l'intervalle.

Dans un intervalle affiché sous la forme de texte, une borne inclusive inférieure est représentée par « [» tandis qu'une borne exclusive inférieure est représentée par « (». De la même façon, une borne inclusive supérieure est représentée par «] » tandis qu'une borne exclusive supérieure est représentée par «) ». (Voir Section 8.17.5, « Saisie/affichage d'intervalle de valeurs » pour plus de détails.)

Les fonctions `lower_inc` et `upper_inc` testent respectivement si les bornes inférieures et supérieures d'une valeur d'intervalle sont inclusives.

8.17.4. Intervalles de valeurs infinis (sans borne)

La borne inférieure d'un intervalle de valeurs peut être omise, signifiant que tous les points valant moins que la borne supérieure sont inclus dans l'intervalle. De la même façon, si la borne supérieure est omise, alors tous les points valant plus que la borne inférieure sont inclus dans l'intervalle. Si à la fois les bornes inférieures et supérieures sont omises, toutes les valeurs du type d'élément sont considérées comme étant dans l'intervalle.

Cela équivaut à considérer respectivement que la borne inférieure vaut « moins l'infini », ou que la borne supérieure vaut « plus l'infini ». Mais notez que ces valeurs infinies ne sont jamais des valeurs du type d'élément de l'intervalle, et ne peuvent jamais faire partie de l'intervalle (il n'y a donc pas de borne infinie inclusive -- si vous essayez d'en écrire une, elle sera automatiquement convertie en une borne exclusive).

Par ailleurs, des types d'élément ont une notion d'« infini », mais ce n'est qu'une valeur comme une autre, telle qu'elle est représentée dans le mécanisme de type intervalle de valeurs. Par exemple, dans des intervalles de timestamp, `[today,]` a la même signification que `[today,)`. Mais `[today, infinity]` a une signification différente de `[today, infinity)` -- le second exclut la valeur spéciale de timestamp `infinity`.

Les fonctions `lower_inf` et `upper_inf` testent respectivement si les bornes inférieure et supérieure sont infinies.

8.17.5. Saisie/affichage d'intervalle de valeurs

La saisie d'un intervalle de valeurs doit suivre un des modèles suivants:

```
(borne-inférieure, borne-supérieure)
(borne-inférieure, borne-supérieure]
[borne-inférieure, borne-supérieure)
[borne-inférieure, borne-supérieure]
vide
```

Les parenthèses ou crochets indiquent si les bornes inférieure et supérieure sont exclusives ou inclusives, comme décrit précédemment. Notez que le modèle final est `vide`, ce qui représente un intervalle de valeurs vide (un intervalle qui ne contient aucun point).

La `borne-inférieure` peut être une chaîne de caractères valide pour la saisie du sous-type, ou `vide` pour indiquer qu'il n'y a pas de borne inférieure. De la même façon, la `borne-supérieure` peut être une chaîne de caractères valide pour la saisie du sous-type, ou `vide` pour indiquer qu'il n'y a pas de borne supérieure.

Chaque borne peut être protégée en entourant la valeur de guillemet double (""). C'est nécessaire si la valeur de borne contient des parenthèses, crochets, virgules, guillemets doubles, antislash, puisque, sans cela, ces caractères seraient considérés comme faisant partie de la syntaxe de l'intervalle de valeurs. Pour mettre un guillemet double ou un antislash dans une valeur de borne protégée, faîtes le précéder d'un antislash. (Une paire de guillemets doubles dans une borne protégée est également valable pour représenter un caractère guillemet double, de la même manière que la règle pour les guillemets simples dans les chaînes SQL littérales.) Vous pouvez éviter l'emploi des guillemets doubles en échappant avec un antislash tous les caractères qui, sans cela, seraient pris comme une syntaxe d'intervalle de valeurs. De plus, pour écrire une valeur de borne qui est une chaîne vide, écrivez "", puisque ne rien écrire signifie une borne infinie.

Des espaces sont autorisés avant et après la valeur de borne, mais chaque espace entre les parenthèses ou les crochets fera partie de la valeur de limite inférieure ou supérieure. (Selon le type d'élément, cela peut être ou ne pas être significatif.)



Note

Ces règles sont très proches de celles de l'écriture de valeurs de champs pour les types composite. Voir Section 8.16.6, « Syntaxe en entrée et sortie d'un type composite » pour des commentaires supplémentaires.

Exemples :

```
-- inclue 3, n'inclue pas 7, et inclue tous les points entre
SELECT '[3,7)::int4range;

-- n'inclue ni 3 ni 7, mais inclue tous les points entre
SELECT '(3,7)::int4range;

-- n'inclue que l'unique point 4
SELECT '[4,4)::int4range;

-- n'inclue aucun point (et sera normalisé à 'vide')
SELECT '[4,4)::int4range;
```

8.17.6. Construire des intervalles de valeurs

Chaque type intervalle de valeurs a une fonction constructeur du même nom que le type intervalle. Utiliser le constructeur est souvent plus pratique que d'écrire une constante d'intervalle littérale puisque cela évite d'avoir à ajouter des guillemets doubles sur les valeurs de borne. Le constructeur accepte deux ou trois arguments. La forme à deux arguments construit un intervalle dans sa forme standard (borne inférieure inclusive, borne supérieure exclusive), alors que la version à trois arguments construit un intervalle avec des bornes de la forme spécifiée par le troisième argument. Le troisième argument doit être la chaîne « () », « (] », « [) » ou « [] ». Par exemple :

```
-- La forme complète est : borne inférieure, borne supérieure et argument texte
indiquant
-- inclusivité/exclusivité des bornes.
SELECT numrange(1.0, 14.0, '()'');

-- Si le troisième argument est omis, '[]' est supposé.
SELECT numrange(1.0, 14.0);

-- Bien que '()' soit ici spécifié, à l'affichage la valeur sera convertie en sa forme
-- canonique puisque int8range est un type intervalle discret (voir ci-dessous).
SELECT int8range(1, 14, '()'');

-- Utiliser NULL pour n'importe laquelle des bornes a pour effet de ne pas avoir de
borne de ce côté.
SELECT numrange(NULL, 2.2);
```

8.17.7. Types intervalle de valeurs discrètes

Un type d'intervalle de valeurs discrètes est un intervalle dont le type d'élément a un « pas » bien défini, comme integer ou date. Pour ces types, deux éléments peuvent être dit comme étant adjacents, quand il n'y a pas de valeur valide entre eux. Cela contraste avec des intervalles continus, où il y a toujours (ou presque toujours) des valeurs d'autres éléments possibles à identifier entre deux valeurs données. Par exemple, un intervalle de type numeric est continu, comme l'est un intervalle de type timestamp. (Même si timestamp a une limite de précision, et pourrait théoriquement être traité comme discret, il est préférable de le considérer comme continu puisque la taille du pas n'a normalement pas d'intérêt.)

Une autre façon d'imaginer un type d'intervalle de valeurs discrètes est qu'il est possible de déterminer clairement une valeur « suivante » ou « précédente » pour chaque valeur d'élément. En sachant cela, il est possible de convertir des représentations inclusives et exclusives d'une borne d'intervalle, en choisissant la valeur d'élément suivante ou précédente à la place de celle d'origine. Par exemple, dans un type d'intervalle entier, [4 , 8] et (3 , 9) représentent le même ensemble de valeurs mais cela ne serait pas le cas pour un intervalle de numeric.

Un type d'intervalle discret devrait avoir une fonction de *mise en forme canonique* consciente de la taille du pas désiré pour le type d'élément. La fonction de mise en forme canonique est chargée de convertir des valeurs équivalentes du type d'intervalle pour avoir des représentations identiques, surtout aux voisinages de bornes inclusives ou exclusives. Si une fonction de mise en forme

canonique n'est pas spécifiée, alors les intervalles de notation différentes seront toujours traités comme étant différents, même s'ils peuvent en réalité représenter le même ensemble de valeurs.

Les types d'intervalle prédéfinis int4range, int8range, et daterange utilisent tous une forme canonique qui incluent les bornes inférieures et excluent les bornes supérieures ; c'est-à-dire [). Les types intervalles définis par l'utilisateur peuvent cependant utiliser d'autres conventions.

8.17.8. Définir de nouveaux type intervalle de valeurs

Les utilisateurs peuvent définir leurs propres types intervalle de valeurs. La raison la plus commune de le faire est d'utiliser des intervalles de sous-types non prédéfinis. Par exemple, pour définir un nouveau type d'intervalle de valeurs du sous-type float8 :

```
CREATE TYPE floatrange AS RANGE (
    subtype = float8,
    subtype_diff = float8mi
);

SELECT '[1.234, 5.678]''::floatrange;
```

Puisque float8 n'a pas de « pas » significatif, nous ne définissons pas de fonction de mise en forme canonique dans cet exemple.

Définir votre propre type intervalle vous permet aussi de spécifier une classe différente d'opérateur ou un collationnement différent, à utiliser, pour modifier l'ordre de tri qui détermine les valeurs tombant dans un intervalle donné.

Si l'on considère que le sous-type est discret plutôt que continu, la commande **CREATE TYPE** devrait spécifier une fonction canonique. La fonction de mise en forme canonique prend une valeur d'intervalle en entrée, et doit retourner une valeur d'intervalle équivalente qui peut avoir des bornes et une représentation différente. La sortie canonique de deux intervalles qui représentent le même ensemble de valeurs, par exemple les intervalles d'entier [1, 7] et [1, 8) doivent être identiques. La représentation choisie n'a pas d'importance, du moment que deux valeurs équivalentes avec des représentations différentes sont toujours liées à la même valeur avec la même représentation. En plus d'ajuster le format des bornes inclusives et exclusives, une fonction de mise en forme canonique peut arrondir une valeur de borne, dans le cas où la taille de pas désirée est plus grande que ce que le sous-type est capable de stocker. Par exemple, un intervalle de timestamp pourrait être défini pour avoir une taille de pas d'une heure, et dans ce cas la fonction de mise en forme canonique nécessiterait d'arrondir les bornes qui ne sont pas multiples d'une heure, ou peut-être déclencher une erreur à la place.

De plus, tout type intervalle devant être utilisé avec des index GiST ou SP-GiST doit définir une différence de sous-type ou une fonction `subtype_diff`. (L'index fonctionnera toujours sans fonction `subtype_diff`, mais il y a de fortes chances qu'il soit considérablement moins efficace qu'avec une fonction de différence.) La fonction de différence du sous-type prend deux valeurs en entrée et renvoie leur différence (par exemple, X moins Y) représentée sous la forme d'une valeur de type float8. Dans notre exemple ci-dessus, la fonction `float8mi` qui soutient l'opérateur moins du type float8 peut être utilisé ; mais pour tout autre sous-type, une conversion de type serait nécessaire. Un peu de créativité peut se révéler nécessaire pour représenter la différence sous une forme numérique. Dans la mesure du possible, la fonction `subtype_diff` devrait être en accord avec l'ordre de tri impliqué par la classe d'opérateur et le collationnement sélectionné ; autrement dit, son résultat doit être positif quand le premier argument est supérieur au second d'après l'ordre de tri.

Voici un exemple moins simplifié d'une fonction `subtype_diff` :

```
CREATE FUNCTION time_subtype_diff(x time, y time) RETURNS float8 AS
'SELECT EXTRACT(EPOCH FROM (x - y))' LANGUAGE sql STRICT IMMUTABLE;

CREATE TYPE timerange AS RANGE (
    subtype = time,
    subtype_diff = time_subtype_diff
);

SELECT '[11:10, 23:00]'::timerange;
```

Voir CREATE TYPE(7) pour plus d'informations sur la façon de créer des type intervalles de valeurs.

8.17.9. Indexation

Des index GiST et SP-GiST peuvent être créés pour des colonnes de table de type intervalle de valeurs. Par exemple, pour créer un index GiST :

```
CREATE INDEX reservation_idx ON reservation USING GIST (during);
```

Un index GiST ou SP-GiST peut accélérer les requêtes impliquant ces opérateurs d'intervalle de valeurs : =, &&, <@, @>, <<, >>, - | -, &< et &> (voir Tableau 9.49, « Opérateurs pour les types range » pour plus d'informations).

De plus, les index B-tree et hash peuvent être créés pour des colonnes d'une table de type intervalle de valeurs. Pour ces types d'index, la seule opération d'intervalle véritablement utile est l'égalité. Il y a un ordre de tri pour les index B-tree définis pour les valeurs d'intervalle, correspondant aux opérateurs < et >, mais le tri est plutôt arbitraire et généralement inutile dans la réalité. Le support de B-tree et hash pour les types intervalle de valeurs est à la base destiné à permettre le tri et le hachage de façon interne dans les requêtes, plutôt que pour la création d'un vrai index.

8.17.10. Contraintes sur les intervalles de valeurs

Bien que UNIQUE soit une contrainte naturelle pour des valeurs scalaires, c'est en générale inutilisable pour des types intervalle de valeurs. À la place, une contrainte d'exclusion est souvent plus appropriée (voir CREATE TABLE ... CONSTRAINT ... EXCLUDE). Les contraintes d'exclusion permettent la spécification de contraintes telles que le « non chevauchement » sur un type intervalle de valeurs. Par exemple :

```
CREATE TABLE reservation (
    during tsrange,
    EXCLUDE USING GIST (during WITH &&)
);
```

Cette contrainte empêchera toute valeur chevauchant une autre présente dans la table à la même heure :

```
INSERT INTO reservation VALUES
    ('[2010-01-01 11:30, 2010-01-01 15:00]');
INSERT 0 1

INSERT INTO reservation VALUES
    ('[2010-01-01 14:45, 2010-01-01 15:45]');
ERROR: conflicting key value violates exclusion constraint "reservation_during_excl"
DETAIL: Key (during)=(["2010-01-01 14:45:00", "2010-01-01 15:45:00")) conflicts
with existing key (during)=(["2010-01-01 11:30:00", "2010-01-01 15:00:00"]).
```

Vous pouvez utiliser l'extension btree_gist pour définir une contrainte d'exclusion sur des types de données scalaires, qui peuvent alors être combinés avec des exclusions d'intervalle de valeurs pour un maximum de flexibilité. Par exemple, une fois que btree_gist est installé, la contrainte suivante ne rejetera les intervalles de valeurs se chevauchant que si le numéro de la salle de conférence est identique :

```
CREATE EXTENSION btree_gist;
CREATE TABLE room_reservation
(
    room TEXT,
    during TSRANGE,
    EXCLUDE USING GIST (room WITH =, during WITH &&)
);

INSERT INTO room_reservation VALUES
    ('123A', '[2010-01-01 14:00, 2010-01-01 15:00') );
INSERT 0 1

INSERT INTO room_reservation VALUES
    ('123A', '[2010-01-01 14:30, 2010-01-01 15:30') );
ERROR: conflicting key value violates exclusion constraint
"room_reservation_room_during_excl"
DETAIL: Key (room, during)=(123A, ["2010-01-01 14:30:00", "2010-01-01 15:30:00"))
conflicts
with existing key (room, during)=(123A, ["2010-01-01 14:00:00", "2010-01-01 15:00:00"]).

INSERT INTO room_reservation VALUES
    ('123B', '[2010-01-01 14:30, 2010-01-01 15:30') );
INSERT 0 1
```

8.18. Types identifiant d'objet

Les identifiants d'objets (OID) sont utilisés en interne par PostgreSQL™ comme clés primaires de différentes tables système. Les OID ne sont pas ajoutés aux tables utilisateur à moins que WITH OIDS ne soit indiqué lors de la création de la table ou que la variable de configuration default_with_oids ne soit activée. Le type oid représente un identifiant d'objet. Il existe également différents types alias du type oid : regproc, regprocedure, regoper, regoperator, regclass, regtype, regrole, regnamespace, regconfig et regdictionary. Le Tableau 8.24, « Types identifiant d'objet » en donne un aperçu.

Le type oid est à ce jour un entier non-signé sur quatre octets. Il n'est, de ce fait, pas suffisamment large pour garantir l'unicité au sein d'une base de données volumineuse, voire même au sein d'une très grosse table. Il est donc déconseillé d'utiliser une colonne OID comme clé primaire d'une table utilisateur. Les OID sont avant-tout destinés à stocker des références vers les tables système.

Le type oid lui-même dispose de peu d'opérations en dehors de la comparaison. Il peut toutefois être converti en entier (integer) et manipulé par les opérateurs habituels des entiers (attention aux possibles confusions entre les entiers signés et non signés dans ce cas).

Les types alias d'OID ne disposent pas d'opérations propres à l'exception des routines spécialisées de saisie et d'affichage. Ces routines acceptent et affichent les noms symboliques des objets systèmes, plutôt que la valeur numérique brute que le type oid utilise. Les types alias permettent de simplifier la recherche des valeurs OID des objets. Par exemple, pour examiner les lignes pg_attribute en relation avec une table ma_table, on peut écrire :

```
SELECT * FROM pg_attribute WHERE attrelid = 'ma_table'::regclass;
```

plutôt que :

```
SELECT * FROM pg_attribute
WHERE attrelid = (SELECT oid FROM pg_class WHERE relname = 'ma_table');
```

Bien que cela semble une bonne solution, c'est un peu trop simplifié. Un sous-select bien plus compliqué peut être nécessaire pour sélectionner le bon OID s'il existe plusieurs tables nommées ma_table dans différents schémas. Le convertisseur de saisie regclass gère la recherche de la table en fonction du paramétrage du parcours des schémas et effectue donc la « bonne recherche » automatiquement. De façon similaire, la conversion d'un OID de table en regclass pour l'affichage d'un OID numérique est aisée.

Tableau 8.24. Types identifiant d'objet

Nom	Référence	Description	Exemple
oid	tous	identifiant d'objet numérique	564182
regproc	pg_proc	nom de fonction	sum
regprocedure	pg_proc	fonction avec types d'arguments	sum(int4)
regoper	pg_operator	nom d'opérateur	+
regoperator	pg_operator	opérateur avec types d'arguments	*(integer,integer) ou -(NONE,integer)
regclass	pg_class	nom de relation	pg_type
regtype	pg_type	nom de type de données	integer
regrole	pg_authid	nom de rôle	smithée
regnamespace	pg_namespace	nom de schéma	pg_catalog
regconfig	pg_ts_config	configuration de la recherche plein texte	english
regdictionary	pg_ts_dict	dictionnaire de la recherche plein texte	simple

Tous les types alias d'OID pour des objets groupés par schéma acceptent des noms qualifiés par le schéma, et affichent des noms préfixés par un schéma si l'objet ne peut être trouvé dans le chemin de recherche courant sans être qualifié. Les types alias regproc et regoper n'acceptent que des noms uniques en entrée (sans surcharge), si bien qu'ils sont d'un usage limité ; dans la plupart des cas, regprocedure et regoperator sont plus appropriés. Pour regoperator, les opérateurs unaires sont identifiés en écrivant NONE pour les opérandes non utilisés.

Une propriété supplémentaire de pratiquement tous les types alias d'OID est la création de dépendances. Si une constante d'un de ces types apparaît dans une expression stockée (telle que l'expression par défaut d'une colonne ou une vue), elle crée une dépendance sur l'objet référencé. Par exemple, si une colonne a une expression par défaut nextval('ma_seq'::regclass), PostgreSQL™ comprend que l'expression par défaut dépend de la séquence ma_seq ; le système ne permet alors pas la suppression de la séquence si l'expression par défaut n'est pas elle-même supprimée au préalable. regrole est la seule exception. Les constantes de ce type ne sont pas autorisées dans ce type d'expressions.



Note

Les types d'alias d'OID ne suivent pas complètement les règles d'isolation des transactions. Le planificateur les traite aussi comme de simples constantes, ce qui pourrait résulter en une planification non optimale.

Un autre type d'identifiant utilisé par le système est `xid`, ou identifiant de transaction (abrégée `xact`). C'est le type de données des colonnes système `xmin` et `xmax`. Les identifiants de transactions sont stockés sur 32 bits.

Un troisième type d'identifiant utilisé par le système est `cid`, ou identifiant de commande. C'est le type de données des colonnes systèmes `cmin` et `cmax`. Les identifiants de commandes sont aussi stockés sur 32 bits.

Le dernier type d'identifiant utilisé par le système est `tid`, ou identifiant de ligne (tuple). C'est le type de données des colonnes système `ctid`. Un identifiant de tuple est une paire (numéro de bloc, index de tuple dans le bloc) qui identifie l'emplacement physique de la ligne dans sa table.

Les colonnes systèmes sont expliquées plus en détail dans la Section 5.4, « Colonnes système ».

8.19. pg_lsn Type

Le type de données `pg_lsn` peut être utilisé pour stocker des données LSN (Log Sequence Number ou Numéro de Séquence de Journal), qui sont un pointeur vers une position dans les journaux de transactions. Ce type est une représentation de `XLogRecPtr` et un type système interne de PostgreSQL™.

En interne, un LSN est un entier sur 64 bits, représentant une position d'octet dans le flux des journaux de transactions. Il est affiché comme deux nombres hexadécimaux allant jusqu'à 8 caractères chacun, séparés par un slash. Par exemple, `16/B374D848`. Le type `pg_lsn` gère les opérateurs de comparaison standard, comme `=` et `>`. Deux LSN peuvent être soustraits en utilisant l'opérateur `-`. Le résultat est le nombre d'octets séparant ces deux positions dans les journaux de transactions.

8.20. Pseudo-Types

Le système de types de PostgreSQL™ contient un certain nombre de types à usage spécial qui sont collectivement appelés des *pseudo-types*. Un pseudo-type ne peut être utilisé comme type d'une colonne de table, mais peut l'être pour déclarer un argument de fonction ou un type de résultat. Tous les pseudo-types disponibles sont utiles dans des situations où une fonction ne se contente pas d'accepter et retourner des valeurs d'un type de données SQL particulier. Le Tableau 8.25, « Pseudo-Types » liste les différents pseudo-types.

Tableau 8.25. Pseudo-Types

Nom	Description
<code>any</code>	Indique qu'une fonction accepte tout type de données, quel qu'il soit.
<code>anyelement</code>	Indique qu'une fonction accepte tout type de données (voir la Section 36.2.5, « Types et fonctions polymorphes »).
<code>anyarray</code>	Indique qu'une fonction accepte tout type tableau (voir la Section 36.2.5, « Types et fonctions polymorphes »).
<code>anynonarray</code>	Indique que la fonction accepte tout type de données non-array (voir Section 36.2.5, « Types et fonctions polymorphes »).
<code>anyenum</code>	Indique que la fonction accepte tout type de données enum (voir Section 36.2.5, « Types et fonctions polymorphes » et Section 8.7, « Types énumération »).
<code>anyrange</code>	Indique qu'une fonction accepte toute type de données intervalle (voir Section 36.2.5, « Types et fonctions polymorphes » et Section 8.17, « Types intervalle de valeurs »).
<code>cstring</code>	Indique qu'une fonction accepte ou retourne une chaîne de caractères C (terminée par un <code>NULL</code>).
<code>internal</code>	Indique qu'une fonction accepte ou retourne un type de données interne du serveur de bases de données.
<code>language_handler</code>	Une fonction d'appel de langage procédural est déclarée retourner un <code>language_handler</code> .
<code>fdw_handler</code>	Une fonction de gestion pour le wrapper de données distantes est déclarée retourner un <code>fdw_handler</code> .
<code>index_am_handler</code>	Un gestionnaire pour une méthode d'accès d'index est déclaré renvoyer <code>index_am_handler</code> .
<code>tsm_handler</code>	Un gestionnaire de méthode d'échantillonnage est déclaré comme renvoyant le type <code>tsm_handler</code> .
<code>record</code>	Identifie une fonction qui prend ou retourne un type de ligne non spécifié.
<code>trigger</code>	Une fonction déclencheur est déclarée comme retournant un type <code>trigger</code> .

Nom	Description
event_trigger	Une fonction pour un trigger d'événement est déclarée comme renvoyant une donnée de type event_trigger.
pg_ddl_command	Identifie une représentation de commandes DDL qui est disponible pour les triggers d'événement.
void	Indique qu'une fonction ne retourne aucune valeur.
opaque	Un type de données obsolète qui servait précédemment à tous les usages cités ci-dessus.

Les fonctions codées en C (incluses ou chargées dynamiquement) peuvent être déclarées comme acceptant ou retournant tout pseudo-type. Il est de la responsabilité de l'auteur de la fonction de s'assurer du bon comportement de la fonction lorsqu'un pseudo-type est utilisé comme type d'argument.

Les fonctions codées en langage procédural ne peuvent utiliser les pseudo-types que dans les limites imposées par l'implantation du langage. À ce jour, la plupart des langages procéduraux interdisent l'usage d'un pseudo-type comme argument et n'autorisent que void et record comme type de retours (plus trigger ou event_trigger lorsque la fonction est utilisée respectivement comme trigger ou triggers d'événement). Certains supportent également les fonctions polymorphes qui utilisent les types anyelement, anyarray, anynonarray, anyenum et anyrange.

Le pseudo-type internal sert à déclarer des fonctions qui ne sont appelées que par le système en interne, et non pas directement par une requête SQL. Si une fonction accepte au minimum un argument de type internal, alors elle ne peut être appelée depuis SQL. Pour préserver la sécurité du type de cette restriction, il est important de suivre la règle de codage suivante : ne jamais créer de fonction qui retourne un internal si elle n'accepte pas au moins un argument de type internal.

Chapitre 9. Fonctions et opérateurs

PostgreSQL™ fournit un grand nombre de fonctions et d'opérateurs pour les types de données intégrés. Les utilisateurs peuvent aussi définir leurs propres fonctions et opérateurs comme décrit dans la Partie V, « Programmation serveur ».

Les commandes `\df` et `\do` de psql sont utilisées pour afficher respectivement la liste des fonctions et des opérateurs.

Du point de vue de la portabilité, il faut savoir que la plupart des fonctions et opérateurs décrits dans ce chapitre, à l'exception des opérateurs arithmétiques et logiques les plus triviaux et de quelques fonctions spécifiquement indiquées, ne font pas partie du standard SQL. Quelques fonctionnalités étendues sont présentes dans d'autres systèmes de gestion de bases de données SQL et dans la plupart des cas, ces fonctionnalités sont compatibles et cohérentes à de nombreuses implantations. Ce chapitre n'est pas exhaustif ; des fonctions supplémentaires apparaissent dans les sections adéquates du manuel.

9.1. Opérateurs logiques

Opérateurs logiques habituels :

AND

OR

NOT

SQL utilise une logique booléenne à trois valeurs avec true, false et null qui représente « unknown » (inconnu). Les tables de vérité à considérer sont les suivantes :

a	b	a AND b	a OR b
TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
TRUE	FALSE	FALSE	TRUE
TRUE	NULL	NULL	TRUE
FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
FALSE	NULL	FALSE	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL

a	NOT a
TRUE	FALSE
FALSE	TRUE
NULL	NULL

Les opérateurs AND et OR sont commutatifs, la permutation des opérandes gauche et droit n'affecte pas le résultat. Voir la Section 4.2.14, « Règles d'évaluation des expressions » pour plus d'informations sur l'ordre d'évaluation des sous-expressions.

9.2. Fonctions et opérateurs de comparaison

Les opérateurs de comparaison habituels sont disponibles, comme l'indique le Tableau 9.1, « Opérateurs de comparaison ».

Tableau 9.1. Opérateurs de comparaison

Opérateur	Description
<	inférieur à
>	supérieur à
<=	inférieur ou égal à
>=	supérieur ou égal à
=	égal à
<> ou !=	différent de



Note

L'opérateur `!=` est converti en `<>` au moment de l'analyse. Il n'est pas possible d'implanter des opérateurs `!=` et `<>` réalisant des opérations différentes.

Les opérateurs de comparaison sont disponibles pour tous les types de données pour lesquels cela a du sens. Tous les opérateurs de comparaison sont des opérateurs binaires renvoyant des valeurs du type boolean ; des expressions comme `1 < 2 < 3` ne sont pas valides (car il n'existe pas d'opérateur `<` de comparaison d'une valeur booléenne avec `3`).

Il existe aussi quelques prédictats de comparaison, comme indiqué dans Tableau 9.2, « Prédicats de comparaison ». Ils se comportent comme des opérateurs, mais ont une syntaxe spéciale requise par le standard SQL.

Tableau 9.2. Prédicats de comparaison

Prédicat	Description
<code>a BETWEEN x AND y</code>	entre
<code>a NOT BETWEEN x AND y</code>	pas entre
<code>a BETWEEN SYMMETRIC x AND y</code>	entre, après tri des valeurs de comparaison
<code>a NOT BETWEEN SYMMETRIC x AND y</code>	pas entre, après tri des valeurs de comparaison
<code>a IS DISTINCT FROM b</code>	différent, en traitant null comme une valeur ordinaire
<code>a IS NOT DISTINCT FROM b</code>	égal, en traitant null comme une valeur ordinaire
<code>expression IS NULL</code>	est null
<code>expression IS NOT NULL</code>	n'est pas null
<code>expression ISNULL</code>	est null (syntaxe non standard)
<code>expression NOTNULL</code>	n'est pas null (syntaxe non standard)
<code>boolean_expression IS TRUE</code>	est true
<code>boolean_expression IS NOT TRUE</code>	est false ou inconnu
<code>boolean_expression IS FALSE</code>	est false
<code>boolean_expression IS NOT FALSE</code>	est true ou inconnu
<code>boolean_expression IS UNKNOWN</code>	est inconnu
<code>boolean_expression IS NOT UNKNOWN</code>	est true ou false

Le prédictat `BETWEEN` simplifie les tests d'intervalle.

`a BETWEEN x AND y`

est équivalent à

`a >= x AND a <= y`

Notez que `BETWEEN` traite le point final comme inclus dans l'échelle des valeurs. `NOT BETWEEN` fait la comparaison inverse :

`a NOT BETWEEN x AND y`

est équivalent à

`a < x OR a > y`

`BETWEEN SYMMETRIC` est identique à `BETWEEN` sauf qu'il n'est pas nécessaire que l'argument à gauche de `AND` soit plus petit ou égal à l'argument à droite. Si ce n'est pas le cas, ces deux arguments sont automatiquement inversés, pour qu'une échelle non vide soit toujours supposée.

Les opérateurs de comparaison habituels renvoient null (autrement dit « inconnu »), et non pas vrai ou faux, quand l'une des entrées est null. Par exemple, `7 = NULL` renvoie null, tout comme `7 <> NULL`. Quand ce comportement n'est pas convenable, utilisez les constructions `IS [NOT] DISTINCT FROM` :

`a IS DISTINCT FROM b`

`a IS NOT DISTINCT FROM b`

Pour les entrées non `NULL`, `IS DISTINCT FROM` est identique à l'opérateur `<>`. Néanmoins, si les entrées sont nulles, il ren-

voie false. Si une seule entrée est NULL, il renvoie true. De la même façon, IS NOT DISTINCT FROM est identique à = pour les entrées non NULL, mais renvoie true quand les deux entrées sont NULL, et false quand une seule entrée est NULL. De ce fait, ces constructions agissent réellement comme si NULL était une valeur normale de données, plutôt que « inconnue ».

Pour vérifier si une valeur est NULL ou non, on utilise les prédictats

```
expression IS NULL
expression IS NOT NULL
```

ou le prédictat équivalent, non standard,

```
expression ISNULL
expression NOTNULL
```

On ne peut pas écrire `expression = NULL` parce que NULL n'est pas « égal à » NULL. (La valeur NULL représente une valeur inconnue et il est impossible de dire si deux valeurs inconnues sont égales.)



Astuce

Il se peut que des applications s'attendent à voir `expression = NULL` évaluée à vrai (*true*) si `expression` s'évalue comme la valeur NULL. Il est chaudement recommandé que ces applications soient modifiées pour se conformer au standard SQL. Néanmoins, si cela n'est pas possible, le paramètre de configuration `transform_null_equals` peut être utilisé. S'il est activé, PostgreSQL™ convertit les clauses `x = NULL` en `x IS NULL`.

Si l'`expression` est une valeur de ligne, alors `IS NULL` est vrai quand l'expression même de la ligne est NULL ou quand tous les champs de la ligne sont NULL alors que `IS NOT NULL` est vrai quand l'expression même de la ligne est non NULL et que tous les champs de la ligne sont non NULL. À cause de ce comportement, `IS NULL` et `IS NOT NULL` ne renvoient pas toujours des résultats inversés pour les expressions de lignes. En particulier, une expression de ligne qui contient à la fois des valeurs NULL et des valeurs non NULL retournera faux pour les deux tests. Dans certains cas, il serait préférable d'écrire `row IS DISTINCT FROM NULL` ou `row IS NOT DISTINCT FROM NULL`, qui vérifiera simplement si la valeur de ligne en aperçu est NULL sans tests supplémentaires sur les champs de la ligne.

Les valeurs booléennes peuvent aussi être testées en utilisant les prédictats

```
expression_booléenne IS TRUE
expression_booléenne IS NOT TRUE
expression_booléenne IS FALSE
expression_booléenne IS NOT FALSE
expression_booléenne IS UNKNOWN
expression_booléenne IS NOT UNKNOWN
```

Elles retournent toujours true ou false, jamais une valeur NULL, même si l'opérande est NULL. Une entrée NULL est traitée comme la valeur logique « inconnue ». `IS UNKNOWN` et `IS NOT UNKNOWN` sont réellement identiques à `IS NULL` et `IS NOT NULL`, respectivement, sauf que l'expression en entrée doit être de type booléen.

Certaines fonctions de comparaison sont aussi disponibles, comme indiquées dans Tableau 9.3, « Fonctions de comparaison ».

Tableau 9.3. Fonctions de comparaison

Fonction	Description	Exemple	Résultat d'un exemple
<code>num_nonnulls(VARIADIC "any")</code>	renvoie le nombre d'arguments non NULL	<code>num_nonnulls(1, NULL, 2)</code>	2
<code>num_nulls(VARIADIC "any")</code>	renvoie le nombre d'arguments NULL	<code>num_nulls(1, NULL, 2)</code>	1

9.3. Fonctions et opérateurs mathématiques

Des opérateurs mathématiques sont fournis pour un grand nombre de types PostgreSQL™. Pour les types sans conventions mathématiques standards (les types dates/time, par exemple), le comportement réel est décrit dans les sections appropriées.

Le Tableau 9.4, « Opérateurs mathématiques » affiche les opérateurs mathématiques disponibles.

Tableau 9.4. Opérateurs mathématiques

Opérateur	Description	Exemple	Résultat
+	addition	2 + 3	5
-	soustraction	2 - 3	-1
*	multiplication	2 * 3	6
/	division (la division entière tronque les résultats)	4 / 2	2
%	modulo (reste)	5 % 4	1
^	exposant (association de gauche à droite)	2.0 ^ 3.0	8
/	racine carrée	/ 25.0	5
/	racine cubique	/ 27.0	3
!	factoriel	5 !	120
!!	factoriel (opérateur préfixe)	!! 5	120
@	valeur absolue	@ -5.0	5
&	AND bit à bit	91 & 15	11
	OR bit à bit	32 3	35
#	XOR bit à bit	17 # 5	20
~	NOT bit à bit	~1	-2
<<	décalage gauche	1 << 4	16
>>	décalage droit	8 >> 2	2

Les opérateurs bit à bit ne fonctionnent que sur les types de données entiers alors que les autres sont disponibles pour tous les types de données numériques. Les opérateurs bit à bit sont aussi disponibles pour les types de chaînes de bits bit et bit varying comme le montre le Tableau 9.13, « Opérateurs sur les chaînes de bits ».

Le Tableau 9.5, « Fonctions mathématiques » affiche les fonctions mathématiques disponibles. Dans ce tableau, dp signifie double precision. Beaucoup de ces fonctions sont fournies dans de nombreuses formes avec différents types d'argument. Sauf précision contraire, toute forme donnée d'une fonction renvoie le même type de données que son argument. Les fonctions utilisant des données de type double precision sont pour la plupart implantées avec la bibliothèque C du système hôte ; la précision et le comportement dans les cas particuliers peuvent varier en fonction du système hôte.

Tableau 9.5. Fonctions mathématiques

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
abs(x)	(identique à l'entrée)	valeur absolue	abs(-17.4)	17.4
cbrt(dp)	dp	racine cubique	cbrt(27.0)	3
ceil(dp ou numeric)	(identique à l'argument)	nearest integer greater than or equal to argument	ceil(-42.8)	-42
ceiling(dp ou numeric)	(identique à l'argument)	nearest integer greater than or equal to argument (same as ceil)	ceiling(-95.3)	-95
degrees(dp)	dp	radians vers degrés	degrees(0.5)	28.6478897565412
div(y numeric, x numeric)	numeric	quotient entier de y/x	div(9,4)	2
exp(dp ou numeric)	(identique à l'argument)	exponentiel	exp(1.0)	2.71828182845905
floor(dp ou numeric)	(identique à l'argument)	nearest integer less than or equal to argument	floor(-42.8)	-43
ln(dp ou numeric)	(identique à l'argument)	logarithme	ln(2.0)	0.693147180559945
log(dp ou numeric)	(identique à l'argument)	logarithme base 10	log(100.0)	2
log(b numeric)	numeric	logarithme en base b	log(2.0, 64.0)	6.0000000000

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
<code>mod(x, numeric)</code>				
<code>mod(y, x)</code>	(identique au type des arguments)	reste de y/x	<code>mod(9, 4)</code>	1
<code>pi()</code>	dp	constante « pi »	<code>pi()</code>	3.14159265358979
<code>power(a dp, b dp)</code>	dp	a élevé à la puissance b	<code>power(9.0, 3.0)</code>	729
<code>power(a numeric, b numeric)</code>	numeric	a élevé à la puissance b	<code>power(9.0, 3.0)</code>	729
<code>radians(dp)</code>	dp	degrés vers radians	<code>radians(45.0)</code>	0.785398163397448
<code>round(dp ou numeric)</code>	(identique à l'argument)	arrondi à l'entier le plus proche	<code>round(42.4)</code>	42
<code>round(v numeric, s int)</code>	numeric	arrondi pour s décimales	<code>round(42.4382, 2)</code>	42.44
<code>scale(numeric)</code>	integer	échelle de l'argument (le nombre de chiffres décimaux dans la partie de fraction)	<code>scale(8.41)</code>	2
<code>sign(dp ou numeric)</code>	(identique à l'argument)	signe de l'argument (-1, 0, +1)	<code>sign(-8.4)</code>	-1
<code>sqrt(dp ou numeric)</code>	(identique à l'argument)	racine carré	<code>sqrt(2.0)</code>	1.4142135623731
<code>trunc(dp ou numeric)</code>	(identique à l'argument)	tronque vers zéro	<code>trunc(42.8)</code>	42
<code>trunc(v numeric, s int)</code>	numeric	tronque sur s décimales	<code>trunc(42.4382, 2)</code>	42.43
<code>width_bucket(opérande dp, b1 dp, b2 dp, nombre int)</code>	int	renvoie le numéro du compartiment dans lequel l' <i>opérande</i> serait affecté dans un histogramme ayant <i>nombre</i> compartiments d'égal longueur répartis entre <i>b1</i> et <i>b2</i> ; renvoie 0 ou <i>nombre+1</i> pour une valeur d'entrée en dehors de l'intervalle	<code>width_bucket(5.35, 0.024, 10.06, 5)</code>	3
<code>width_bucket(opérande numeric, b1 numeric, b2 numeric, nombre int)</code>	int	renvoie le numéro du compartiment dans lequel l' <i>opérande</i> serait affecté dans un histogramme ayant <i>nombre</i> compartiments d'égal longueur répartis entre <i>b1</i> et <i>b2</i> ; renvoie 0 ou <i>nombre+1</i> pour une valeur d'entrée en dehors de l'intervalle	<code>width_bucket(5.35, 0.024, 10.06, 5)</code>	3
<code>width_bucket(opérande anyelement, seuils anyarray)</code>	int	renvoie le numéro du compartiment dans lequel <i>opérande</i> serait affecté compte tenu d'un tableau qui comporterait les limites inférieures de chaque compartiment ; renvoie 0 pour une valeur d'entrée inférieure à la première valeur du tableau ; le tableau <i>seuils</i> doit être trié, par ordre croissant, sinon des résultats inattendus seront obtenus	<code>width_bucket(now(), array['yesterday', 'today', 'tomorrow']::timestamp tz[])</code>	2

Tableau 9.6, « Fonctions de génération de nombres aléatoires » montre les fonctions de génération de nombre aléatoires.

Tableau 9.6. Fonctions de génération de nombres aléatoires

Fonction	Type renvoyé	Description
<code>random()</code>	<code>dp</code>	valeur aléatoire comprise entre 0,0 et 1,0
<code>setseed(dp)</code>	<code>void</code>	configuration de la graine pour les appels suivants à <code>random()</code> (valeur comprise entre -1,0 et 1,0, valeurs incluses)

Les caractéristiques des valeurs renvoyées par `random()` dépendent de l'implémentation système. Les applications de chiffrement ne devraient pas les utiliser ; voir le module pgcrypto pour une alternative.

Pour finir, le Tableau 9.7, « Fonctions trigonométriques » affiche les fonctions trigonométriques disponibles. Toutes les fonctions trigonométriques prennent des arguments et renvoient des valeurs de type double précision. Chaque fonction trigonométrique est disponible en deux variantes, une qui mesure l'angle en radian et l'autre qui mesure l'angle en degré.

Tableau 9.7. Fonctions trigonométriques

Fonction (radians)	Fonction (degrés)	Description
<code>acos(x)</code>	<code>acosd(x)</code>	arccosinus
<code>asin(x)</code>	<code>asind(x)</code>	arcsinus
<code>atan(x)</code>	<code>atand(x)</code>	arctangente
<code>atan2(y, x)</code>	<code>atan2d(y, x)</code>	arctangente de y/x
<code>cos(x)</code>	<code>cosd(x)</code>	cosinus
<code>cot(x)</code>	<code>cotd(x)</code>	cotangente
<code>sin(x)</code>	<code>sind(x)</code>	sinus
<code>tan(x)</code>	<code>tand(x)</code>	tangente



Note

Un autre moyen de travailler avec des angles mesurés en degrés est d'utiliser les fonctions de transformation d'unités `radians()` et `degrees()` montrées précédemment. Néanmoins, l'utilisation des fonctions trigonométriques sur les degrés est préférée comme cela évite les erreurs d'arrondis pour les cas spéciaux tels que `sind(30)`.

9.4. Fonctions et opérateurs de chaînes

Cette section décrit les fonctions et opérateurs d'examen et de manipulation des valeurs de type chaîne de caractères. Dans ce contexte, les chaînes incluent les valeurs des types character, character varying et text. Sauf lorsque cela est précisé différemment, toutes les fonctions listées ci-dessous fonctionnent sur tous ces types, mais une attention particulière doit être portée aux effets potentiels du remplissage automatique lors de l'utilisation du type character. Quelques fonctions existent aussi nativement pour le type chaîne bit à bit.

SQL définit quelques fonctions de type chaîne qui utilisent des mots clés, à la place de la virgule, pour séparer les arguments. Des détails sont disponibles dans le Tableau 9.8, « Fonctions et opérateurs SQL pour le type chaîne ». PostgreSQL™ fournit aussi des versions de ces fonctions qui utilisent la syntaxe standard d'appel des fonctions (voir le Tableau 9.9, « Autres fonctions de chaîne »).



Note

Avant PostgreSQL™ 8.3, ces fonctions acceptent silencieusement des valeurs de types de données différents de chaînes de caractères. Cela parce qu'existent des transtypages implicites de ces types en text. Ces forçages ont été supprimés parce que leur comportement est souvent surprenant. Néanmoins, l'opérateur de concaténation de chaîne (`||`) accepte toujours des éléments qui ne sont pas du type chaîne de caractères, dès lors qu'au moins un des éléments est de type chaîne, comme montré dans Tableau 9.8, « Fonctions et opérateurs SQL pour le type chaîne ».

Dans tous les autres cas, il faut insérer un transtypage explicite en text pour mimer le comportement précédent.

Tableau 9.8. Fonctions et opérateurs SQL pour le type chaîne

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
<code>chaîne chaîne</code>	text	Concaténation de chaînes	'Post' 'greSQL'	PostgreSQL
<code>chaîne autre-que-chaîne ou autre-que-chaîne chaîne</code>	text	Concaténation de chaînes avec un argument non-chaîne	'Value: ' 42	Value: 42
<code>bit_length(chaîne)</code>	int	Nombre de bits de la chaîne	<code>bit_length('jose')</code>	32
<code>char_length(chaîne) ou character_length(ne)</code>	int	Nombre de caractères de la chaîne	<code>char_length('jose')</code>	4
<code>lower(chaîne)</code>	text	Convertit une chaîne en minuscule	<code>lower('TOM')</code>	tom
<code>octet_length(chaîne)</code>	int	Nombre d'octets de la chaîne	<code>octet_length('jose')</code>	4
<code>overlay(chaîne placing chaîne from int [for int])</code>	text	Remplace la sous-chaîne	<code>overlay('Txxxxas' placing 'hom' from 2 for 4)</code>	Thomas
<code>position(sous-chaîne in chaîne)</code>	int	Emplacement de la sous-chaîne indiquée	<code>position('om' in 'Thomas')</code>	3
<code>substring(chaîne [from int] [for int])</code>	text	Extrait une sous-chaîne	<code>substring('Thomas' from 2 for 3)</code>	hom
<code>substring(chaîne from modèle)</code>	text	Extrait la sous-chaîne correspondant à l'expression rationnelle POSIX. Voir Section 9.7, « Correspondance de motif » pour plus d'informations sur la correspondance de modèles.	<code>substring('Thomas' from '...\$')</code>	mas
<code>substring(chaîne from modèle for échappement)</code>	text	Extrait la sous-chaîne correspondant à l'expression rationnelle SQL. Voir Section 9.7, « Correspondance de motif » pour plus d'informations sur la correspondance de modèles.	<code>substring('Thomas' from '%#"o_a#"_' for '#')</code>	oma
<code>trim([leading traîning both] [caractères] from chaîne)</code>	text	Supprime la plus grande chaîne qui ne contient que les caractères provenant de <code>caractères</code> (une espace par défaut) à partir du début, de la fin ou des deux extrémités (both par défaut) de la <code>chaîne</code> .	<code>trim(both 'xyz' from 'yxTomxx')</code>	Tom
<code>trim([leading traîning both] [from] string [, characters])</code>	text	Syntaxe non standard de <code>trim()</code>	<code>trim(both from 'yx-Tomxx', 'xyz')</code>	Tom
<code>upper(chaîne)</code>	text	Convertit une chaîne en majuscule	<code>upper('tom')</code>	TOM

D'autres fonctions de manipulation de chaînes sont disponibles et listées dans le Tableau 9.9, « Autres fonctions de chaîne ». Certaines d'entre elles sont utilisées en interne pour implanter les fonctions de chaîne répondant au standard SQL listées dans le Tableau 9.8, « Fonctions et opérateurs SQL pour le type chaîne ».

Tableau 9.9. Autres fonctions de chaîne

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
ascii(<i>chaîne</i>)	int	Code ASCII du premier octet de l'argument. Pour UTF8, renvoie le code Unicode du caractère. Pour les autres codages multi-octets, l'argument doit impérativement être un caractère ASCII.	ascii('x')	120
btrim(<i>chaîne</i> <i>text</i> [, <i>caractères text</i>])	text	Supprime la chaîne la plus longue constituée uniquement de caractères issus de <i>caractères</i> (une espace par défaut) à partir du début et de la fin de <i>chaîne</i> .	btrim('xyxtrimyyx', 'xyz')	trim
chr(int)	text	Caractère correspondant au code donné. Pour UTF8, l'argument est traité comme un code Unicode. Pour les autres codages multi-octets, l'argument doit impérativement désigner un caractère ASCII. Le caractère NULL (0) n'est pas autorisé car les types de données texte ne peuvent pas stocker ce type d'octets.	chr(65)	A
concat(<i>chaîne</i> "any" [, <i>chaîne</i> "any" [, ...]])	text	Concatène les représentations textuelles de tous les arguments. Les arguments NULL sont ignorés.	concat('abcde', 2, NULL, 22)	abcde222
concat_ws(<i>séparateur</i> <i>text</i> , <i>chaîne</i> "any" [, <i>chaîne</i> "any" [, ...]])	text	Concatène tous les arguments avec des séparateurs, sauf le premier utilisé comme séparateur. Les arguments NULL sont ignorés.	concat_ws(' ', 'abcde', 2, NULL, 22)	abcde,2,22
convert(<i>chaîne</i> <i>bytea</i> , <i>encodage_source</i> <i>name</i> , <i>encodage_destination</i> <i>name</i>)	bytea	Convertit la chaîne en encodage <i>encodage_destination</i> . L'encodage d'origine est indiqué par <i>encodage_source</i> . La <i>chaîne</i> doit être valide pour cet encodage. Les conversions peuvent être définies avec CREATE CONVERSION . De plus, il existe quelques conversions pré-définies. Voir Tableau 9.10, « Conversions intégrées » pour les conversions disponibles.	convert('texte_en_utf8', 'UTF8', 'LATIN1')	texte_en_utf8 représenté dans le codage LATIN1
convert_from(<i>chaîne</i> <i>bytea</i> , <i>encodage_source</i> <i>nom</i>)	text	Convertit la chaîne dans l'encodage de la base. L'encodage original est indiqué par <i>encodage_source</i> . La <i>chaîne</i> doit être valide pour cet encodage.	convert_from('texte_en_utf8', 'UTF8')	texte_en_utf8 représenté dans le codage de la base en cours
convert_to(<i>chaîne</i> <i>text</i> , <i>encodage_destination</i> <i>nom</i>)	bytea	Convertit une chaîne en encodage <i>encodage_destination</i> .	convert_to('un texte', 'UTF8')	un texte représenté dans l'encodage UTF8
decode(<i>chaîne</i> <i>text</i> , <i>format</i> <i>text</i>)	bytea	Décode les données binaires à partir d'une représentation textuelle disponible dans <i>chaîne</i> ,	decode('MTIzAAE=', 'base64')	\x3132330001

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
		codée préalablement avec encode. Les options disponibles pour le format sont les mêmes que pour la fonction encode.		
encode(<i>données</i> bytea, format text)	text	Code les données binaires en une représentation textuelle. Les formats supportés sont : base64, hex, escape. escape convertit les octets nuls et les octets dont le bit de poids fort est à 1, en séquence octal (\nnn) et des antislashes doubles.	encode(E'123\\000\\001', 'base64')	MTIzAAE=
chaine_format format(<i>text</i> [, argument_formatage "any" [, ...]])	text	Formatte les arguments suivant une chaîne de formatage. Cette fonction est similaire à la fonction C sprintf. Voir Section 9.4.1, « format ».	format('Bonjour %s, %1\$s', 'monde')	Bonjour monde, monde
initcap(<i>chaîne</i>)	text	Convertit la première lettre de chaque mot en majuscule et le reste en minuscule. Les mots sont des séquences de caractères alphanumériques séparés par des caractères non alphanumériques.	initcap('bonjour THOMAS')	Bonjour Thomas
left(<i>chaîne</i> text, <i>n</i> int)	text	Renvoie les <i>n</i> premiers caractères dans la chaîne. Quand <i>n</i> est négatif, renvoie tous sauf les <i>n</i> derniers caractères.	left('abcde', 2)	ab
length(<i>chaîne</i>)	int	Nombre de caractères de <i>chaîne</i>	length('jose')	4
length(<i>chaîne</i> bytea, encodage nom)	int	Nombre de caractères de <i>chaîne</i> dans l'encodage donné. La <i>chaîne</i> doit être valide dans cet encodage.	length('jose', 'UTF8')	4
lpad(<i>chaîne</i> text, longueur int [, rem- plissage text])	text	Complète <i>chaîne</i> à <i>longueur</i> en ajoutant les caractères <i>remplissage</i> en début de chaîne (une espace par défaut). Si <i>chaîne</i> a une taille supérieure à <i>longueur</i> , alors elle est tronquée (sur la droite).	lpad('hi', 5, 'xy')	xyxhi
ltrim(<i>chaîne</i> text [, caractères text])	text	Supprime la chaîne la plus longue constituée uniquement de caractères issus de <i>caractères</i> (une espace par défaut) à partir du début de la chaîne.	ltrim('zzzytest', 'xyz')	test
md5(<i>chaîne</i>)	text	Calcule la clé MD5 de <i>chaîne</i> et retourne le résultat en hexadécimal.	md5('abc')	900150983cd24 fb0 d6963f7d28e17 f72
parse_ident(<i>quali- fied_identifier</i> text [, strictmode boolean DEFAULT true])	text[]	Divise <i>quali-fied_identifier</i> en un tableau d'identifiants, en supprimant tout guillemet double au niveau des identifiants individuels. Par défaut, les caractères supplémentaires après le dernier	parse_ident(' "SomeSchema".someTable')	{SomeSchema,sometable}

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
		identifiant sont considérés comme une erreur mais, si le second paramètre vaut <code>false</code> , alors ces caractères supplémentaires sont ignorés. (Ce comportement est utile pour l'analyse de noms d'objets comme les fonctions.) Notez que cette fonction ne tronque pas les identifiants dont le nom est trop long. Si vous souhaitez ce comportement, vous pouvez convertir le résultat en <code>name[]</code> .		
<code>pg_client_encoding()</code>	name	Nom de l'encodage client courant.	<code>pg_client_encoding()</code>	SQL_ASCII
<code>quote_ident(chaîne text)</code>	text	Renvoie la chaîne correctement placée entre guillemets pour utilisation comme identifiant dans une chaîne d'instruction SQL. Les guillemets ne sont ajoutés que s'ils sont nécessaires (c'est-à-dire si la chaîne contient des caractères autres que ceux de l'identifiant ou qu'il peut y avoir un problème de casse). Les guillemets compris dans la chaîne sont correctement doublés. Voir aussi Exemple 41.1, « Mettre entre guillemets des valeurs dans des requêtes dynamiques ».	<code>quote_ident('Foo bar')</code>	"Foo bar"
<code>quote_literal(chaîne text)</code>	text	Renvoie la chaîne correctement placée entre guillemets pour être utilisée comme libellé dans un chaîne d'instruction SQL. Les guillemets simples compris dans la chaîne et les antislash sont correctement doublés. Notez que <code>quote_literal</code> renvoie <code>NULL</code> si son argument est <code>NULL</code> ; si l'argument peut être <code>NULL</code> , la fonction <code>quote_nullable</code> convient mieux. Voir aussi Exemple 41.1, « Mettre entre guillemets des valeurs dans des requêtes dynamiques ».	<code>quote_literal(E'O\'Reilly')</code>	'O''Reilly'
<code>quote_literal(valeur anyelement)</code>	text	Convertit la valeur donnée en texte, puis la place entre guillemets suivant la méthode appropriée pour une valeur littérale. Les guillemets simples et antislashes faisant partie de cette valeur sont doublés proprement.	<code>quote_literal(42.5)</code>	'42.5'
<code>quote_nullable(chaîne text)</code>	text	Renvoie la chaîne donnée convenablement mise entre guillemets pour être utilisée comme une chaîne littérale dans une instruction SQL ; or si	<code>quote_nullable(NULL)</code>	NULL

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
		l'argument est NULL, elle renvoie NULL. Les guillemets simples et antislashs dans la chaîne sont doublés correctement. Voir aussi Exemple 41.1, « Mettre entre guillemets des valeurs dans des requêtes dynamiques ».		
quote_nullable(valeur anyelement)	text	Renvoie la valeur donnée en texte, puis la met entre guillemets comme un littéral ; or, si l'argument est NULL, elle renvoie NULL. Les guillemets simples et antislashs dans la chaîne sont doublés correctement.	quote_nullable(42.5)	'42.5'
regexp_matches(chaîne text, modèle text [, drapeaux text])	setof text[]	Renvoie toutes les sous-chaînes capturées résultant d'une correspondance entre l'expression rationnelle POSIX et <i>chaîne</i> . Voir Section 9.7.3, « Expressions rationnelles POSIX » pour plus d'informations.	re-gexp_matches('foobarbequebaz', '(bar)(beque)')	{bar,beque}
regexp_replace(chaîne text, modèle text, remplacement text [, drapeaux text])	text	Remplace la sous-chaîne correspondant à l'expression rationnelle POSIX. Voir Section 9.7.3, « Expressions rationnelles POSIX » pour plus d'informations.	re-gexp_replace('Thomas', '.[mN]a.', 'M')	ThM
re-c-h-a-i-n gexp_split_to_array(e-text, modèle text [, drapeaux text])	text[]	Divise une <i>chaîne</i> en utilisant une expression rationnelle POSIX en tant que délimiteur. Voir Section 9.7.3, « Expressions rationnelles POSIX » pour plus d'informations.	re-gexp_split_to_array('hello world', E'\\s+')	{hello,world}
re-c-h-a-i-n gexp_split_to_table(e-text, modèle text [, drapeaux text])	setof text	Divise la <i>chaîne</i> en utilisant une expression rationnelle POSIX comme délimiteur. Voir Section 9.7.3, « Expressions rationnelles POSIX » pour plus d'informations.	re-gexp_split_to_table('hello world', E'\\s+')	hello world (2 rows)
repeat(chaîne text, nombre int)	text	Répète le texte <i>chaîne</i> <i>nombre</i> fois	repeat('Pg', 4)	PgPgPgPg
replace(chaîne text, à partir de text, vers text)	text	Remplace dans <i>chaîne</i> toutes les occurrences de la sous-chaîne <i>à partir de</i> par la sous-chaîne <i>vers</i> .	replace('abcdefabcdef', 'cd', 'XX')	abXXefabXXef
reverse(chaîne)	text	Renvoie une chaîne renversée.	reverse('abcde')	edcba
right(chaîne text, n int)	text	Renvoie les <i>n</i> derniers caractères dans la chaîne de caractères. Quand <i>n</i> est négatif, renvoie tout sauf les <i>n</i> derniers ca-	right('abcde', 2)	de

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
		ractères.		
<code>rpad(<i>chaîne</i> text, <i>longueur</i> int [, <i>remplissage</i> text])</code>	text	Complète <i>chaîne</i> à <i>longueur</i> caractères en ajoutant les caractères <i>remplissage</i> à la fin (une espace par défaut). Si la <i>chaîne</i> a une taille supérieure à <i>longueur</i> , elle est tronquée.	<code>rpad('hi', 5, 'xy')</code>	hixyx
<code>rtrim(<i>chaîne</i> text [, <i>caractères</i> text])</code>	text	Supprime la chaîne la plus longue contenant uniquement les caractères provenant de <i>caractères</i> (une espace par défaut) depuis la fin de <i>chaîne</i> .	<code>rtrim('testxxzx', 'xyz')</code>	test
<code>split_part(<i>chaîne</i> text, <i>délimiteur</i> text, <i>champ</i> int)</code>	text	Divise <i>chaîne</i> par rapport au <i>délimiteur</i> et renvoie le champ donné (en comptant à partir de 1).	<code>split_part('abc~@~def~@~ghi', '~@~', 2)</code>	def
<code>strpos(<i>chaîne</i>, <i>sous-chaîne</i>)</code>	int	Emplacement de la sous-chaîne indiquée (identique à <code>position(<i>sous-chaîne</i> in <i>sous-chaîne</i>)</code> , mais avec les arguments en ordre inverse).	<code>strpos('high', 'ig')</code>	2
<code>substr(<i>chaîne</i>, <i>àpartirde</i> [, <i>nombre</i>])</code>	text	Extrait la sous-chaîne (identique à <code>substring(<i>chaîne</i> from <i>àpartirde</i> for <i>nombre</i>)</code>)	<code>substr('alphabet', 3, 2)</code>	ph
<code>to_ascii(<i>chaîne</i> text [, <i>encodage</i> text])</code>	text	Convertit la <i>chaîne</i> en ASCII à partir de n'importe quelle autre encodage (ne supporte que les conversions à partir de LATIN1, LATIN2, LATIN9 et WIN1250).	<code>to_ascii('Karel')</code>	Karel
<code>to_hex(<i>nombre</i> int ou bigint)</code>	text	Convertit <i>nombre</i> dans sa représentation hexadécimale équivalente.	<code>to_hex(2147483647)</code>	7fffffff
<code>translate(<i>chaîne</i> text, <i>àpartirde</i> text, <i>vers</i> text)</code>	text	Tout caractère de <i>chaîne</i> qui correspond à un caractère de l'ensemble <i>àpartirde</i> est remplacé par le caractère correspondant de l'ensemble <i>vers</i> . Si <i>àpartirde</i> est plus long que <i>vers</i> , les occurrences des caractères supplémentaires dans <i>àpartirde</i> sont supprimées.	<code>translate('12345', '143', 'ax')</code>	a2x5

Les fonctions `concat`, `concat_ws` et `format` sont variadiques, donc il est possible de passer les valeurs à concaténer ou à formater dans un tableau marqué du mot clé VARIADIC (voir Section 36.4.5, « Fonctions SQL avec un nombre variables d'arguments »). Les éléments du tableau sont traités comme des arguments ordinaires, mais séparés, de la fonction. Si le tableau est NULL, `concat` et `concat_ws` renvoient NULL. Par contre, `format` traite un NULL comme un tableau à zéro élément.

Voir aussi la fonction d'agrégat `string_agg` dans Section 9.20, « Fonctions d'agrégat » et les fonctions sur les Large Objects dans Section 33.4, « Fonctions du côté serveur ».

Tableau 9.10. Conversions intégrées

Nom de la conversion ^a	Codage source	Codage destination
<code>ascii_to_mic</code>	SQL_ASCII	MULE_INTERNAL

Nom de la conversion^a	Codage source	Codage destination
ascii_to_utf8	SQL_ASCII	UTF8
big5_to_euc_tw	BIG5	EUC_TW
big5_to_mic	BIG5	MULE_INTERNAL
big5_to_utf8	BIG5	UTF8
euc_cn_to_mic	EUC_CN	MULE_INTERNAL
euc_cn_to_utf8	EUC_CN	UTF8
euc_jp_to_mic	EUC_JP	MULE_INTERNAL
euc_jp_to_sjis	EUC_JP	SJIS
euc_jp_to_utf8	EUC_JP	UTF8
euc_kr_to_mic	EUC_KR	MULE_INTERNAL
euc_kr_to_utf8	EUC_KR	UTF8
euc_tw_to_big5	EUC_TW	BIG5
euc_tw_to_mic	EUC_TW	MULE_INTERNAL
euc_tw_to_utf8	EUC_TW	UTF8
gb18030_to_utf8	GB18030	UTF8
gbk_to_utf8	GBK	UTF8
iso_8859_10_to_utf8	LATIN6	UTF8
iso_8859_13_to_utf8	LATIN7	UTF8
iso_8859_14_to_utf8	LATIN8	UTF8
iso_8859_15_to_utf8	LATIN9	UTF8
iso_8859_16_to_utf8	LATIN10	UTF8
iso_8859_1_to_mic	LATIN1	MULE_INTERNAL
iso_8859_1_to_utf8	LATIN1	UTF8
iso_8859_2_to_mic	LATIN2	MULE_INTERNAL
iso_8859_2_to_utf8	LATIN2	UTF8
iso_8859_2_to_windows_1250	LATIN2	WIN1250
iso_8859_3_to_mic	LATIN3	MULE_INTERNAL
iso_8859_3_to_utf8	LATIN3	UTF8
iso_8859_4_to_mic	LATIN4	MULE_INTERNAL
iso_8859_4_to_utf8	LATIN4	UTF8
iso_8859_5_to_koi8_r	ISO_8859_5	KOI8R
iso_8859_5_to_mic	ISO_8859_5	MULE_INTERNAL
iso_8859_5_to_utf8	ISO_8859_5	UTF8
iso_8859_5_to_windows_1251	ISO_8859_5	WIN1251
iso_8859_5_to_windows_866	ISO_8859_5	WIN866
iso_8859_6_to_utf8	ISO_8859_6	UTF8
iso_8859_7_to_utf8	ISO_8859_7	UTF8
iso_8859_8_to_utf8	ISO_8859_8	UTF8
iso_8859_9_to_utf8	LATIN5	UTF8
johab_to_utf8	JOHAB	UTF8
koi8_r_to_iso_8859_5	KOI8R	ISO_8859_5
koi8_r_to_mic	KOI8R	MULE_INTERNAL
koi8_r_to_utf8	KOI8R	UTF8
koi8_r_to_windows_1251	KOI8R	WIN1251

Nom de la conversion^a	Codage source	Codage destination
koi8_r_to_windows_866	KOI8R	WIN866
koi8_u_to_utf8	KOI8U	UTF8
mic_to_ascii	MULE_INTERNAL	SQL_ASCII
mic_to_big5	MULE_INTERNAL	BIG5
mic_to_euc_cn	MULE_INTERNAL	EUC_CN
mic_to_euc_jp	MULE_INTERNAL	EUC_JP
mic_to_euc_kr	MULE_INTERNAL	EUC_KR
mic_to_euc_tw	MULE_INTERNAL	EUC_TW
mic_to_iso_8859_1	MULE_INTERNAL	LATIN1
mic_to_iso_8859_2	MULE_INTERNAL	LATIN2
mic_to_iso_8859_3	MULE_INTERNAL	LATIN3
mic_to_iso_8859_4	MULE_INTERNAL	LATIN4
mic_to_iso_8859_5	MULE_INTERNAL	ISO_8859_5
mic_to_koi8_r	MULE_INTERNAL	KOI8R
mic_to_sjis	MULE_INTERNAL	SJIS
mic_to_windows_1250	MULE_INTERNAL	WIN1250
mic_to_windows_1251	MULE_INTERNAL	WIN1251
mic_to_windows_866	MULE_INTERNAL	WIN866
sjis_to_euc_jp	SJIS	EUC_JP
sjis_to_mic	SJIS	MULE_INTERNAL
sjis_to_utf8	SJIS	UTF8
tcvn_to_utf8	WIN1258	UTF8
uhc_to_utf8	UHC	UTF8
utf8_to_ascii	UTF8	SQL_ASCII
utf8_to_big5	UTF8	BIG5
utf8_to_euc_cn	UTF8	EUC_CN
utf8_to_euc_jp	UTF8	EUC_JP
utf8_to_euc_kr	UTF8	EUC_KR
utf8_to_euc_tw	UTF8	EUC_TW
utf8_to_gb18030	UTF8	GB18030
utf8_to_gbk	UTF8	GBK
utf8_to_iso_8859_1	UTF8	LATIN1
utf8_to_iso_8859_10	UTF8	LATIN6
utf8_to_iso_8859_13	UTF8	LATIN7
utf8_to_iso_8859_14	UTF8	LATIN8
utf8_to_iso_8859_15	UTF8	LATIN9
utf8_to_iso_8859_16	UTF8	LATIN10
utf8_to_iso_8859_2	UTF8	LATIN2
utf8_to_iso_8859_3	UTF8	LATIN3
utf8_to_iso_8859_4	UTF8	LATIN4
utf8_to_iso_8859_5	UTF8	ISO_8859_5
utf8_to_iso_8859_6	UTF8	ISO_8859_6
utf8_to_iso_8859_7	UTF8	ISO_8859_7
utf8_to_iso_8859_8	UTF8	ISO_8859_8

Nom de la conversion ^a	Codage source	Codage destination
utf8_to_iso_8859_9	UTF8	LATIN5
utf8_to_johab	UTF8	JOHAB
utf8_to_koi8_r	UTF8	KOI8R
utf8_to_koi8_u	UTF8	KOI8U
utf8_to_sjis	UTF8	SJIS
utf8_to_tcvn	UTF8	WIN1258
utf8_to_uhc	UTF8	UHC
utf8_to_windows_1250	UTF8	WIN1250
utf8_to_windows_1251	UTF8	WIN1251
utf8_to_windows_1252	UTF8	WIN1252
utf8_to_windows_1253	UTF8	WIN1253
utf8_to_windows_1254	UTF8	WIN1254
utf8_to_windows_1255	UTF8	WIN1255
utf8_to_windows_1256	UTF8	WIN1256
utf8_to_windows_1257	UTF8	WIN1257
utf8_to_windows_866	UTF8	WIN866
utf8_to_windows_874	UTF8	WIN874
windows_1250_to_iso_8859_2	WIN1250	LATIN2
windows_1250_to_mic	WIN1250	MULE_INTERNAL
windows_1250_to_utf8	WIN1250	UTF8
windows_1251_to_iso_8859_5	WIN1251	ISO_8859_5
windows_1251_to_koi8_r	WIN1251	KOI8R
windows_1251_to_mic	WIN1251	MULE_INTERNAL
windows_1251_to_utf8	WIN1251	UTF8
windows_1251_to_windows_866	WIN1251	WIN866
windows_1252_to_utf8	WIN1252	UTF8
windows_1256_to_utf8	WIN1256	UTF8
windows_866_to_iso_8859_5	WIN866	ISO_8859_5
windows_866_to_koi8_r	WIN866	KOI8R
windows_866_to_mic	WIN866	MULE_INTERNAL
windows_866_to_utf8	WIN866	UTF8
windows_866_to_windows_1251	WIN866	WIN
windows_874_to_utf8	WIN874	UTF8
euc_jis_2004_to_utf8	EUC_JIS_2004	UTF8
utf8_to_euc_jis_2004	UTF8	EUC_JIS_2004
shift_jis_2004_to_utf8	SHIFT_JIS_2004	UTF8
utf8_to_shift_jis_2004	UTF8	SHIFT_JIS_2004
euc_jis_2004_to_shift_jis_2004	EUC_JIS_2004	SHIFT_JIS_2004
shift_jis_2004_to_euc_jis_2004	SHIFT_JIS_2004	EUC_JIS_2004

^a Les noms des conversions suivent un schéma de nommage standard : le nom officiel de l'encodage source avec tous les caractères non alpha-numériques remplacés par des tirets bas suivis de _to_ suivis du nom de l'encodage cible ayant subit le même traitement que le nom de l'encodage source. Il est donc possible que les noms varient par rapport aux noms d'encodage personnalisés.

9.4.1. format

La fonction `format` produit une sortie formatée suivant une chaîne de formatage, dans un style similaire à celui de la fonction C `sprintf`.

```
format(chaine_format text [, arg_format "any" [, ...] ])
```

chaine_format est une chaîne de formatage qui indique comment le résultat doit être formatté. Le texte de la chaîne de formatage est copié directement dans le résultat, sauf quand des *spécificateurs de formatage* sont utilisés. Ces spécificateur agissent comme des pointeurs dans la chaîne, définissant comment les arguments suivants de la fonction doivent être formatés et insérés dans le résultat. Chaque argument *arg_format* est converti en texte suivant les règles de sortie habituelles pour son type de données, puis formaté et inséré dans la chaîne en résultat suivant les spécificateurs de format.

Les spécificateurs de format sont introduits par un symbole % et ont la forme suivante :

```
%[position][drapeaux][longueur]type
```

où les composants sont :

position (optionnel)

Une chaîne de la forme *n\$* où *n* est le numéro de l'argument à afficher. Le numéro 1 correspond au premier argument après *chaine_format*. Si *position* est omis, le comportement par défaut est d'utiliser le prochain argument dans la séquence.

drapeaux (optionnel)

Des options supplémentaires contrôlant la sortie du spécificateur est formatée. Actuellement, le seul drapeau supporté est le signe moins (-) qui fera en sorte que la sortie du spécificateur sera alignée à gauche. Cela n'a pas d'effet si le champ *longueur* n'est pas défini.

longueur (optionnel)

Indique le nombre *minimum* de caractères à utiliser pour afficher la sortie du spécificateur de format. Des espaces sont ajoutés à gauche ou à droite (suivant la présence du drapeau -) pour remplir la longueur demandée. Une longueur trop petite est tout simplement ignorée. La longueur peut être spécifiée en utilisant une des méthodes suivantes : un entier positif, une astérisque (*) pour utiliser le prochain argument de la fonction en tant que longueur, ou une chaîne de la forme **n\$* pour utiliser l'argument *n* comme longueur.

Si la longueur vient d'un argument de la fonction, cet argument est consommé avant l'argument utilisé pour la valeur du spécificateur de format. Si l'argument longueur est négatif, le résultat est aligné à gauche (comme si le drapeau - a été spécifié) dans un champ de longueur abs (*longueur*).

type (requis)

Le type de conversion de format à utiliser pour produire la sortie du spécificateur de format. Les types suivants sont supportés :

- **s** formate la valeur de l'argument comme une simple chaîne. Une valeur NULL est traitée comme une chaîne vide.
- **I** traite la valeur de l'argument comme un identifiant SQL, en utilisant les guillemets doubles si nécessaire. Une valeur NULL est une erreur (équivalent à `quote_ident`).
- **L** met entre guillemets simple la valeur en argument pour un littéral SQL. Une valeur NULL est affichée sous la forme d'une chaîne NULL, sans guillemets (équivalent à `quote_nullable`).

En plus des spécificateurs de format décrit ci-dessus, la séquence spéciale %% peut être utilisée pour afficher un caractère littéral %.

Voici quelques exemples des conversions basiques de format :

```
SELECT format('Hello %s', 'World');
Résultat : Hello World

SELECT format('Testing %s, %s, %s, %%', 'one', 'two', 'three');
Résultat : Testing one, two, three, %

SELECT format('INSERT INTO %I VALUES(%L)', 'Foo bar', E'O\'Reilly');
Résultat : INSERT INTO "Foo bar" VALUES('O''Reilly')

SELECT format('INSERT INTO %I VALUES(%L)', 'locations', E'C:\\Program Files');
Résultat : INSERT INTO locations VALUES(E'C:\\Program Files')
```

Voici quelques exemples utilisant le champ *longueur* et le drapeau – :

```
SELECT format(' |%10s| ', 'foo');
Résultat : |      foo| 

SELECT format(' |%-10s| ', 'foo');
Résultat : |foo      | 

SELECT format(' |%*s| ', 10, 'foo');
Résultat : |      foo| 

SELECT format(' |%*s| ', -10, 'foo');
Résultat : |foo      | 

SELECT format(' |%-*s| ', 10, 'foo');
Résultat : |foo      | 

SELECT format(' |%-*s| ', -10, 'foo');
Résultat : |foo      | 
```

Ces exemples montrent l'utilisation des champs *position*:

```
SELECT format('Testing %3$s, %2$s, %1$s', 'one', 'two', 'three');
Résultat : Testing three, two, one

SELECT format(' |%*2$s| ', 'foo', 10, 'bar');
Résultat : |      bar| 

SELECT format(' |%1$*2$s| ', 'foo', 10, 'bar');
Résultat : |      foo| 
```

Contrairement à la fonction C standard `sprintf`, la fonction `format` de PostgreSQL™ permet que les spécificateurs de format avec ou sans le champ *position* soient mixés dans la même chaîne de formatage. Un spécificateur de format sans un champ *position* utilise toujours le prochain argument après que le dernier argument soit consommé. De plus, la fonction `format` ne requiert pas que tous les arguments de fonction soient utilisés dans la chaîne de formatage. Par exemple :

```
SELECT format('Testing %3$s, %2$s, %s', 'one', 'two', 'three');
Résultat : Testing three, two, three 
```

Les spécificateurs de format `%I` et `%L` sont particulièrement utiles pour construire proprement des requêtes SQL dynamiques. Voir Exemple 41.1, « Mettre entre guillemets des valeurs dans des requêtes dynamiques ».

9.5. Fonctions et opérateurs de chaînes binaires

Cette section décrit les fonctions et opérateurs d'examen et de manipulation des valeurs de type `bytea`.

SQL définit quelques fonctions de chaînes qui utilisent des mots clés qui sont employés à la place de virgules pour séparer les arguments. Les détails sont présentés dans Tableau 9.11, « Fonctions et opérateurs SQL pour chaînes binaires ». PostgreSQL™ fournit aussi des versions de ces fonctions qui utilisent la syntaxe standard de l'appel de fonction (voir le Tableau 9.12, « Autres fonctions sur les chaînes binaires »).



Note

Les résultats en exemple montrés ici supposent que le paramètre serveur `bytea_output` est configuré à `escape` (le format traditionnel de PostgreSQL).

Tableau 9.11. Fonctions et opérateurs SQL pour chaînes binaires

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
<code>chaîne chaîne</code>	<code>bytea</code>	Concaténation de chaîne	<code>E'\\\Post'::bytea \\Post'gres\000</code>	<code>\Post'gres\000</code>

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
			E'\\047gres\\000'::bytea	
cha	int	Nombre d'octets d'une chaîne binaire	octet_length(E'jo\\000se'::bytea)	5

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
)				
overlay(<i>chaîne</i> placing <i>chaîne</i> from int [for int])	bytea	Remplace une sous-chaîne	overlay(E'Th\\000omas'::bytea placing E'\\002\\003'::bytea from 2 for 3)	T\\002\\003mas
position(<i>sous-chaîne</i> in <i>chaîne</i>)	int	Emplacement de la sous-chaîne indiquée	position(E'\\000om'::bytea in E'Th\\000omas'::bytea)	3
substring(<i>chaîne</i> [from int] [for int])	bytea	Extrait la sous-chaîne	substring(E'Th\\000omas'::bytea from 2 for 3)	h\\000o
trim([both] <i>octets</i> from <i>chaîne</i>)	bytea	Supprime la plus longue chaîne composée uniquement des octets apparaissant dans <i>octets</i> à partir du début et de la fin de <i>chaîne</i>	trim(E'\\000\\001'::bytea from E'\\000Tom\\001'::bytea)	Tom

Des fonctions supplémentaires de manipulations de chaînes binaires sont listées dans le Tableau 9.12, « Autres fonctions sur les chaînes binaires ». Certaines sont utilisées en interne pour coder les fonctions de chaînes suivant le standard SQL et sont listées dans le Tableau 9.11, « Fonctions et opérateurs SQL pour chaînes binaires ».

Tableau 9.12. Autres fonctions sur les chaînes binaires

Fonction	Type retourné	Description	Exemple	Résultat
btrim(<i>chaîne</i> bytea, <i>octets</i> bytea)	bytea	Supprime la plus longue chaîne constituée uniquement des octets apparaissant dans <i>octets</i> à partir du début et de la fin de <i>chaîne</i> .	btrim(E'\\000trim\\001'::bytea, E'\\000\\001'::bytea)	trim
decode(<i>chaîne</i> text, <i>format</i> text)	bytea	Décode les données binaires de leur représentation textuelle dans <i>chaîne</i> auparavant codée. Les options pour <i>format</i> sont les mêmes que pour encode.	decode(E'123\\000456', 'escape')	123\\000456
encode(<i>chaîne</i> bytea, <i>type</i> text)	text	Code les données binaires en une représentation textuelle. Les formats supportés sont : base64, hex, escape. escape convertit les octets nuls et les octets dont le bit de poids fort est à 1, en séquence octal (\nnn) et des antislashes doubles.	encode(E'123\\000456'::bytea, 'escape')	123\\000456
get_bit(<i>chaîne</i> , <i>offset</i>)	int	Extrait un bit d'une chaîne	get_bit(E'Th\\000omas'::bytea, 45)	1
get_byte(<i>chaîne</i> , <i>offset</i>)	int	Extrait un octet d'une chaîne	get_byte(E'Th\\000omas'::bytea, 4)	109
length(<i>chaîne</i>)	int	Longueur de la chaîne	length(E'jo\\000se'::bytea)	5

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
		binnaire		
md5(<i>chaîne</i>)	text	Calcule le hachage MD5 de la <i>chaîne</i> et retourne le résultat en hexadécimal	md5(E'Th\\000omas'::bytea)	8ab2d3c9689aaaf18b4958c334c82d8b1
set_bit(<i>chaîne</i> , <i>offset</i> , <i>newvalue</i>)	bytea	Positionne un bit dans une chaîne	set_bit(E'Th\\000omas'::bytea, 45, 0)	Th\\000omAs
set_byte(<i>chaîne</i> , <i>offset</i> , <i>newvalue</i>)	bytea	Positionne un octet dans une chaîne	set_byte(E'Th\\000omas'::bytea, 4, 64)	Th\\000o@as

`get_byte` et `set_byte` prennent en compte le premier octet d'une chaîne binaire comme l'octet numéro zéro. `get_bit` et `set_bit` comptent les bits à partir de la droite pour chaque octet. Par exemple, le bit 0 est le bit le moins significatif du premier octet et le bit 15 est le bit le plus significatif du second octet.

Voir aussi la fonction d'agrégat `string_agg` dans Section 9.20, « Fonctions d'agrégat ».

9.6. Fonctions et opérateurs sur les chaînes de bits

Cette section décrit les fonctions et opérateurs d'examen et de manipulation des chaînes de bits, c'est-à-dire des valeurs de types bit et bit varying. En dehors des opérateurs de comparaison habituels, les opérateurs présentés dans le Tableau 9.13, « Opérateurs sur les chaînes de bits » peuvent être utilisés. Les opérandes de chaînes de bits utilisés avec &, | et # doivent être de même longueur. Lors d'un décalage de bits, la longueur originale de la chaîne est préservée comme le montrent les exemples.

Tableau 9.13. Opérateurs sur les chaînes de bits

Opérateur	Description	Exemple	Résultat
	concaténation	B'10001' B'011'	10001011
&	AND bit à bit	B'10001' & B'01101'	00001
	OR bit à bit	B'10001' B'01101'	11101
#	XOR bit à bit	B'10001' # B'01101'	11100
~	NOT bit à bit	~ B'10001'	01110
<<	décalage gauche bit à bit	B'10001' << 3	01000
>>	décalage droit bit à bit	B'10001' >> 2	00100

Les fonctions SQL suivantes fonctionnent sur les chaînes de bits ainsi que sur les chaînes de caractères : `length`, `bit_length`, `octet_length`, `position`, `substring`, `overlay`.

Les fonctions suivantes fonctionnent sur les chaînes de bits ainsi que sur les chaînes binaires : `get_bit`, `set_bit`. En travaillant sur des chaînes de bits, ces fonctions numérotent le premier bit (le plus à gauche) comme le bit 0.

De plus, il est possible de convertir des valeurs intégrales vers ou depuis le type bit. Quelques exemples :

```
44::bit(10)          0000101100
44::bit(3)           100
cast(-44 as bit(12)) 111111010100
'1110'::bit(4)::integer 14
```

Le transtype « bit » signifie transtyper en `bit(1)` et, de ce fait, seul le bit de poids faible de l'entier est rendu.



Note

Convertir un entier en `bit(n)` copie les n bits les plus à droite. Convertir un entier en une chaîne de bits plus large que l'entier lui-même ajoutera l'extension de signe à gauche.

9.7. Correspondance de motif

PostgreSQL™ fournit trois approches différentes à la correspondance de motif : l'opérateur SQL traditionnel `LIKE`, le plus récent `SIMILAR TO` (ajouté dans SQL:1999) et les expressions rationnelles de type `POSIX`. En dehors des opérateurs basiques du style « est-ce que cette chaîne correspond à ce modèle ? », les fonctions sont disponibles pour extraire ou remplacer des sous-chaînes correspondantes ou pour diviser une chaîne aux emplacements correspondants.



Astuce

Si un besoin de correspondances de motif va au-delà, il faut considérer l'écriture d'une fonction en Perl ou Tcl.



Attention

Alors que la plupart des recherches d'expression rationnelle sont exécutées très rapidement, les expressions rationnelles peuvent être écrites de telle façon que leur traitement prendra beaucoup de temps et de mémoire. Faites attention si vous acceptez des motifs d'expression rationnelle de source inconnue. Si vous devez le faire, il est conseillé d'imposer une durée maximale pour l'exécution d'une requête.

Les recherches utilisant des motifs `SIMILAR TO` ont le même soucis de sécurité car `SIMILAR TO` fournit en gros les mêmes possibilités que les expressions rationnelles `POSIX`.

Les recherches `LIKE`, bien plus simples que les deux autres options de recherches, sont plus sûres avec des sources potentiellement hostiles.

9.7.1. LIKE

```
chaîne LIKE motif [ESCAPE caractère d'échappement]
chaîne NOT LIKE motif [ESCAPE caractère d'échappement]
```

L'expression `LIKE` renvoie true si la `chaîne` est contenue dans l'ensemble de chaînes représenté par le `motif`. (L'expression `NOT LIKE` renvoie false si `LIKE` renvoie true et vice versa. Une expression équivalente est `NOT (chaîne LIKE motif)`.)

Si le `motif` ne contient ni signe pourcent ni tiret bas, alors il ne représente que la chaîne elle-même ; dans ce cas, `LIKE` agit exactement comme l'opérateur d'égalité. Un tiret bas (`_`) dans `motif` correspond à un seul caractère, un signe pourcent (`%`) à toutes les chaînes de zéro ou plusieurs caractères.

Quelques exemples :

```
'abc' LIKE 'abc'      true
'abc' LIKE 'a%'       true
'abc' LIKE '_b_'      true
'abc' LIKE 'c'         false
```

Le modèle `LIKE` correspond toujours à la chaîne entière. Du coup, pour faire correspondre une séquence à l'intérieur d'une chaîne, le motif doit donc commencer et finir avec un signe pourcent.

Pour faire correspondre un vrai tiret bas ou un vrai signe de pourcentage sans correspondance avec d'autres caractères, le caractère correspondant dans `motif` doit être précédé du caractère d'échappement. Par défaut, il s'agit de l'antislash, mais un autre caractère peut être sélectionné en utilisant la clause `ESCAPE`. Pour un correspondance avec le caractère d'échappement lui-même, on écrit deux fois ce caractère.



Note

Si vous avez désactivé `standard_conforming_strings`, tout antislash écrit dans une chaîne de caractères devra être doublé. Voir Section 4.1.2.1, « Constantes de chaînes » pour plus d'informations.

Il est aussi possible de ne sélectionner aucun caractère d'échappement en écrivant `ESCAPE ''`. Ceci désactive complètement le mécanisme d'échappement, ce qui rend impossible la désactivation de la signification particulière du tiret bas et du signe de pourcentage dans le motif.

Le mot clé `ILIKE` est utilisé à la place de `LIKE` pour faire des correspondances sans tenir compte de la casse mais en tenant compte de la locale active. Ceci ne fait pas partie du standard SQL mais est une extension PostgreSQL™.

L'opérateur `~~` est équivalent à `LIKE` alors que `~~*` correspond à `ILIKE`. Il existe aussi les opérateurs `!~~` et `!~~*` représentant respectivement `NOT LIKE` et `NOT ILIKE`. Tous ces opérateurs sont spécifiques à PostgreSQL™.

9.7.2. Expressions rationnelles SIMILAR TO

```
chaîne SIMILAR TO motif [ESCAPE caractère d'échappement]
chaîne NOT SIMILAR TO motif [ESCAPE caractère d'échappement]
```

L'opérateur `SIMILAR TO` renvoie true ou false selon que le motif correspond ou non à la chaîne donnée. Il se rapproche de `LIKE` à la différence qu'il interprète le motif en utilisant la définition SQL d'une expression rationnelle. Les expressions rationnelles SQL sont un curieux mélange de la notation `LIKE` et de la notation habituelle des expressions rationnelles.

À l'instar de `LIKE`, l'opérateur `SIMILAR TO` ne réussit que si son motif correspond à la chaîne entière ; ceci en désaccord avec les pratiques habituelles des expressions rationnelles où le modèle peut se situer n'importe où dans la chaîne. Tout comme `LIKE`, `SIMILAR TO` utilise `_` et `%` comme caractères joker représentant respectivement tout caractère unique et toute chaîne (ils sont comparables à `. . .` et `*.*` des expressions rationnelles compatibles POSIX).

En plus de ces fonctionnalités empruntées à `LIKE`, `SIMILAR TO` supporte trois méta-caractères de correspondance de motif empruntés aux expressions rationnelles de POSIX :

- `|` représente une alternative (une des deux alternatives) ;
- `*` représente la répétition des éléments précédents, 0 ou plusieurs fois ;
- `+` représente la répétition des éléments précédents, une ou plusieurs fois ;
- `?` dénote une répétition du précédent élément zéro ou une fois.
- `{m}` dénote une répétition du précédent élément exactement m fois.
- `{m,}` dénote une répétition du précédent élément m ou plusieurs fois.
- `{m, n}` dénote une répétition du précédent élément au moins m et au plus n fois.
- les parenthèses `()` peuvent être utilisées pour grouper des éléments en un seul élément logique ;
- une expression entre crochets `[. . .]` spécifie une classe de caractères, comme dans les expressions rationnelles POSIX.

Notez que le point `(.)` n'est pas un méta-caractère pour `SIMILAR TO`.

Comme avec `LIKE`, un antislash désactive la signification spéciale de tous les méta-caractères ; un autre caractère d'échappement peut être indiqué avec `ESCAPE`.

Quelques exemples :

```
'abc' SIMILAR TO 'abc'      true
'abc' SIMILAR TO 'a'        false
'abc' SIMILAR TO '%(b|d)%' true
'abc' SIMILAR TO '(b|c)%'  false
```

La fonction `substring` avec trois paramètres, `substring(chaîne from motif for caractère d'échappement)`, fournit l'extraction d'une sous-chaîne correspondant à un motif d'expression rationnelle SQL. Comme avec `SIMILAR TO`, le motif fourni doit correspondre à la chaîne de données entière, sinon la fonction échoue et renvoie `NULL`. Pour indiquer la partie du motif à retourner en cas de succès, le motif doit contenir deux occurrences du caractère d'échappement suivi d'un guillemet double `("")`. Le texte correspondant à la portion du motif entre ces deux marqueurs est renvoyé.

Quelques exemples, avec `#"` délimitant la chaîne en retour :

```
substring('foobar' from '%#"o_b#"%' for '#')
oob
substring('foobar' from '##"o_b#"%' for '#')
NULL
```

9.7.3. Expressions rationnelles POSIX

Le Tableau 9.14, « Opérateurs de correspondance des expressions rationnelles » liste les opérateurs disponibles pour la correspondance de motifs à partir d'expressions rationnelles POSIX.

Tableau 9.14. Opérateurs de correspondance des expressions rationnelles

Opérateur	Description	Exemple
<code>~</code>	Correspondance d'expression rationnelle, en tenant compte de la casse	<code>'thomas' ~ '.*thomas.*'</code>
<code>~*</code>	Correspondance d'expression rationnelle, sans tenir compte de la casse	<code>'thomas' ~* '.*Thomas.*'</code>

Opérateur	Description	Exemple
<code>! ~</code>	Non-correspondance d'expression rationnelle, en tenant compte de la casse	<code>'thomas' ! ~ '.*Thomas.*'</code>
<code>! ~*</code>	Non-correspondance d'expression rationnelle, sans tenir compte de la casse	<code>'thomas' ! ~* '.*vadim.*'</code>

Les expressions rationnelles POSIX sont un outil de correspondance de motifs plus puissant que les opérateurs `LIKE` et `SIMILAR TO`. Beaucoup d'outils Unix comme `egrep`, `sed` ou `awk` utilisent un langage de correspondance de modèles similaire à celui décrit ici.

Une expression rationnelle est une séquence de caractères représentant une définition abrégée d'un ensemble de chaînes (un *ensemble rationnel*). Une chaîne est déclarée correspondre à une expression rationnelle si elle est membre de l'ensemble rationnel décrit par l'expression rationnelle. Comme avec `LIKE`, les caractères du motif correspondent exactement aux caractères de la chaîne sauf s'ils représentent des caractères spéciaux dans le langage des expressions rationnelles -- mais les expressions rationnelles utilisent des caractères spéciaux différents de ceux utilisés par `LIKE`. Contrairement aux motifs de `LIKE`, une expression rationnelle peut avoir une correspondance en toute place de la chaîne, sauf si l'expression rationnelle est explicitement ancrée au début ou à la fin de la chaîne.

Quelques exemples :

```
'abc' ~ 'abc'      true
'abc' ~ '^a'       true
'abc' ~ '(b|d)'   true
'abc' ~ '^^(b|c)' false
```

Le langage modèle POSIX est décrit avec plus de détail ci-dessous.

La fonction `substring` avec deux paramètres, `substring(chaîne from motif)`, extrait une sous-chaîne qui correspond à un motif d'expression rationnelle POSIX. Elle renvoie NULL s'il n'y a pas de correspondance, la portion de texte correspondant au modèle dans le cas contraire. Mais si le motif contient des parenthèses, c'est la portion de texte qui correspond à la première sous-expression entre parenthèses (la première dont la parenthèse gauche apparaît) qui est renvoyée. Il est possible de placer toute l'expression entre parenthèses pour pouvoir utiliser des parenthèses à l'intérieur sans déclencher cette exception. Si des parenthèses sont nécessaires dans le motif avant la sous-expression à extraire, il faut utiliser les propriétés des parenthèses non-capturantes décrites plus bas.

Quelques exemples :

```
substring('fouubar' from 'o.b')      oub
substring('fouubar' from 'o(.)b')    u
```

La fonction `regexp_replace` substitue un nouveau texte aux sous-chaînes correspondantes des motifs d'expressions rationnelles. Elle a la syntaxe `regexp_replace(source, motif, replacement [, options])`. La chaîne `source` est renvoyée non modifiée s'il n'existe pas de correspondance avec `motif`. S'il existe une correspondance, la chaîne `source` est renvoyée avec la chaîne `replacement` substituée à la sous-chaîne correspondante. La chaîne `replacement` peut contenir `\n`, avec `n` de 1 à 9, pour indiquer que la `n`-ième sous-chaîne source correspondante doit être insérée. Elle peut aussi contenir `\&` pour indiquer que la sous-chaîne qui correspond au motif entier doit être insérée. On écrit `\\"` pour placer un antislash littéral dans le texte de remplacement. Le paramètre `options` est une chaîne optionnelle de drapeaux (0 ou plus) d'une lettre qui modifie le comportement de la fonction. Le drapeau `i` indique une recherche insensible à la casse, le drapeau `g` un remplacement de chaque sous-chaîne correspondante (pas uniquement la première). Les options supportées (sauf `g`) sont décrites dans Tableau 9.22, « Lettres d'option intégrées à une ERA ».

Quelques exemples :

```
regexp_replace('foobarbaz', 'b..', 'X')
               fooxbaz
regexp_replace('foobarbaz', 'b..', 'X', 'g')
               fooXX
regexp_replace('foobarbaz', 'b(..)', E'X\\1Y', 'g')
               fooXarYXazY
```

La fonction `regexp_matches` renvoie un tableau de texte contenant toutes les sous-chaînes capturées résultant de la correspondance avec une expression rationnelle POSIX. Elle a la syntaxe : `regexp_matches(chaine, modèle [, options])`. La fonction peut ne renvoyer aucune ligne, une ligne ou plusieurs lignes (voir le drapeau `g` ci-dessous). Si le `motif` ne correspond pas, la fonction ne renvoie aucune ligne. Si le motif ne contient aucune sous-expressions entre parenthèses, alors chaque ligne renvoyée est un tableau de texte à un seul élément contenant la sous-chaîne correspondant au motif complet. Si le motif contient des sous-expressions entre parenthèses, la fonction renvoie un tableau de texte dont l'élément `n` est la sous-chaîne en correspondance

avec la n -ième sous-expression entre parenthèses du modèle (sans compter les parenthèses « non capturantes » ; voir ci-dessous pour les détails). Le paramètre *options* est une chaîne optionnelle contenant zéro ou plus options d'une lettre, modifiant ainsi le comportement de la fonction. L'option *g* indique que la fonction trouve chaque correspondance dans la chaîne, pas seulement la première, et renvoie une ligne pour chaque correspondance. Les options supportées (sauf *g*) sont décrites dans Tableau 9.22, « Lettres d'option intégrées à une ERA ».

Quelques exemples :

```
SELECT regexp_matches('foobarbequebaz', '(bar)(beque)');
regexp_matches
-----
{bar,beque}
(1 row)

SELECT regexp_matches('foobarbequebazilbarfbonk', '(b[^b]+)(b[^b]+)', 'g');
regexp_matches
-----
{bar,beque}
{bazil,barf}
(2 rows)

SELECT regexp_matches('foobarbequebaz', 'barbeque');
regexp_matches
-----
{barbeque}
(1 row)
```

Il est possible de forcer `regexp_matches()` à toujours renvoyer une ligne en utilisant une sous-sélection ; ceci est particulièrement utile dans une liste cible `SELECT` lorsque vous voulez renvoyer toutes les lignes, y compris celles qui ne correspondent pas :

```
SELECT col1, (SELECT regexp_matches(col2, '(bar)(beque)')) FROM tab;
```

La fonction `regexp_split_to_table` divise une chaîne en utilisant une expression rationnelle POSIX comme délimiteur. Elle a la syntaxe suivante : `regexp_split_to_table(chaine, modèle [, options])`. S'il n'y a pas de correspondance avec le *modèle*, la fonction renvoie la *chaine*. S'il y a au moins une correspondance, pour chaque correspondance, elle renvoie le texte à partir de la fin de la dernière correspondance (ou le début de la chaîne) jusqu'au début de la correspondance. Quand il ne reste plus de correspondance, elle renvoie le texte depuis la fin de la dernière correspondance jusqu'à la fin de la chaîne. Le paramètre *options* est une chaîne optionnelle contenant zéro ou plus options d'un caractère, modifiant ainsi le comportement de la fonction. `regexp_split_to_table` supporte les options décrites dans Tableau 9.22, « Lettres d'option intégrées à une ERA ».

La fonction `regexp_split_to_array` se comporte de la même façon que `regexp_split_to_table`, sauf que `regexp_split_to_array` renvoie son résultat en tant que tableau de text. Elle a comme syntaxe `regexp_split_to_array(chaine, modèle [, options])`. Les paramètres sont les mêmes que pour `regexp_split_to_table`.

Quelques exemples :

```
SELECT foo FROM regexp_split_to_table('the quick brown fox jumps over the lazy dog',
E'\\s+') AS foo;
foo
-----
the
quick
brown
fox
jumps
over
the
lazy
dog
(9 rows)
```

```

SELECT regexp_split_to_array('the quick brown fox jumps over the lazy dog', E'\\s+');
regexp_split_to_array
-----
{the,quick,brown,fox,jumps,over,the,lazy,dog}
(1 row)

SELECT foo FROM regexp_split_to_table('the quick brown fox', E'\\s+') AS foo;
foo
-----
t
h
e
q
u
i
c
k
b
r
o
w
n
f
o
x
(16 rows)

```

Comme le montre le dernier exemple, les fonctions de division des expressions rationnelles ignorent les correspondances de longueur nulle qui surviennent au début ou à la fin de la chaîne ou immédiatement après une correspondance. C'est contraire à la définition stricte de la correspondance des expressions rationnelles implantée par `regexp_matches`, mais c'est habituellement le comportement le plus pratique. Les autres systèmes comme Perl utilisent des définitions similaires.

9.7.3.1. Détails des expressions rationnelles

Les expressions rationnelles de PostgreSQL™ sont implantées à l'aide d'un paquetage écrit par Henry Spencer. Une grande partie de la description des expressions rationnelles ci-dessous est une copie intégrale de son manuel.

Les expressions rationnelles (ERs), telles que définies dans POSIX 1003.2, existent sous deux formes : les ER *étendues* ou ERE (en gros celles de `egrep`) et les ER *basiques* ou ERB (BRE en anglais) (en gros celles d'`ed`). PostgreSQL™ supporte les deux formes et y ajoute quelques extensions ne faisant pas partie du standard POSIX mais largement utilisées du fait de leur disponibilité dans les langages de programmation tels que Perl et Tcl. Les ER qui utilisent ces extensions non POSIX sont appelées des ER *avancées* ou ERA (ARE en anglais) dans cette documentation. Les ERA sont un sur-ensemble exact des ERE alors que les ERB ont des incompatibilités de notation (sans parler du fait qu'elles sont bien plus limitées). En premier lieu sont décrits les formats ERA et ERE, en précisant les fonctionnalités qui ne s'appliquent qu'aux ERA. L'explication des différences des ERB vient ensuite.



Note

PostgreSQL™ présume toujours au départ qu'une expression rationnelle suit les règles ERA. Néanmoins, les règles ERE et BRE (plus limitées) peuvent être choisies en ajoutant au début une *option d'imbrication* sur le motif de l'ER, comme décrit dans Section 9.7.3.4, « Métasyntaxe des expressions rationnelles ». Cela peut être utile pour la compatibilité avec les applications qui s'attendent à suivre exactement les règles POSIX.

Une expression rationnelle est définie par une ou plusieurs *branches* séparées par des caractères `|`. Elle établit une correspondance avec tout ce qui correspond à une des branches.

Une branche contient des *atomes quantifiés*, ou *contraintes*, concaténés. Elle établit une correspondance pour le premier suivi d'une correspondance pour le second, etc ; une branche vide établit une correspondance avec une chaîne vide.

Un atome quantifié est un *atome* éventuellement suivi d'un *quantificateur* unique. Sans quantificateur, il établit une correspondance avec l'atome. Avec un quantificateur, il peut établir un certain nombre de correspondances avec l'atome. Un *atome* est une des possibilités du Tableau 9.15, « Atomes d'expressions rationnelles ». Les quantificateurs possibles et leurs significations sont disponibles dans le Tableau 9.16, « quantificateur d'expressions rationnelles ».

Une *contrainte* établit une correspondance avec une chaîne vide, mais cette correspondance n'est établie que lorsque des conditions spécifiques sont remplies. Une contrainte peut être utilisée là où un atome peut l'être et ne peut pas être suivie d'un quantificateur. Les contraintes simples sont affichées dans le Tableau 9.17, « Contraintes des expressions rationnelles » ; quelques

contraintes supplémentaires sont décrites plus loin.

Tableau 9.15. Atomes d'expressions rationnelles

Atome	Description
(<i>re</i>)	(où <i>re</i> est toute expression rationnelle) établit une correspondance avec <i>re</i> , la correspondance étant conservée en vue d'un éventuel report
(?: <i>re</i>)	comme ci-dessus mais la correspondance n'est pas conservée pour report (un ensemble de parenthèses « sans capture ») (seulement pour les ERA)
.	correspondance avec tout caractère unique
[<i>caractères</i>]	une <i>expression entre crochets</i> , qui établit une correspondance avec tout caractère de <i>caractères</i> (voir la Section 9.7.3.2, « Expressions avec crochets » pour plus de détails)
\ <i>k</i>	(où <i>k</i> n'est pas un caractère alpha-numérique) établit une correspondance avec ce caractère, considéré comme caractère ordinaire. Par exemple, \\ établit une correspondance avec un caractère antislash
\ <i>c</i>	avec <i>c</i> un caractère alphanumérique (éventuellement suivi d'autres caractères) est un <i>échappement</i> , voir la Section 9.7.3.3, « Échappement d'expressions rationnelles » (ERA seulement ; pour les ERE et ERB, établit une correspondance avec <i>c</i>)
{	lorsqu'il est suivi d'un caractère autre qu'un chiffre, établit une correspondance avec l'accolade ouvrante { ; suivi d'un chiffre, c'est le début d'une <i>limite</i> (voir ci-dessous)
<i>x</i>	où <i>x</i> est un caractère unique sans signification, établit une correspondance avec ce caractère

Une ER ne peut pas se terminer par un antislash (\).



Note

Si vous avez désactivé standard_conforming_strings, tout antislash écrit dans une chaîne de caractères devra être doublé. Voir Section 4.1.2.1, « Constantes de chaînes » pour plus d'informations.

Tableau 9.16. quantificateur d'expressions rationnelles

quantificateur	Correspondance
*	une séquence de 0 ou plus correspondance(s) de l'atome
+	une séquence de 1 ou plus correspondance(s) de l'atome
?	une séquence de 0 ou 1 correspondance de l'atome
{ <i>m</i> }	une séquence d'exactement <i>m</i> correspondances de l'atome
{ <i>m</i> , }	une séquence de <i>m</i> ou plus correspondances de l'atome
{ <i>m</i> , <i>n</i> }	une séquence de <i>m</i> à <i>n</i> (inclus) correspondances de l'atome ; <i>m</i> ne doit pas être supérieur à <i>n</i>
*?	version non gourmande de *
+?	version non gourmande de +
??	version non gourmande de ?
{ <i>m</i> }?	version non gourmande de { <i>m</i> }
{ <i>m</i> , }?	version non gourmande de { <i>m</i> , }
{ <i>m</i> , <i>n</i> }?	version non gourmande de { <i>m</i> , <i>n</i> }

Les formes qui utilisent { . . . } sont appelées *limites*. Les nombres *m* et *n* à l'intérieur d'une limite sont des entiers non signés dont les valeurs vont de 0 à 255 inclus.

Les quantificateurs *non gourmands* (disponibles uniquement avec les ERA) correspondent aux même possibilités que leurs équivalents normaux (*gourmand*), mais préfèrent le plus petit nombre de correspondances au plus grand nombre. Voir la Section 9.7.3.5, « Règles de correspondance des expressions rationnelles » pour plus de détails.



Note

Un quantificateur ne peut pas immédiatement suivre un autre quantificateur, autrement dit `**` est invalide. Il ne peut pas non plus débuter une expression ou sous-expression ni suivre `^` ou `|`.

Tableau 9.17. Contraintes des expressions rationnelles

Contrainte	Description
<code>^</code>	correspondance de début de chaîne
<code>\$</code>	correspondance de fin de chaîne
<code>(?=er)</code>	<i>positive lookahead</i> (recherche positive) établit une correspondance avec tout point où une sous-chaîne qui correspond à <code>er</code> débute (uniquement pour les ERA)
<code>(?!er)</code>	<i>negative lookahead</i> (recherche négative) établit une correspondance avec tout point où aucune sous-chaîne qui correspond à <code>re</code> ne débute (uniquement pour les ERA)
<code>(?<=re)</code>	<i>positive lookbehind</i> (recherche arrière positive) établit une correspondance avec tout point où une sous-chaîne correspond à <code>re</code> finit (uniquement pour les ERA)
<code>(?<!re)</code>	<i>negative lookbehind</i> (recherche arrière négative) correspond à tout point où aucune sous-chaîne correspond à <code>re</code> finit (uniquement ERA)

Les contraintes « lookahead » et « lookbehind » ne doivent pas contenir de *références arrières* (voir la Section 9.7.3.3, « Échappement d'expressions rationnelles »), et toutes les parenthèses contenues sont considérées comme non capturantes.

9.7.3.2. Expressions avec crochets

Une *expression entre crochets* est une liste de caractères contenue dans `[]`. Une correspondance est habituellement établie avec tout caractère de la liste (voir cependant plus bas). Si la liste débute par `^`, la correspondance est établie avec tout caractère *non* compris dans la liste. Si deux caractères de la liste sont séparés par un tiret (`-`), il s'agit d'un raccourci pour représenter tous les caractères compris entre ces deux-là, c'est-à-dire qu'en ASCII, `[0-9]` correspond à tout chiffre. Deux séquences ne peuvent pas partager une limite, par exemple `a-c-e`. Les plages étant fortement liées à la séquence de tri (*collate*), il est recommandé de ne pas les utiliser dans les programmes portables.

Un `]` peut être inclus dans la liste s'il en est le premier caractère (éventuellement précédé de `^`). Un `-` peut être inclus dans la liste s'il en est le premier ou le dernier caractère ou s'il est la deuxième borne d'une plage. Un `-` peut être utilisé comme première borne d'une plage s'il est entouré par `[. et .]` et devient de ce fait un élément d'interclassement (*collating element*). À l'exception de ces caractères, des combinaisons utilisant `[` (voir les paragraphes suivants) et des échappements (uniquement pour les ERA), tous les autres caractères spéciaux perdent leur signification spéciale à l'intérieur d'une expression entre crochets. En particulier, `\` n'est pas spécial lorsqu'il suit les règles des ERE ou des ERB bien qu'il soit spécial (en tant qu'introduction d'un échappement) dans les ERA.

Dans une expression entre crochets, un élément d'interclassement (un caractère, une séquence de caractères multiples qui s'interclasse comme un élément unique, ou le nom d'une séquence d'interclassement) entouré de `[. et .]` représente la séquence de caractères de cet élément d'interclassement. La séquence est un élément unique de la liste dans l'expression entre crochets. Une expression entre crochets contenant un élément d'interclassement multi-caractères peut donc correspondre à plusieurs caractères (par exemple, si la séquence d'interclassement inclut un élément d'interclassement `ch`, alors l'ER `[[. ch .]] *c` établit une correspondance avec les cinq premiers caractères de `chchcc`.



Note

PostgreSQL™ n'a pas, à ce jour, d'éléments d'interclassement multi-caractères. L'information portée ici décrit un éventuel comportement futur.

Dans une expression entre crochets, un élément d'interclassement écrit entre `[= et =]` est une classe d'équivalence qui représente les séquences de caractères de tous les éléments d'interclassement équivalents à celui-là, lui compris. (En l'absence d'élément d'interclassement équivalent, le traitement correspond à celui obtenu avec les délimiteurs `[. et .]`). Par exemple, si `o` et `^` sont les membres d'une classe d'équivalence, alors `[[=o=]]`, `[[=^=]]` et `[o^]` sont tous synonymes. Une classe d'équivalence ne peut pas être borne d'une plage.

Dans une expression entre crochets, le nom d'une classe de caractères écrit entre `[: et :]` représente la liste de tous les caractères appartenant à cette classe. Les noms de classes de caractères standard sont `alnum`, `alpha`, `blank`, `cntrl`, `digit`, `graph`, `lower`, `print`, `punct`, `space`, `upper`, `xdigit`. Ils correspondent aux classes de caractères définies dans `ctype(3)`. Une locale peut en fournir d'autres. Une classe de caractères ne peut pas être utilisée comme borne d'une plage.

Il existe deux cas spéciaux d'expressions entre crochets : les expressions entre crochets `[[:<:]]` et `[[:>:]]` sont des contraintes, qui établissent une correspondance avec des chaînes vides respectivement au début et à la fin d'un mot. Un mot est défini comme une séquence de caractères de mot qui n'est ni précédée ni suivie de caractères de mot. Un caractère de mot est un caractère `alnum` (comme défini par `ctype(3)`) ou un tiret bas. C'est une extension, compatible avec, mais non spécifiée dans POSIX 1003.2, et devant être utilisée avec précaution dans les logiciels conçus pour être portables sur d'autres systèmes. Les échappements de contraintes décrits ci-dessous sont généralement préférables (ils ne sont pas plus standard mais certainement plus simples à saisir).

9.7.3.3. Échappement d'expressions rationnelles

Les *échappements* sont des séquences spéciales débutant avec `\` suivi d'un caractère alphanumérique. Il existe plusieurs sortes d'échappements : entrée de caractère, raccourci de classe, échappement de contraintes et rétro-références. Un `\` suivi d'un caractère alphanumérique qui ne constitue pas un échappement valide est illégal dans une ERA. Pour les ERE, il n'y a pas d'échappement : en dehors d'une expression entre crochets, un `\` suivi d'un caractère alphanumérique représente simplement ce caractère (comme ordinaire) et, à l'intérieur d'une expression entre crochets, `\` est un caractère ordinaire. (C'est dans ce dernier cas que se situe réellement l'incompatibilité entre les ERE et les ERA.)

Les *échappements de caractère (character-entry escapes)* permettent d'indiquer des caractères non affichables et donc indésirables dans les ER. Ils sont présentés dans le Tableau 9.18, « Échappements de caractère dans les expressions rationnelles ».

Les *échappements de raccourci de classe (class-shorthand escapes)* fournissent des raccourcis pour certaines classes de caractères communément utilisées. Ils sont présentés dans le Tableau 9.19, « Échappement de raccourcis de classes dans les expressions rationnelles ».

Un *échappement de contrainte (constraint escape)* est une contrainte, qui correspond à la chaîne vide sous certaines conditions, écrite comme un échappement. Ces échappements sont présentés dans le Tableau 9.20, « Échappements de contrainte dans les expressions rationnelles ».

Une *rétro-référence (back reference)* (`\n`) correspond à la même chaîne que la sous-expression entre parenthèses précédente indiquée par le nombre *n* (voir le Tableau 9.21, « Rétro-références dans les expressions rationnelles »). Par exemple, `([bc])\1` peut correspondre à `bb` ou `cc`, mais ni à `bc` ni à `cb`. La sous-expression doit précéder complètement la référence dans l'ER. Les sous-expressions sont numérotées dans l'ordre des parenthèses ouvrantes. Les parenthèses non capturantes ne définissent pas de sous-expressions.

Tableau 9.18. Échappements de caractère dans les expressions rationnelles

Échappement	Description
<code>\a</code>	caractère alerte (cloche), comme en C
<code>\b</code>	effacement (<i>backspace</i>), comme en C
<code>\B</code>	synonyme de <code>\</code> pour éviter les doublements d'antislash
<code>\cx</code>	(où <i>X</i> est un caractère quelconque) le caractère dont les cinq bits de poids faible sont les mêmes que ceux de <i>X</i> et dont tous les autres bits sont à zéro
<code>\e</code>	le caractère dont le nom de séquence d'interclassement est ESC, ou le caractère de valeur octale 033
<code>\f</code>	retour chariot (<i>form feed</i>), comme en C
<code>\n</code>	retour à la ligne (<i>newline</i>), comme en C
<code>\r</code>	retour chariot (<i>carriage return</i>), comme en C
<code>\t</code>	tabulation horizontale, comme en C
<code>\uvwxyz</code>	(où <i>wxyz</i> représente exactement quatre chiffres hexadécimaux) le caractère dont la valeur hexadécimale est <code>0uvwxyz</code>
<code>\uvwxyzxyz</code>	(où <i>stuvwxyzxyz</i> représente exactement huit chiffres hexadécimaux) le caractère dont la valeur hexadécimale est <code>0xstuvwxyzxyz</code>
<code>\v</code>	tabulation verticale, comme en C
<code>\hhh</code>	(où <i>hhh</i> représente toute séquence de chiffres hexadécimaux) le caractère dont la valeur hexadécimale est <code>0xhhh</code> (un simple caractère, peu importe le nombre de chiffres hexadécimaux utilisés)
<code>\0</code>	le caractère dont la valeur est 0
<code>\xy</code>	(où <i>xy</i> représente exactement deux chiffres octaux et n'est pas une <i>rétro-référence</i>) le caractère dont la valeur octale est <code>0xy</code>
<code>\xyz</code>	(où <i>xyz</i> représente exactement trois chiffres octaux et n'est pas une <i>rétro-référence</i>) le caractère dont

Échappement	Description
	la valeur octale est <code>0xyz</code>

Les chiffres hexadécimaux sont 0-9, a-f et A-F. Les chiffres octaux sont 0-7.

Les échappements numériques de saisie de caractères spécifiant des valeurs hors de l'intervalle ASCII (0-127) ont des significations dépendant de l'encodage de la base de données. Quand l'encodage est UTF-8, les valeurs d'échappement sont équivalents aux codes Unicode. Par exemple, `\u1234` correspond au caractère U+1234. Pour d'autres encodages multi-octets, les échappements de saisie de caractères spécifient uniquement la concaténation des valeurs d'octet pour le caractère. Si la valeur d'échappement ne correspond pas à un caractère légal dans l'encodage de la base de données, aucune erreur ne sera levée mais cela ne correspondra à aucune donnée.

Les échappements de caractère sont toujours pris comme des caractères ordinaires. Par exemple, `\135` est] en ASCII mais `\135` ne termine pas une expression entre crochets.

Tableau 9.19. Échappement de raccourcis de classes dans les expressions rationnelles

Échappement	Description
<code>\d</code>	<code>[[:digit:]]</code>
<code>\s</code>	<code>[[:space:]]</code>
<code>\w</code>	<code>[[:alnum:]]_</code> (le tiret bas est inclus)
<code>\D</code>	<code>[^[:digit:]]</code>
<code>\S</code>	<code>[^[:space:]]</code>
<code>\W</code>	<code>[^[:alnum:]]_</code> (le tiret bas est inclus)

Dans les expressions entre crochets, `\d`, `\s`, et `\w` perdent leurs crochets externes et `\D`, `\S` et `\W` ne sont pas autorisés. (Ainsi, par exemple, `[a-c\d]` est équivalent à `[a-c[:digit:]]`. Mais `[a-c\D]`, qui est équivalent à `[a-c^[:digit:]]`, est interdit.)

Tableau 9.20. Échappements de contrainte dans les expressions rationnelles

Échappement	Description
<code>\A</code>	n'établit la correspondance qu'au début de la chaîne (voir la Section 9.7.3.5, « Règles de correspondance des expressions rationnelles » pour comprendre la différence avec ^)
<code>\m</code>	n'établit la correspondance qu'au début d'un mot
<code>\M</code>	n'établit la correspondance qu'à la fin d'un mot
<code>\y</code>	n'établit la correspondance qu'au début ou à la fin d'un mot
<code>\Y</code>	n'établit la correspondance qu'en dehors du début et de la fin d'un mot
<code>\z</code>	n'établit la correspondance qu'à la fin d'une chaîne (voir la Section 9.7.3.5, « Règles de correspondance des expressions rationnelles » pour comprendre la différence avec \$)

Un mot est défini selon suivant la spécification de `[[:<:]]` et `[[:>:]]` donnée ci-dessus. Les échappement de contrainte sont interdits dans les expressions entre crochets.

Tableau 9.21. Rétro-références dans les expressions rationnelles

Échappement	Description
<code>\m</code>	(où <i>m</i> est un chiffre différent de zéro) référence à la <i>m</i> -ième sous-expression
<code>\mn</code>	(où <i>m</i> est un chiffre différent de zéro et <i>nn</i> quelques chiffres supplémentaires, et la valeur décimale <i>mn</i> n'est pas plus grande que le nombre de parenthèses fermantes capturantes vues jusque là) référence à la <i>mn</i> -ième sous-expression



Note

Une ambiguïté persiste entre les échappements de caractère octal et les rétro-références. Cette ambiguïté est résolue par les heuristiques suivantes, comme montré ci-dessus. Un zéro en début de chaîne indique toujours un échappement octal. Un caractère seul différent de zéro, qui n'est pas suivi d'un autre caractère, est toujours pris comme une rétro-référence. Une séquence à plusieurs chiffres qui ne débute pas par zéro est prise comme une référence si elle suit une sous-expression utilisable (c'est-à-dire que le nombre est dans la plage autorisée pour les rétro-références). Dans le cas contraire, il est pris comme nombre octal.

9.7.3.4. Métasyntaxe des expressions rationnelles

En plus de la syntaxe principale décrite ci-dessus, il existe quelques formes spéciales et autres possibilités syntaxiques.

Une ER peut commencer avec un des deux préfixes *director* spéciaux. Si une ER commence par *** : , le reste de l'ER est considéré comme une ERA. (Ceci n'a normalement aucun effet dans PostgreSQL™ car les ER sont supposées être des ERA mais il a un effet si le mode ERE ou BRE a été spécifié par le paramètre *Flags* à une fonction d'expression rationnelle.) Si une ER commence par *** = , le reste de l'ER est considéré comme une chaîne littérale, tous les caractères étant considérés ordinaires.

Une ERA peut débuter par des *options intégrées* : une séquence (?xyz) (où xyz correspond à un ou plusieurs caractères alphabétiques) spécifie les options affectant le reste de l'ER. Ces options surchargent toutes les options précédemment déterminées -- en particulier, elles peuvent surcharger le comportement sur la sensibilité à la casse d'un opérateur d'une ER ou le paramètre *Flags* vers une fonction d'expression rationnelle. Les lettres d'options disponibles sont indiquées dans le Tableau 9.22, « Lettres d'option intégrées à une ERA ». Notez que ces mêmes lettres d'option sont utilisées dans les paramètres *Flags* des fonctions d'expressions rationnelles.

Tableau 9.22. Lettres d'option intégrées à une ERA

Option	Description
b	le reste de l'ER est une ERB
c	activation de la sensibilité à la casse (surcharge l'opérateur type)
e	le reste de l'ER est une ERE
i	désactivation de la sensibilité à la casse (voir la Section 9.7.3.5, « Règles de correspondance des expressions rationnelles ») (surcharge l'opérateur type)
m	synonyme historique pour n
n	activation de la sensibilité aux nouvelles lignes (voir la Section 9.7.3.5, « Règles de correspondance des expressions rationnelles »)
p	activation de la sensibilité partielle aux nouvelles lignes (voir la Section 9.7.3.5, « Règles de correspondance des expressions rationnelles »)
q	le reste de l'ER est une chaîne littérale (« entre guillemets »), composé uniquement de caractères ordinaires
s	désactivation de la sensibilité aux nouvelles lignes (par défaut)
t	yntaxe compacte (par défaut ; voir ci-dessous)
w	activation de la sensibilité partielle inverse aux nouvelles lignes (« étrange ») (voir la Section 9.7.3.5, « Règles de correspondance des expressions rationnelles »)
x	yntaxe étendue (voir ci-dessous)

Les options intégrées prennent effet à la) qui termine la séquence. Elles ne peuvent apparaître qu'au début d'une ERA (après le directeur *** : s'il y en a un).

En plus de la syntaxe habituelle d'une ER (*compacte*), dans laquelle tous les caractères ont une signification, il existe une syntaxe *étendue*, accessible en signifiant l'option intégrée x. Avec la syntaxe étendue, les caractères espace dans l'ER sont ignorés comme le sont tous les caractères entre un # et le retour-chariot qui suit (ou la fin de l'ER). Ceci permet de mettre en paragraphe et de commenter une ER complexe. Il existe trois exceptions à cette règle de base :

- un caractère espace ou # suivi d'un \ est retenu
- un caractère espace ou # à l'intérieur d'une expression entre crochets est retenu
- caractère espace et commentaires ne peuvent pas apparaître dans les symboles multi-caractères, tels que (?:

Pour cela, les caractères espace sont l'espace, la tabulation, le retour chariot et tout caractère appartenant à la classe de caractère

space.

Enfin, dans une ERA, en dehors d'expressions entre crochets, la séquence (?#*ttt*) (où *ttt* est tout texte ne contenant pas #) est un commentaire, totalement ignoré. Là encore, cela n'est pas permis entre les caractères des symboles multi-caractères comme (?:. De tels commentaires sont plus un artefact historique qu'une fonctionnalité utile et leur utilisation est obsolète ; on utilise plutôt la syntaxe étendue.

Aucune de ces extensions métasyntaxique n'est disponible si un directeur initial ***= indique que la saisie utilisateur doit être traitée comme une chaîne littérale plutôt que comme une ER.

9.7.3.5. Règles de correspondance des expressions rationnelles

Dans l'hypothèse où une ER peut correspondre à plusieurs sous-chaînes d'une chaîne donnée, l'ER correspond à celle qui apparaît la première dans la chaîne. Si l'ER peut correspondre à plusieurs sous-chaînes à partir de ce point, c'est soit la correspondance la plus longue possible, soit la correspondance la plus courte possible, qui est retenue selon que l'ER est *gourmande* ou *non-gourmande* (*greedy/non-greedy*).

La gourmandise d'une ER est déterminée par les règles suivantes :

- la plupart des atomes, et toutes les contraintes, n'ont pas d'attribut de gourmandise (parce qu'ils ne peuvent, en aucune façon, établir de correspondance avec des quantités variables de texte) ;
- l'ajout de parenthèses autour d'une ER ne change pas sa gourmandise ;
- un atome quantifié avec un quantificateur à répétition fixe ({m} ou {m}?) a la même gourmandise (éventuellement aucune) que l'atome lui-même ;
- un atome quantifié avec d'autres quantificateurs standard (dont {m, n} avec m égal à n) est gourmand (préfère la plus grande correspondance) ;
- un atome quantifié avec un quantificateur non gourmand (dont {m, n} ? avec m égal à n) n'est pas gourmand (préfère la plus courte correspondance) ;
- une branche -- c'est-à-dire une ER dépourvue d'opérateur | au sommet -- est aussi gourmande que le premier atome quantifié qu'elle contient qui possède un attribut de gourmandise ;
- une ER constituée au minimum de deux branches connectées par l'opérateur | est toujours gourmande.

Les règles ci-dessus associent les attributs de gourmandise non seulement avec les atomes quantifiés individuels, mais aussi avec les branches et les ER complètes qui contiennent des atomes quantifiés. Cela signifie que la correspondance est établie de sorte que la branche, ou l'ER complète, correspond à la sous-chaîne la plus longue ou la plus courte possible *comme un tout*. Une fois la longueur de la correspondance complète déterminée, la partie de cette correspondance qui établit une correspondance avec une sous-expression particulière est déterminée sur la base de l'attribut de gourmandise de cette sous-expression, priorité étant donnée aux sous-expressions commençant le plus tôt dans l'ER.

Exemple de signification de tout cela :

```
SELECT SUBSTRING('XY1234Z', 'Y*([0-9]{1,3})');
Resultat : 123
SELECT SUBSTRING('XY1234Z', 'Y*?( [0-9]{1,3})');
Resultat : 1
```

Dans le premier cas, l'ER dans son intégralité est gourmande parce que Y* est gourmand. Il peut établir une correspondance qui débute à Y et correspondre à la chaîne la plus longue à partir de là, soit Y123. La sortie reprend la partie entre parenthèses, soit 123. Dans le second cas, l'ER dans son ensemble n'est pas gourmande car Y*? ne l'est pas. Il peut établir une correspondance qui débute à Y et correspond à la chaîne la plus courte à partir de là, soit Y1. La sous-expression [0-9]{1,3} est gourmande mais elle ne peut pas changer la décision sur la longueur totale de la correspondance ; elle ne peut donc correspondre qu'à 1.

En résumé, quand une ER contient à la fois des sous-expressions gourmandes et non gourmandes, la longueur de la correspondance totale est soit aussi longue que possible soit aussi courte que possible, en fonction de l'attribut affecté à l'ER complète. Les attributs assignés aux sous-expressions permettent uniquement de déterminer la partie de la correspondance qu'elles peuvent incorporer les unes par rapport aux autres.

Les quantificateurs {1,1} et {1,1}? peuvent être utilisés pour forcer, respectivement, la préférence la plus longue (gourmandise) ou la plus courte (retenue), sur une sous-expression ou une ER complète. Ceci est utile quand vous avez besoin que l'expression complète ait une gourmandise différente de celle déduite de son élément. Par exemple, supposons que nous essayons de séparer une chaîne contenant certains chiffres en les chiffres et les parties avant et après. Nous pourrions le faire ainsi :

```
SELECT regexp_matches('abc01234xyz', '(.*)(\d+)(.*)');
```

```
Résultat : {abc0123,4,xyz}
```

Cela ne fonctionne pas : le premier `.*` est tellement gourmand qu'il « mange » tout ce qu'il peut, laissant `\d+` correspondre à la dernière place possible, à savoir le dernier chiffre. Nous pouvons essayer de corriger cela en lui demandant un peu de retenue :

```
SELECT regexp_matches('abc01234xyz', '(.*?)(\d+)(.*)');  
Résultat : {abc,0,""}
```

Ceci ne fonctionne pas plus parce que, maintenant, l'expression entière se retient fortement et, du coup, elle termine la correspondance dès que possible. Nous obtenons ce que nous voulons en forçant l'expression entière à être gourmande :

```
SELECT regexp_matches('abc01234xyz', '(?:.*?)(\d+)(.*)'){1,1}';  
Résultat : {abc,01234,xyz}
```

Contrôler la gourmandise de l'expression séparément de ces composants donne une plus grande flexibilité dans la gestion des motifs à longueur variable.

Lors de la décision de ce qu'est une correspondance longue ou courte, les longueurs de correspondance sont mesurées en caractères et non pas en éléments d'interclassement. Une chaîne vide est considérée plus grande que pas de correspondance du tout. Par exemple : `bb*` correspond aux trois caractères du milieu de `abbbc` ; `(week|wee)(night|knights)` correspond aux dix caractères de `weeknights` ; lorsque une correspondance est recherchée entre `(.*).*` et `abc`, la sous-expression entre parenthèses correspond aux trois caractères ; et lorsqu'une correspondance est recherchée entre `(a*)*` et `bc`, à la fois l'ER et la sous-expression entre parenthèses correspondent à une chaîne vide.

Lorsqu'il est précisé que la recherche de correspondance ne tient pas compte de la casse, cela revient à considérer que toutes les distinctions de casse ont disparu de l'alphabet. Quand un caractère alphabétique, pour lequel existent différentes casses, apparaît comme un caractère ordinaire en dehors d'une expression entre crochets, il est en fait transformé en une expression entre crochets contenant les deux casses, c'est-à-dire que `x` devient `[xX]`. Quand il apparaît dans une expression entre crochets, toutes les transformations de casse sont ajoutées à l'expression entre crochets, c'est-à-dire que `[x]` devient `[xX]` et que `[^x]` devient `[^xx]`.

Si la sensibilité aux retours chariots est précisée, `.` et les expressions entre crochets utilisant `^` n'établissent jamais de correspondance avec le caractère de retour à la ligne (de cette façon, les correspondances ne franchissent jamais les retours chariots sauf si l'ER l'explique), et `^` et `$` établissent une correspondance avec la chaîne vide, respectivement après et avant un retour chariot, en plus d'établir une correspondance respectivement au début et à la fin de la chaîne. Mais les échappements d'ERA `\A` et `\Z` n'établissent toujours de correspondance qu'au début ou à la fin de la chaîne.

Si une sensibilité partielle aux retours chariot est indiquée, cela affecte `.` et les expressions entre crochets, comme avec la sensibilité aux retours chariot, mais pas `^` et `$`.

Si une sensibilité partielle inverse aux retours chariot est indiquée, cela affecte `^` et `$`, comme avec la sensibilité aux retours chariot, mais pas `.` et les sous-expressions. Ceci n'est pas très utile mais est toutefois fourni pour des raisons de symétrie.

9.7.3.6. Limites et compatibilité

Aucune limite particulière n'est imposée sur la longueur des ER dans cette implantation. Néanmoins, les programmes prévus pour être portables ne devraient pas employer d'ER de plus de 256 octets car une implantation POSIX peut refuser d'accepter de telles ER.

La seule fonctionnalité des ERA qui soit incompatible avec les ERE POSIX est le maintien de la signification spéciale de `\` dans les expressions entre crochets. Toutes les autres fonctionnalités ERA utilisent une syntaxe interdite, à effets indéfinis ou non spécifiés dans les ERE POSIX ; la syntaxe `***` des directeurs ne figure pas dans la syntaxe POSIX pour les ERB et les ERE.

Un grand nombre d'extensions ERA sont empruntées à Perl mais certaines ont été modifiées et quelques extensions Perl ne sont pas présentes. Les incompatibilités incluent `\b`, `\B`, le manque de traitement spécial pour le retour à la ligne en fin de chaîne, l'ajout d'expressions entre crochets aux expressions affectées par les correspondances avec retour à la ligne, les restrictions sur les parenthèses et les références arrières dans les contraintes lookahead/lookbehind et la sémantique de correspondance chaînes les plus longues/les plus courtes (au lieu de la première rencontrée).

Deux incompatibilités importantes existent entre les syntaxes ERA et ERE reconnues par les versions antérieures à PostgreSQL™ 7.4 :

- dans les ERA, `\` suivi d'un caractère alphanumérique est soit un échappement soit une erreur alors que dans les versions précédentes, c'était simplement un autre moyen d'écrire un caractère alphanumérique. Ceci ne devrait pas poser trop de problèmes car il n'y avait aucune raison d'écrire une telle séquence dans les versions plus anciennes ;

- dans les ERA, \ reste un caractère spécial à l'intérieur de [], donc un \ à l'intérieur d'une expression entre crochets doit être écrit \\.

9.7.3.7. Expressions rationnelles élémentaires

Les ERB diffèrent des ERE par plusieurs aspects. Dans les BRE, |, + et ? sont des caractères ordinaires et il n'existe pas d'équivalent pour leur fonctionnalité. Les délimiteurs de frontières sont \{ et \}, avec { et } étant eux-même des caractères ordinaires. Les parenthèses pour les sous-expressions imbriquées sont \(et \), (et) restent des caractères ordinaires. ^ est un caractère ordinaire sauf au début d'une ER ou au début d'une sous-expression entre parenthèses, \$ est un caractère ordinaire sauf à la fin d'une ER ou à la fin d'une sous-expression entre parenthèses et * est un caractère ordinaire s'il apparaît au début d'une ER ou au début d'une sous-expression entre parenthèses (après un possible ^). Enfin, les rétro-références à un chiffre sont disponibles, et \< et \> sont des synonymes pour respectivement [[:<:]] et [[:>:]] ; aucun autre échappement n'est disponible dans les BRE.

9.8. Fonctions de formatage des types de données

Les fonctions de formatage de PostgreSQL™ fournissent un ensemble d'outils puissants pour convertir différents types de données (date/heure, entier, nombre à virgule flottante, numérique) en chaînes formatées et pour convertir des chaînes formatées en types de données spécifiques. Le Tableau 9.23, « Fonctions de formatage » les liste. Ces fonctions suivent toutes une même convention d'appel : le premier argument est la valeur à formater et le second argument est un modèle définissant le format de sortie ou d'entrée.

Tableau 9.23. Fonctions de formatage

Fonction	Type en retour	Description	Exemple
to_char(timestamp, text)	text	convertit un champ de type timestamp en chaîne	to_char(current_timestamp, 'HH12:MI:SS')
to_char(interval, text)	text	convertit un champ de type interval en chaîne	to_char(interval '15h 2m 12s', 'HH24:MI:SS')
to_char(int, text)	text	convertit un champ de type integer en chaîne	to_char(125, '999')
to_char(double precision, text)	text	convertit un champ de type real/double precision en chaîne	to_char(125.8::real, '999D9')
to_char(numeric, text)	text	convertit un champ de type numeric en chaîne	to_char(-125.8, '999D99S')
to_date(text, text)	date	convertit une chaîne en date	to_date('05 Dec 2000', 'DD Mon YYYY')
to_number(text, text)	numeric	convertit une chaîne en champ de type numeric	to_number('12,454.8-', '99G999D9S')
to_timestamp(text, text)	timestamp with time zone	convertit une chaîne string en champ de type timestamp	to_timestamp('05 Dec 2000', 'DD Mon YYYY')



Note

Il existe aussi une fonction to_timestamp à un seul argument ; voir Tableau 9.30, « Fonctions date/heure ».

Dans une chaîne de motif pour to_char, il existe certains motifs qui sont reconnus et remplacés avec des données correctement formatées basées sur la valeur. Tout texte qui n'est pas un motif est copié sans modification. De façon similaire, dans toute chaîne de motif en entrée (tout sauf to_char), les motifs identifient les valeurs à fournir à la chaîne de données en entrée.

Le Tableau 9.24, « Modèles pour le formatage de champs de type date/heure » affiche les motifs disponibles pour formater les valeurs de types date et heure.

Tableau 9.24. Modèles pour le formatage de champs de type date/heure

Modèle	Description
HH	heure du jour (01-12)

Modèle	Description
HH12	heure du jour (01-12)
HH24	heure du jour (00-23)
MI	minute (00-59)
SS	seconde (00-59)
MS	milliseconde (000-999)
US	microseconde (000000-999999)
SSSS	secondes écoulées depuis minuit (0-86399)
AM ou am ou PM ou pm	indicateur du méridien (sans point)
A.M. ou a.m. ou P.M. ou p.m.	indicateur du méridien (avec des points)
am ou a.m. ou pm ou p.m.	indicateur du méridien (en minuscules)
Y, YYY	année (quatre chiffres et plus) avec virgule
YYYY	année (quatre chiffres et plus)
YYY	trois derniers chiffres de l'année
YY	deux derniers chiffres de l'année
Y	dernier chiffre de l'année
IYYY	année suivant la numérotation ISO 8601 des semaines (quatre chiffres ou plus)
IYY	trois derniers chiffres de l'année suivant la numérotation ISO 8601 des semaines
IY	deux derniers chiffres de l'année suivant la numérotation ISO 8601 des semaines
I	dernier chiffre de l'année suivant la numérotation ISO 8601 des semaines
BC, bc, AD ou ad	indicateur de l'ère (sans point)
B.C., b.c., A.D. ou a.d.	indicateur de l'ère (avec des points)
MONTH	nom complet du mois en majuscules (espaces de complètement pour arriver à neuf caractères)
Month	nom complet du mois en casse mixte (espaces de complètement pour arriver à neuf caractères)
month	nom complet du mois en minuscules (espaces de complètement pour arriver à neuf caractères)
MON	abréviation du nom du mois en majuscules (trois caractères en anglais, la longueur des versions localisées peut varier)
Mon	abréviation du nom du mois avec la première lettre en majuscule et les deux autres en minuscule (trois caractères en anglais, la longueur des versions localisées peut varier)
mon	abréviation du nom du mois en minuscules (trois caractères en anglais, la longueur des versions localisées peut varier)
MM	numéro du mois (01-12)
DAY	nom complet du jour en majuscules (espaces de complètement pour arriver à neuf caractères)
Day	nom complet du jour avec la première lettre en majuscule et les deux autres en minuscule (espaces de complètement pour arriver à neuf caractères)
day	nom complet du jour en minuscules (espaces de complètement pour arriver à neuf caractères)
DY	abréviation du nom du jour en majuscules (trois caractères en anglais, la longueur des versions localisées peut varier)
Dy	abréviation du nom du jour avec la première lettre en majuscule et les deux autres en minuscule (trois caractères en anglais, la longueur des versions localisées peut varier)
dy	abréviation du nom du jour en minuscules (trois caractères en anglais, la longueur des versions localisées peut varier)
DDD	jour de l'année (001-366)
IDDD	jour de l'année ISO (001-371 ; le jour 1 de l'année est le lundi de la première semaine ISO.)
DD	jour du mois (01-31)

Modèle	Description
D	jour de la semaine du dimanche (1) au samedi (7)
ID	jour ISO de la semaine du lundi (1) au dimanche (7)
W	numéro de semaine du mois, de 1 à 5 (la première semaine commence le premier jour du mois)
WW	numéro de la semaine dans l'année, de 1 à 53 (la première semaine commence le premier jour de l'année)
IW	numéro de la semaine dans l'année ISO (01 - 53 ; le premier jeudi de la nouvelle année est dans la semaine 1)
CC	siècle (deux chiffres) (le 21 ^e siècle commence le 1er janvier 2001)
J	nombre de jours dans le calendrier Julien (nombre de jours depuis le 24 novembre -4714 à minuit)
Q	trimestre (ignoré par <code>to_date</code> and <code>to_timestamp</code>)
RM	mois en majuscule en nombre romain (I-XII ; I étant janvier) (en majuscules)
rm	mois en minuscule en nombre romain (i-xii; i étant janvier) (en minuscules)
TZ	abréviation du fuseau horaire en majuscule (seulement supporté avec <code>to_char</code>)
tz	abréviation du fuseau horaire en minuscule (seulement supporté avec <code>to_char</code>)
OF	décalage du fuseau horaire à partir d'UTC (seulement supporté avec <code>to_char</code>)

Les modificateurs peuvent être appliqués à tous les motifs pour en changer le comportement. Par exemple, `FMMonth` est le motif `Month` avec le modificateur `FM`. Le Tableau 9.25, « Modificateurs de motifs pour le formatage des dates/heures » affiche les modificateurs de motifs pour le formatage des dates/heures.

Tableau 9.25. Modificateurs de motifs pour le formatage des dates/heures

Modificateur	Description	Exemple
préfixe FM	mode remplissage (<i>Fill Mode</i>) (supprime les zéros et les blancs de remplissage en début de chaîne)	<code>FMMonth</code>
suffixe TH	suffixe du nombre ordinal en majuscules, c'est-à-dire 12TH	<code>DDTH</code>
suffixe th	suffixe du nombre ordinal en minuscules, c'est-à-dire 12th	<code>DDth</code>
préfixe FX	option globale de format fixe (voir les notes d'utilisation)	<code>FX Month DD Day</code>
préfixe TM	mode de traduction (affiche les noms des jours et mois localisés en fonction de <code>lc_time</code>)	<code>TMMonth</code>
suffixe SP	mode épelé (<i>Spell Mode</i>) (non implanté)	<code>DDSP</code>

Notes d'utilisation pour le formatage date/heure :

- `FM` supprime les zéros de début et les espaces de fin qui, autrement, sont ajoutés pour fixer la taille du motif de sortie ; Dans PostgreSQL™, `FM` modifie seulement la prochaine spécification alors qu'avec Oracle, `FM` affecte toutes les spécifications suivantes et des modificateurs `FM` répétés bascule l'activation du mode de remplissage.
- `TM` n'inclut pas les espaces de complétion en fin de chaîne ; `to_timestamp` et `to_date` ignore le modificateur `TM`.
- `to_timestamp` et `to_date` ignorent les espaces multiples de la chaîne en entrée si l'option `FX` n'est pas utilisée. Par exemple, `to_timestamp('2000 JUN', 'YYYY MON')` fonctionne mais `to_timestamp('2000 JUN', 'FXYYYY MON')` renvoie une erreur car `to_timestamp` n'attend qu'une seule espace ; `FX` doit être indiqué comme premier élément du modèle.
- `to_timestamp` et `to_date` existent pour gérer les formats en entrée qui ne peuvent pas être convertis par une conversion simple. Ces fonctions interprètent une entrée de façon libre, avec une vérification minimale des erreurs. Bien qu'elle produit une sortie valide, cette conversion peut générer des résultats inattendus. Par exemple, les données en entrée de ces fonctions ne sont pas restreintes par les intervalles habituels, du coup `to_date('20096040', 'YYYYMMDD')` renvoie 2014-01-17 plutôt que de causer une erreur. Une conversion standard n'aura pas ce comportement.
- il est possible d'insérer du texte ordinaire dans les modèles `to_char`, il est alors littéralement remis en sortie. Une sous-chaîne peut être placée entre guillemets doubles pour forcer son interprétation en tant que libellé même si elle contient des mots clés de motif. Par exemple, dans `"Hello Year" YYYY`, les caractères `YYYY` sont remplacés par l'année mais l'`Y`

- isolé du mot Year ne l'est pas ; Dans `to_date`, `to_number` et `to_timestamp`, les chaînes entre guillemets doubles ignorent le nombre de caractères en entrée contenus dans la chaîne, par exemple "XX" ignorent les deux caractères en entrée.
- pour afficher un guillemet double dans la sortie, il faut le faire précéder d'un antislash. '\\"YYYY Month\\\'', par exemple.
 - Si la spécification du format de l'année est inférieure à quatre chiffres, par exemple YYY et que l'année fournie est inférieure à quatre chiffres, l'année sera ajustée à l'année la plus proche de l'année 2020. Par exemple, 95 devient 1995.
 - la conversion YYYY d'une chaîne en champ de type timestamp ou date comporte une restriction avec les années à plus de quatre chiffres. Il faut alors utiliser un modèle ou un caractère non-numérique après YYYY, sans quoi l'année est toujours interprétée sur quatre chiffres. Par exemple, pour l'année 20000 : `to_date('200001131', 'YYYYMMDD')` est interprété comme une année à quatre chiffres ; il faut alors utiliser un séparateur non décimal après l'année comme `to_date('20000-1131', 'YYYY-MMDD')` ou `to_date('20000Nov31', 'YYYYMonDD')` ;
 - dans les conversions de chaîne en timestamp ou date, le champ CC (siècle) est ignoré s'il y a un champ YYY, YYYY ou Y, YYY. Si CC est utilisé avec YY ou Y, alors l'année est calculée comme l'année dans le siècle spécifié. Si le siècle est précisé mais pas l'année, la première année du siècle est utilisée ;
 - Une date ISO (distincte de la date grégorienne) peut être passée à `to_timestamp` et `to_date` de deux façons :
 - Année, semaine et jour de la semaine. Par exemple, `to_date('2006-42-4', 'IYYY-IW-ID')` renvoie la date 2006-10-19. En cas d'omission du jour de la semaine, lundi est utilisé.
 - Année et jour de l'année. Par exemple, `to_date('2006-291', 'IYYY-IDDD')` renvoie aussi 2006-10-19.

Essayer de construire une date en utilisant un mélange de champs de semaine ISO 8601 et de date grégorienne n'a pas de sens et renverra du coup une erreur. Dans le contexte d'une année ISO, le concept d'un « mois » ou du « jour d'un mois » n'a pas de signification. Dans le contexte d'une année grégorienne, la semaine ISO n'a pas de signification.



Attention

Alors que `to_date` rejette un mélange de champs de dates grégoriennes et ISO, `to_char` ne le fait pas car une spécification de format de sortie telle que YYYY-MM-DD (IYYY-IDDD) peut être utile. Mais évitez d'écrire quelque chose comme IYYY-MM-DD ; cela pourrait donner des résultats surprenants vers le début d'année (voir Section 9.9.1, « EXTRACT, date_part » pour plus d'informations).

- les valeurs en millisecondes (MS) et microsecondes (US) dans une conversion de chaîne en champ de type timestamp sont utilisées comme partie décimale des secondes. Par exemple, `to_timestamp('12:3', 'SS:MS')` n'est pas 3 millisecondes mais 300 car la conversion le compte comme 12 + 0,3 secondes. Cela signifie que pour le format SS:MS, les valeurs d'entrée 12:3, 12:30 et 12:300 indiquent le même nombre de millisecondes. Pour obtenir trois millisecondes, il faut écrire 12:003 que la conversion compte comme 12 + 0,003 = 12,003 secondes.

Exemple plus complexe : `to_timestamp('15:12:02.020.001230', 'HH24:MI:SS.US')` représente 15 heures, 12 minutes et (2 secondes + 20 millisecondes + 1230 microsecondes =) 2,021230 secondes ;

- la numérotation du jour de la semaine de `to_char(..., 'ID')` correspond à la fonction `extract(isodow from ...)` mais `to_char(..., 'D')` ne correspond pas à la numération des jours de `extract(dow from ...)`.
- `to_char(interval)` formate HH et HH12 comme indiqué dans une horloge sur 12 heures, c'est-à-dire que l'heure 0 et l'heure 36 sont affichées 12, alors que HH24 affiche la valeur heure complète, qui peut même dépasser 23 pour les

Le Tableau 9.26, « Motifs de modèle pour le formatage de valeurs numériques » affiche les motifs de modèle disponibles pour le formatage des valeurs numériques.

Tableau 9.26. Motifs de modèle pour le formatage de valeurs numériques

Motif	Description
9	valeur avec le nombre indiqué de chiffres
0	valeur avec des zéros de début de chaîne
. (point)	point décimal
, (virgule)	séparateur de groupe (milliers)
PR	valeur négative entre chevrons
S	signe accroché au nombre (utilise la locale)

Motif	Description
L	symbole monétaire (utilise la locale)
D	point décimal (utilise la locale)
G	séparateur de groupe (utilise la locale)
MI	signe moins dans la position indiquée (si le nombre est inférieur à 0)
PL	signe plus dans la position indiquée (si le nombre est supérieur à 0)
SG	signe plus/moins dans la position indiquée
RN	numéro romain (saisie entre 1 et 3999)
TH ou th	suffixe du nombre ordinal
V	décalage du nombre indiqué de chiffres (voir les notes)
EEEE	exposant pour la notation scientifique

Notes d'utilisation pour le formatage des nombres :

- un signe formaté à l'aide de SG, PL ou MI n'est pas ancré au nombre ; par exemple, `to_char(-12, 'S9999')` produit '`-12`' mais `to_char(-12, 'MI9999')` produit '`- 12`'. L'implantation Oracle n'autorise pas l'utilisation de MI devant 9, mais requiert plutôt que 9 précède MI ;
- 9 est transformé en valeur avec le même nombre de chiffres qu'il y a de 9. Si un chiffre n'est pas disponible, il est remplacé par une espace ;
- TH ne convertit pas les valeurs inférieures à zéro et ne convertit pas les nombres fractionnels ;
- PL, SG et TH sont des extensions PostgreSQL™ ;
- V avec `to_char` multiplie effectivement les valeurs en entrée par 10^n , où n est le nombre de chiffres qui suivent V. V avec `to_number` divise de la même façon. `to_char` et `to_number` ne supportent pas l'utilisation de V combiné avec un point décimal (donc `99.9V99` n'est pas autorisé).
- EEEE (notation scientifique) ne peut pas être utilisé en combinaison avec un des autres motifs de formatage ou avec un autre modificateur, en dehors des motifs chiffre et de point décimal, et doit être placé à la fin de la chaîne de format (par exemple, `9.99EEE` est valide).

Certains modificateurs peuvent être appliqués à un motif pour modifier son comportement. Par exemple, FM9999 est le motif 9999 avec le modificateur FM. Tableau 9.27, « Modifications de motifs pour le formatage numérique » affiche les motifs pour le formatage numérique.

Tableau 9.27. Modifications de motifs pour le formatage numérique

Modificateur	Description	Exemple
préfixe FM	mode de remplissage (supprime les blancs et zéros en fin de chaîne)	FM9999
suffixe TH	suffixe d'un nombre ordinal en majuscule	999TH
suffixe th	suffixe d'un nombre ordinal en minuscule	999th

Le Tableau 9.28, « Exemples avec `to_char` » affiche quelques exemples de l'utilisation de la fonction `to_char`.

Tableau 9.28. Exemples avec `to_char`

Expression	Résultat
<code>to_char(current_timestamp, 'Day, DD HH12:MI:SS')</code>	'Tuesday , 06 05:39:18'
<code>to_char(current_timestamp, 'FMDay, FMDD HH12:MI:SS')</code>	'Tuesday, 6 05:39:18'
<code>to_char(-0.1, '99.99')</code>	' - .10 '
<code>to_char(-0.1, 'FM9.99')</code>	' -.1 '
<code>to_char(0.1, '0.9')</code>	' 0.1 '
<code>to_char(12, '9990999.9')</code>	' 0012.0 '

Expression	Résultat
to_char(12, 'FM9990999.9')	'0012.'
to_char(485, '999')	' 485'
to_char(-485, '999')	'-485'
to_char(485, '9 9 9')	' 4 8 5'
to_char(1485, '9,999')	' 1,485'
to_char(1485, '9G999')	' 1 485'
to_char(148.5, '999.999')	' 148.500'
to_char(148.5, 'FM999.999')	'148.5'
to_char(148.5, 'FM999.990')	'148.500'
to_char(148.5, '999D999')	' 148,500'
to_char(3148.5, '9G999D999')	' 3 148,500'
to_char(-485, '999S')	'485-'
to_char(-485, '999MI')	'485-'
to_char(485, '999MI')	'485 '
to_char(485, 'FM999MI')	'485'
to_char(485, 'PL999')	'+485'
to_char(485, 'SG999')	'+485'
to_char(-485, 'SG999')	'-485'
to_char(-485, '9SG99')	'4-85'
to_char(-485, '999PR')	'<485>'
to_char(485, 'L999')	'DM 485'
to_char(485, 'RN')	' CDLXXXV'
to_char(485, 'FMRN')	'CDLXXXV'
to_char(5.2, 'FMRN')	'V'
to_char(482, '999th')	' 482nd'
to_char(485, '"Good number:"999")	'Good number: 485'
to_char(485.8, '"Pre:"999" Post:" .999")	'Pre: 485 Post: .800'
to_char(12, '99V999')	' 12000'
to_char(12.4, '99V999')	' 12400'
to_char(12.45, '99V9')	' 125'
to_char(0.0004859, '9.99EEEE')	' 4.86e-04'

9.9. Fonctions et opérateurs sur date/heure

Le Tableau 9.30, « Fonctions date/heure » affiche les fonctions disponibles pour le traitement des valeurs date et heure. Les détails sont présentés dans les sous-sections qui suivent. Le Tableau 9.29, « Opérateurs date/heure » illustre les comportements des opérateurs arithmétiques basiques (+, *, etc.). Pour les fonctions de formatage, on peut se référer à la Section 9.8, « Fonctions de formatage des types de données ». Il est important d'être familier avec les informations de base concernant les types de données date/heure de la Section 8.5, « Types date/heure ».

Toutes les fonctions et opérateurs décrits ci-dessous qui acceptent une entrée de type time ou timestamp acceptent deux variantes : une avec time with time zone ou timestamp with time zone et une autre avec time without time zone ou timestamp without time zone. Ces variantes ne sont pas affichées séparément. De plus, les opérateurs + et * sont commutatifs (par exemple, date + integer et integer + date) ; une seule possibilité est présentée ici.

Tableau 9.29. Opérateurs date/heure

Opérateur	Exemple	Résultat
+	date '2001-09-28' + integer '7'	date '2001-10-05'

Opérateur	Exemple	Résultat
+	date '2001-09-28' + interval '1 hour'	timestamp '2001-09-28 01:00:00'
+	date '2001-09-28' + time '03:00'	timestamp '2001-09-28 03:00:00'
+	interval '1 day' + interval '1 hour'	interval '1 day 01:00:00'
+	timestamp '2001-09-28 01:00' + interval '23 hours'	timestamp '2001-09-29 00:00:00'
+	time '01:00' + interval '3 hours'	time '04:00:00'
-	- interval '23 hours'	interval '-23:00:00'
-	date '2001-10-01' - date '2001-09-28'	integer '3' (jours)
-	date '2001-10-01' - integer '7'	date '2001-09-24'
-	date '2001-09-28' - interval '1 hour'	timestamp '2001-09-27 23:00:00'
-	time '05:00' - time '03:00'	interval '02:00:00'
-	time '05:00' - interval '2 hours'	time '03:00:00'
-	timestamp '2001-09-28 23:00' - interval '23 hours'	timestamp '2001-09-28 00:00:00'
-	interval '1 day' - interval '1 hour'	interval '1 day -01:00:00'
-	timestamp '2001-09-29 03:00' - timestamp '2001-09-27 12:00'	interval '1 day 15:00:00'
*	900 * interval '1 second'	interval '00:15:00'
*	21 * interval '1 day'	interval '21 days'
*	double precision '3.5' * interval '1 hour'	interval '03:30:00'
/	interval '1 hour' / double precision '1.5'	interval '00:40:00'

Tableau 9.30. Fonctions date/heure

Fonction	Code de retour	Description	Exemple	Résultat
age(timestamp, timestamp)	interval	Soustrait les arguments, ce qui produit un résultat « symbolique » en années, mois, plutôt qu'en jours	age(timestamp '2001-04-10', timestamp '1957-06-13')	43 years 9 mons 27 days
age(timestamp)	interval	Soustrait à la date courante (current_date à minuit)	age(timestamp '1957-06-13')	43 years 8 mons 3 days
clock_timestamp()	timestamp with time zone	Date et heure courantes (change pendant l'exécution de l'instruction) ; voir la Section 9.9.4, « Date/Heure courante »		
current_date	date	Date courante ; voir la Section 9.9.4, « Date/Heure courante »		1
current_time	time with time zone	Heure courante ; voir la Section 9.9.4, « Date/Heure courante »		
current_timestamp	timestamp with time zone	Date et heure courantes (début de la transaction en cours) ; voir la Section 9.9.4, « Date/Heure courante »		
date_part(text, timestamp)	double	Obtenir un sous-champ	date_part('hour')	20

Fonction	Code de retour	Description	Exemple	Résultat
	precision	(équivalent à extract) ; voir la Section 9.9.1, « EXTRACT, date_part »	, timestamp '2001-02-16 20:38:40')	
date_part(text, interval)	double precision	Obtenir un sous-champ (équivalent à extract) ; voir la Section 9.9.1, « EXTRACT, date_part »	date_part('month', interval '2 years 3 months')	3
date_trunc(text, timestamp)	timestamp	Tronquer à la précision indiquée ; voir aussi la Section 9.9.2, « date_trunc »	date_trunc('hour', timestamp '2001-02-16 20:38:40')	2001-02-16 20:00:00
date_trunc(text, interval)	interval	Tronque à la précision demandée ; voir aussi Section 9.9.2, « date_trunc »	date_trunc('hour', interval '2 days 3 hours 40 minutes')	2 days 03:00:00
extract(champ from timestamp)	double precision	Obtenir un sous-champ ; voir la Section 9.9.1, « EXTRACT, date_part »	extract(hour from timestamp '2001-02-16 20:38:40')	20
extract(champ from interval)	double precision	Obtenir un sous-champ ; voir la Section 9.9.1, « EXTRACT, date_part »	extract(month from interval '2 years 3 months')	3
isfinite(date)	boolean	Teste si la date est finie (donc différent de +/-infinity)	isfinite(date '2001-02-16')	true
isfinite(timestamp)	boolean	Teste si l'estampille temporelle est finie (donc différent de +/-infinity)	isfinite(timestamp '2001-02-16 21:28:30')	true
isfinite(interval)	boolean	Teste si l'intervalle est fini	isfinite(interval '4 hours')	true
justify_days(interval)	interval	Ajuste l'intervalle pour que les périodes de 30 jours soient représentées comme des mois	justify_days(interval '35 days')	1 mon 5 days
justify_hours(interval)	interval	Ajuste l'intervalle pour que les périodes de 24 heures soient représentées comme des jours	justify_hours(interval '27 hours')	1 day 03:00:00
justify_interval(interval)	interval	Ajuste l'intervalle en utilisant justify_days et justify_hours, avec des signes supplémentaires d'ajustement	justify_interval(interval '1 mon -1 hour')	29 days 23:00:00
localtime	time	Heure du jour courante ; voir la Section 9.9.4, « Date/Heure courante »		
localtimestamp	timestamp	Date et heure courantes (début de la transaction) ; voir la Section 9.9.4, « Date/Heure courante »		
make_date(year int, month int, day int)	date	Crée une date à partir des champs année, mois et jour	make_date(2013, 7, 15)	2013-07-15
make_interval(years int DE-	interval	Crée un intervalle à partir	make_interval(da	10 days

Fonction	Code de retour	Description	Exemple	Résultat
FAULT 0, <i>months</i> int DEFAULT 0, <i>weeks</i> int DEFAULT 0, <i>days</i> int DEFAULT 0, <i>hours</i> int DEFAULT 0, <i>mins</i> int DEFAULT 0, <i>secs</i> double precision DEFAULT 0.0)		des champs année, mois, semaine, jour, heure, minute et seconde	ys => 10)	
make_time(<i>hour</i> int, <i>min</i> int, <i>sec</i> double precision)	time	Crée une heure à partir des champs heure, minute et seconde	make_time(8, 15, 23.5)	08:15:23.5
make_timestamp(<i>year</i> int, <i>month</i> int, <i>day</i> int, <i>hour</i> int, <i>min</i> int, <i>sec</i> double precision)	timestamp	Crée un horodatage à partir des champs année, mois, jour, heure, minute et seconde	make_timestamp(2013, 7, 15, 8, 15, 23.5)	2013-07-15 08:15:23.5
make_timestamptz(<i>year</i> int, <i>month</i> int, <i>day</i> int, <i>hour</i> int, <i>min</i> int, <i>sec</i> double precision, [<i>timezone</i> text])	timestamp with time zone	Crée un horodatage avec fuseau horaire à partir des champs année, mois, jour, heure, minute et secondes. Si le fuseau horaire <i>timezone</i> n'est pas indiqué, le fuseau horaire actuel est utilisé.	make_timestamp(2013, 7, 15, 8, 15, 23.5)	2013-07-15 08:15:23.5+01
now()	timestamp with time zone	Date et heure courantes (début de la transaction) ; voir la Section 9.9.4, « Date/Heure courante »		
statement_timestamp()	timestamp with time zone	Date et heure courantes (début de l'instruction en cours) ; voir Section 9.9.4, « Date/Heure courante »		
timeofday()	text	Date et heure courantes (comme clock_timestamp mais avec une chaîne de type text) ; voir la Section 9.9.4, « Date/Heure courante »		
transaction_timestamp()	timestamp with time zone	Date et heure courantes (début de la transaction en cours) ; voir Section 9.9.4, « Date/Heure courante »		
to_timestamp(double precision)	timestamp with time zone	Convertit l'epoch Unix (secondes depuis le 1er janvier 1970 00:00:00+00) en timestamp	to_timestamp(1284352323)	2010-09-13 04:32:03+00

En plus de ces fonctions, l'opérateur SQL OVERLAPS est supporté :

```
( début1, fin1 ) OVERLAPS ( début2, fin2 )
( début1, longueur1 ) OVERLAPS ( début2, longueur2 )
```

Cette expression renvoie vrai (true) lorsque les deux périodes de temps (définies par leurs extrémités) se chevauchent, et faux dans le cas contraire. Les limites peuvent être indiquées comme des paires de dates, d'heures ou de timestamps ; ou comme une date, une heure ou un timestamp suivi d'un intervalle. Quand une paire de valeur est fournie, soit le début soit la fin doit être écrit en premier ; OVERLAPS prend automatiquement la valeur la plus ancienne dans la paire comme valeur de départ. Chaque période de temps est considéré représentant l'intervalle à moitié ouvert $\text{début1} \leq \text{longueur1} < \text{fin2}$, sauf si début1 et fin2 sont identiques, auquel cas ils représentent une instant précis. Cela signifie en fait que deux périodes de temps avec seulement un point final en commun ne se surchargent pas.

```
SELECT (DATE '2001-02-16', DATE '2001-12-21') OVERLAPS
```

```
(DATE '2001-10-30', DATE '2002-10-30');
Résultat :
true
SELECT (DATE '2001-02-16', INTERVAL '100 days') OVERLAPS
      (DATE '2001-10-30', DATE '2002-10-30');
Résultat :
false
SELECT (DATE '2001-10-29', DATE '2001-10-30') OVERLAPS
      (DATE '2001-10-30', DATE '2001-10-31');
Résultat : false
SELECT (DATE '2001-10-30', DATE '2001-10-30') OVERLAPS
      (DATE '2001-10-30', DATE '2001-10-31');
Résultat : true
```

Lors de l'ajout (ou de la soustraction) d'une valeur de type interval à une valeur de type timestamp with time zone, le composant jours incrémente (ou décremente) la date du timestamp with time zone du nombre de jours indiqués. Avec les modifications occasionnées par les changements d'heure (avec un fuseau horaire de session qui reconnaît DST), cela signifie qu'un interval '1 day' n'est pas forcément égal à un interval '24 hours'. Par exemple, avec un fuseau horaire configuré à CST7CDT, timestamp with time zone '2005-04-02 12:00-07' + interval '1 day' produit un timestamp with time zone '2005-04-03 12:00-06' alors qu'ajouter interval '24 hours' au timestamp with time zone initial produit un timestamp with time zone '2005-04-03 13:00-06' parce qu'il y a un changement d'heure le 2005-04-03 02:00 pour le fuseau horaire CST7CDT.

Il peut y avoir une ambiguïté dans le nombre de months retournés par age car les mois n'ont pas tous le même nombre de jours. L'approche de PostgreSQL™ utilise le mois de la date la plus ancienne lors du calcul de mois partiels. Par exemple, age('2004-06-01', '2004-04-30') utilise avril pour ramener 1 mon 1 day, alors qu'utiliser mai aurait ramener 1 mon 2 days car mai a 31 jours alors qu'avril n'en a que 30.

La soustraction de données de type date et timestamp peut aussi être complexe. Une façon simple conceptuellement de réaliser cette soustraction revient à convertir chaque valeur en un nombre de secondes en utilisant EXTRACT(EPOCH FROM ...), puis en soustrayant les résultats ; ceci produit le nombre de *secondes* entre les deux valeurs. Un ajustement aura lieu pour le nombre de jours sur chaque mois, les changements de fuseau horaire, et les décalages horaires. La soustraction de données de type date ou timestamp avec l'opérateur « - » renvoie le nombre de jours (sur 24 heures) et les heures/minutes/secondes entre les valeurs, réalisant les mêmes ajustements. La fonction age renvoie les années, mois, jours et heures/minutes/secondes, réalisant une soustraction champ par champ, puis en ajustant les valeurs négatives des champs. Les requêtes suivantes illustrent les différences parmi ces approches. Les résultats en exemple ont été réalisés avec la configuration timezone = 'US/Eastern' ; il y a un changement d'heure entre les deux dates utilisées :

```
SELECT EXTRACT(EPOCH FROM timestamptz '2013-07-01 12:00:00') -
       EXTRACT(EPOCH FROM timestamptz '2013-03-01 12:00:00');
Résultat : 10537200
SELECT (EXTRACT(EPOCH FROM timestamptz '2013-07-01 12:00:00') -
       EXTRACT(EPOCH FROM timestamptz '2013-03-01 12:00:00'))
       / 60 / 60 / 24;
Résultat : 121.958333333333
SELECT timestamptz '2013-07-01 12:00:00' - timestamptz '2013-03-01 12:00:00';
Résultat : 121 days 23:00:00
SELECT age(timestamptz '2013-07-01 12:00:00', timestamptz '2013-03-01 12:00:00');
Résultat : 4 mons
```

9.9.1. EXTRACT, date_part

```
EXTRACT (champ FROM source)
```

La fonction extract récupère des sous-champs de valeurs date/heure, tels que l'année ou l'heure. *source* est une expression de valeur de type timestamp, time ou interval. (Les expressions de type date sont converties en timestamp et peuvent aussi être utilisées.) *champ* est un identifiant ou une chaîne qui sélectionne le champ à extraire de la valeur source. La fonction extract renvoie des valeurs de type double precision. La liste qui suit présente les noms de champs valides :

century
Le siècle.

```
SELECT EXTRACT(CENTURY FROM TIMESTAMP '2000-12-16 12:21:13');
Résultat : 20
```

```
SELECT EXTRACT(CENTURY FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40') ;
Résultat : 21
```

Le premier siècle commence le 1er janvier de l'an 1 (0001-01-01 00:00:00 AD) bien qu'ils ne le savaient pas à cette époque. Cette définition s'applique à tous les pays qui utilisent le calendrier Grégorien. Le siècle 0 n'existe pas. On passe de -1 siècle à 1 siècle. En cas de désaccord, adresser une plainte à : Sa Sainteté le Pape, Cathédrale Saint-Pierre de Rome, Vatican.

day

Pour les valeurs de type timestamp, le champ du jour (du mois), donc entre 1 et 31 ; pour les valeurs de type interval, le nombre de jours

```
SELECT EXTRACT(DAY FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40') ;
Résultat : 16
```

```
SELECT EXTRACT(DAY FROM INTERVAL '40 days 1 minute') ;
Résultat : 40
```

decade

Le champ année divisé par 10.

```
SELECT EXTRACT(DECADE FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40') ;
Résultat : 200
```

dow

Le jour de la semaine du dimanche (0) au samedi (6).

```
SELECT EXTRACT(DOW FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40') ;
Résultat : 5
```

Cette numérotation du jour de la semaine est différente de celle de la fonction `to_char(..., 'D')`.

doy

Le jour de l'année (de 1 à 365/366).

```
SELECT EXTRACT(DOY FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40') ;
Résultat : 47
```

epoch

Pour les valeurs de type timestamp with time zone, le nombre de secondes depuis le 1er janvier 1970 (exactement depuis le 1970-01-01 00:00:00 UTC). Ce nombre peut être négatif. Pour les valeurs de type date et timestamp, le nombre de secondes depuis le 1er janvier 1970 00h00, heure locale. Pour les valeurs de type interval, il s'agit du nombre total de secondes dans l'intervalle.

```
SELECT EXTRACT(EPOCH FROM TIMESTAMP WITH TIME ZONE '2001-02-16 20:38:40.12-08') ;
Résultat :
982384720.12
```

```
SELECT EXTRACT(EPOCH FROM INTERVAL '5 days 3 hours') ;
Résultat :
442800
```

Vous pouvez convertir une valeur epoch en un timestamp avec `to_timestamp` :

```
SELECT to_timestamp(982384720.12) ;
Résultat : 2001-02-17 04:38:40.12+00
```

(La fonction `to_timestamp` encapsule la conversion ci-dessus.)

hour

Le champ heure (0 - 23).

```
SELECT EXTRACT(HOUR FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40') ;
Résultat : 20
```

isodow

Le jour de la semaine du lundi (1) au dimanche (7).

```
SELECT EXTRACT(ISODOW FROM TIMESTAMP '2001-02-18 20:38:40') ;
Résultat : 7
```

Ceci est identique à dow sauf pour le dimanche. Cela correspond à la numérotation du jour de la semaine suivant le format ISO 8601.

isoyear

L'année ISO dans laquelle se trouve la date (non applicable aux intervalles).

```
SELECT EXTRACT(ISOYEAR FROM DATE '2006-01-01');
Résultat : 2005
SELECT EXTRACT(ISOYEAR FROM DATE '2006-01-02');
Résultat : 2006
```

Chaque année ISO commence avec le lundi de la semaine contenant le 4 janvier, donc soit début janvier, soit fin décembre. L'année ISO peut être différente de l'année grégorienne. Voir le champ week pour plus d'informations.

Ce champ n'est disponible que depuis la version 8.3 de PostgreSQL.

microseconds

Le champ secondes, incluant la partie décimale, multiplié par 1 000 000. Cela inclut l'intégralité des secondes.

```
SELECT EXTRACT(MICROSECONDS FROM TIME '17:12:28.5');
Résultat :
28500000
```

millennium

Le millénaire.

```
SELECT EXTRACT(MILLENNIUM FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40');
Résultat : 3
```

Les années 1900 sont dans le second millénaire. Le troisième millénaire commence le 1er janvier 2001.

milliseconds

Le champ secondes, incluant la partie décimale, multiplié par 1000. Cela inclut l'intégralité des secondes.

```
SELECT EXTRACT(MILLISECONDS FROM TIME '17:12:28.5');
Résultat :
28500
```

minute

Le champ minutes (0 - 59).

```
SELECT EXTRACT(MINUTE FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40');
Résultat : 38
```

month

Pour les valeurs de type timestamp, le numéro du mois dans l'année (de 1 à 12) ; pour les valeurs de type interval, le nombre de mois, modulo 12 (0 - 11).

```
SELECT EXTRACT(MONTH FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40');
Résultat : 2

SELECT EXTRACT(MONTH FROM INTERVAL '2 years 3 months');
Résultat : 3

SELECT EXTRACT(MONTH FROM INTERVAL '2 years 13 months');
Résultat : 1
```

quarter

Le trimestre (1 - 4) dont le jour fait partie.

```
SELECT EXTRACT(QUARTER FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40');
Résultat : 1
```

second

Le champs secondes, incluant la partie décimale (0 - 59¹).

```
SELECT EXTRACT(SECOND FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40');
Résultat : 40

SELECT EXTRACT(SECOND FROM TIME '17:12:28.5');
Résultat :
28.5
```

timezone

Le décalage du fuseau horaire depuis UTC, mesuré en secondes. Les valeurs positives correspondent aux fuseaux horaires à l'est d'UTC, les valeurs négatives à l'ouest d'UTC. (Techniquement, PostgreSQL™ n'utilise pas UTC car les secondes intercalaires ne sont pas gérées.)

timezone_hour

Le composant heure du décalage du fuseau horaire.

timezone_minute

Le composant minute du décalage du fuseau horaire.

week

Le numéro de la semaine dans l'année ISO, à laquelle appartient le jour. Par définition ISO, les semaines commencent le lundi et la première semaine d'une année contient le 4 janvier de cette année. Autrement dit, le premier jeudi d'une année se trouve dans la première semaine de cette année.

Dans la définition ISO, il est possible que les premiers jours de janvier fassent partie de la semaine 52 ou 53 de l'année précédente. Il est aussi possible que les derniers jours de décembre fassent partie de la première semaine de l'année suivante. Par exemple, 2005-01-01 fait partie de la semaine 53 de l'année 2004 et 2006-01-01 fait partie de la semaine 52 de l'année 2005, alors que 2012-12-31 fait partie de la première semaine de 2013. Il est recommandé d'utiliser le champ `isoyear` avec `week` pour obtenir des résultats cohérents.

```
SELECT EXTRACT(WEEK FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40');
Résultat : 7
```

year

Le champ année. Il n'y a pas de 0 AD, la soustraction d'années BC aux années AD nécessite donc une attention particulière.

```
SELECT EXTRACT(YEAR FROM TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40');
Résultat :
2001
```

**Note**

Quand la valeur en entrée est `+/-Infinity`, `extract` renvoie `+/-Infinity` pour les champs incrémentés de façon monotone (`epoch`, `julian`, `year`, `isoyear`, `decade`, `century` et `millennium`). Pour les autres champs, `NULL` est renvoyé. Les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 9.6 renvoient 0 pour tous les cas de saisie infinie.

La fonction `extract` a pour but principal l'exécution de calculs. Pour le formatage des valeurs date/heure en vue de leur affichage, voir la Section 9.8, « Fonctions de formatage des types de données ».

La fonction `date_part` est modelée sur l'équivalent traditionnel Ingres™ de la fonction `extract` du standard SQL :

```
date_part('champ', source)
```

Le paramètre `champ` est obligatoirement une valeur de type chaîne et non pas un nom. Les noms de champ valide pour `date_part` sont les mêmes que pour `extract`.

```
SELECT date_part('day', TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40');
Résultat : 16

SELECT date_part('hour', INTERVAL '4 hours 3 minutes');
Résultat : 4
```

9.9.2. date_trunc

La fonction `date_trunc` est conceptuellement similaire à la fonction `trunc` pour les nombres.

¹60 si les secondes d'ajustement (*leap second*) sont implantées par le système d'exploitation.

```
date_trunc('champ', source)
```

source est une expression de type timestamp ou interval. (Les valeurs de type date et time sont converties automatiquement en, respectivement, timestamp ou interval). *champ* indique la précision avec laquelle tronquer la valeur en entrée. La valeur de retour est de type timestamp ou interval avec tous les champs moins significatifs que celui sélectionné positionnés à zéro (ou un pour la date et le mois).

Les valeurs valides pour *champ* sont :

```
microseconds
milliseconds
second
minute
hour
day
week
month
quarter
year
decade
century
millennium
```

Exemples :

```
SELECT date_trunc('hour', TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40');
Résultat : 2001-02-16
20:00:00
```

```
SELECT date_trunc('year', TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40');
Résultat : 2001-01-01
00:00:00
```

9.9.3. AT TIME ZONE

La construction AT TIME ZONE permet les conversions d'« estampilles temporelles » (*time stamps*) dans les différents fuseaux horaires. Le Tableau 9.31, « Variantes AT TIME ZONE » affiche ses variantes.

Tableau 9.31. Variantes AT TIME ZONE

Expression	Type de retour	Description
timestamp without time zone AT TIME ZONE <i>zone</i>	timestamp with time zone	Traite l'estampille donnée <i>without time zone</i> (sans fuseau), comme située dans le fuseau horaire indiqué.
timestamp with time zone AT TIME ZONE <i>zone</i>	timestamp without time zone	Convertit l'estampille donnée <i>with time zone</i> (avec fuseau) dans le nouveau fuseau horaire, sans désignation du fuseau.
time with time zone AT TIME ZONE <i>zone</i>	time with time zone	Convertit l'heure donnée <i>with time zone</i> (avec fuseau) dans le nouveau fuseau horaire.

Dans ces expressions, le fuseau horaire désiré *zone* peut être indiqué comme une chaîne texte (par exemple, 'PST') ou comme un intervalle (c'est-à-dire INTERVAL '-08:00'). Dans le cas textuel, un nom de fuseau peut être indiqué de toute façon décrite dans Section 8.5.3, « Fuseaux horaires ».

Exemples (en supposant que le fuseau horaire local soit PST8PDT) :

```
SELECT TIMESTAMP '2001-02-16 20:38:40' AT TIME ZONE 'MST';
Résultat : 2001-02-16
19:38:40-08
```

```
SELECT TIMESTAMP WITH TIME ZONE '2001-02-16 20:38:40-05' AT TIME ZONE 'MST';
Résultat : 2001-02-16
18:38:40
```

Le premier exemple prend une « estampille temporelle sans fuseau » et l'interprète comme une date MST (UTC-7), qui est ensuite convertie en PST (UTC-8) pour l'affichage. Le second exemple prend une estampille indiquée en EST (UTC-5) et la convertit en

heure locale, c'est-à-dire en MST (UTC-7).

La fonction `timezone(zone, timestamp)` est équivalente à la construction conforme au standard SQL, `timestamp AT TIME ZONE zone`.

9.9.4. Date/Heure courante

PostgreSQL™ fournit diverses fonctions qui renvoient des valeurs relatives aux date et heure courantes. Ces fonctions du standard SQL renvoient toutes des valeurs fondées sur l'heure de début de la transaction en cours :

```
CURRENT_DATE ;
CURRENT_TIME ;
CURRENT_TIMESTAMP ;
CURRENT_TIME(precision) ;
CURRENT_TIMESTAMP(precision) ;
LOCALTIME ;
LOCALTIMESTAMP ;
LOCALTIME(precision) ;
LOCALTIMESTAMP(precision) .
```

`CURRENT_TIME` et `CURRENT_TIMESTAMP` délivrent les valeurs avec indication du fuseau horaire ; `LOCALTIME` et `LOCALTIMESTAMP` délivrent les valeurs sans indication du fuseau horaire.

`CURRENT_TIME`, `CURRENT_TIMESTAMP`, `LOCALTIME`, et `LOCALTIMESTAMP` acceptent un paramètre optionnel de précision. Celui-ci permet d'arrondir le résultat au nombre de chiffres indiqués pour la partie fractionnelle des secondes. Sans ce paramètre de précision, le résultat est donné avec toute la précision disponible.

Quelques exemples :

```
SELECT CURRENT_TIME;
Résultat :
14:39:53.662522-05

SELECT CURRENT_DATE;
Résultat :
2001-12-23

SELECT CURRENT_TIMESTAMP;
Résultat : 2001-12-23
14:39:53.662522-05

SELECT CURRENT_TIMESTAMP(2);
Résultat : 2001-12-23
14:39:53.66-05

SELECT LOCALTIMESTAMP;
Résultat : 2001-12-23
14:39:53.662522
```

Comme ces fonctions renvoient l'heure du début de la transaction en cours, leurs valeurs ne changent pas au cours de la transaction. Il s'agit d'une fonctionnalité : le but est de permettre à une même transaction de disposer d'une notion cohérente de l'heure « courante ». Les multiples modifications au sein d'une même transaction portent ainsi toutes la même heure.



Note

D'autres systèmes de bases de données actualisent ces valeurs plus fréquemment.

PostgreSQL™ fournit aussi des fonctions qui renvoient l'heure de début de l'instruction en cours, voire l'heure de l'appel de la fonction. La liste complète des fonctions ne faisant pas partie du standard SQL est :

```
transaction_timestamp()
statement_timestamp()
clock_timestamp()
timeofday()
now()
```

`transaction_timestamp()` est un peu l'équivalent de `CURRENT_TIMESTAMP` mais est nommé ainsi pour expliciter l'information renvoyée. `statement_timestamp()` renvoie l'heure de début de l'instruction en cours (plus exactement, l'heure de réception du dernier message de la commande en provenance du client). `statement_timestamp()` et `transaction_timestamp()` renvoient la même valeur pendant la première commande d'une transaction, mais leurs résultats peuvent différer pour les commandes suivantes. `clock_timestamp()` renvoie l'heure courante, et, de ce fait, sa valeur change même à l'intérieur d'une commande SQL unique. `timeofday()` est une fonction historique de PostgreSQL™. Comme `clock_timestamp()`, elle renvoie l'heure courante, mais celle-ci est alors formatée comme une chaîne text et non comme une valeur de type timestamp with time zone. `now()` est l'équivalent traditionnel PostgreSQL™ de `CURRENT_TIMESTAMP`.

Tous les types de données date/heure acceptent aussi la valeur littérale spéciale `now` pour indiquer la date et l'heure courantes (interprétés comme l'heure de début de la transaction). De ce fait, les trois instructions suivantes renvoient le même résultat :

```
SELECT CURRENT_TIMESTAMP;
SELECT now();
SELECT TIMESTAMP 'now'; -- utilisation incorrecte avec DEFAULT
```



Astuce

La troisième forme ne doit pas être utilisée pour la spécification de la clause `DEFAULT` à la création d'une table. Le système convertirait `now` en valeur de type timestamp dès l'analyse de la constante. À chaque fois que la valeur par défaut est nécessaire, c'est l'heure de création de la table qui est alors utilisée. Les deux premières formes ne sont pas évaluées avant l'utilisation de la valeur par défaut, il s'agit d'appels de fonctions. C'est donc bien le comportement attendu, l'heure d'insertion comme valeur par défaut, qui est obtenu.

9.9.5. Retarder l'exécution

Les fonctions suivantes permettent de retarder l'exécution du processus serveur :

```
pg_sleep(seconds)
pg_sleep_for(interval)
pg_sleep_until(timestamp with time zone)
```

`pg_sleep` endort le processus de la session courante pendant `seconds` secondes. `seconds` est une valeur de type double précision, ce qui autorise les délais en fraction de secondes. `pg_sleep_for` est une fonction d'aide permettant d'indiquer des durées plus longues d'endormissement, à spécifier sous la forme d'une donnée de type interval. `pg_sleep_until` est une fonction permettant de préciser une heure de réveil plutôt qu'un intervalle. Par exemple :

```
SELECT pg_sleep(1.5);
SELECT pg_sleep_for('5 minutes');
SELECT pg_sleep_until('tomorrow 03:00');
```



Note

La résolution réelle de l'intervalle est spécifique à la plateforme ; 0,01 seconde est une valeur habituelle. Le délai dure au minimum celui précisé. Il peut toutefois être plus long du fait de certains facteurs tels que la charge serveur. En particulier, `pg_sleep_until` ne garantie pas un réveil à l'heure exacte spécifiée. Par contre, il ne se réveillera pas avant cette heure.



Avertissement

Il convient de s'assurer que la session courante ne détient pas plus de verrous que nécessaires lors de l'appel à `pg_sleep` ou ses variantes. Dans le cas contraire, d'autres sessions peuvent être amenées à attendre que le processus de retard courant ne termine, ralentissant ainsi tout le système.

9.10. Fonctions de support enum

Pour les types enum (décris dans Section 8.7, « Types énumération »), il existe plusieurs fonctions qui autorisent une programmation plus claire sans coder en dur les valeurs particulières d'un type enum. Elles sont listées dans Tableau 9.32, « Fonctions de support enum ». Les exemples supposent un type enum créé ainsi :

```
CREATE TYPE couleurs AS ENUM ('rouge', 'orange', 'jaune', 'vert', 'bleu', 'violet');
```

Tableau 9.32. Fonctions de support enum

Fonction	Description	Exemple	Résultat de l'exemple
enum_first(anyenum)	Renvoie la première valeur du type enum en entrée	enum_first(null::couleurs)	rouge
enum_last(anyenum)	Renvoie la dernière valeur du type enum en entrée	enum_last(null::couleurs)	violet
enum_range(anyenum)	Renvoie toutes les valeurs du type enum en entrée dans un tableau trié	enum_range(null::couleurs)	{rouge,orange,jaune,vert,bleu,violet}
enum_range(anyenum, anyenum)	Renvoie les éléments entre deux valeurs enum données dans un tableau trié. Les valeurs doivent être du même type enum. Si le premier paramètre est NULL, le résultat se termine avec la dernière valeur du type enum.	enum_range('orange'::couleurs, 'vert'::couleurs)	{orange,jaune,vert}
		enum_range(NULL, 'vert'::couleurs)	{rouge,orange,jaune,vert}
		enum_range('orange'::couleurs, NULL)	{orange,jaune,vert,bleu,violet}

En dehors de la forme à deux arguments de `enum_range`, ces fonctions ne tiennent pas compte de la valeur qui leur est fournie ; elles ne s'attachent qu'au type de donnée déclaré. NULL ou une valeur spécifique du type peut être passée, le résultat est le même. Il est plus commun d'appliquer ces fonctions à la colonne d'une table ou à l'argument d'une fonction qu'à un nom de type en dur, comme le suggèrent les exemples.

9.11. Fonctions et opérateurs géométriques

Les types géométriques point, box, lseg, line, path, polygon et circle disposent d'un large ensemble de fonctions et opérateurs natifs. Ils sont listés dans le Tableau 9.33, « Opérateurs géométriques », le Tableau 9.34, « Fonctions géométriques » et le Tableau 9.35, « Fonctions de conversion de types géométriques ».



Attention

L'opérateur « identique à », `~`, représente la notion habituelle d'égalité pour les types point, box, polygon et circle. Certains disposent également d'un opérateur `=`, mais `=` ne compare que les égalités d'aires. Les autres opérateurs de comparaison scalaires (`<=` et autres) comparent de la même façon des aires pour ces types.

Tableau 9.33. Opérateurs géométriques

Opérateur	Description	Exemple
<code>+</code>	Translation	box '((0,0),(1,1))' + point '(2.0,0)'
<code>-</code>	Translation	box '((0,0),(1,1))' - point '(2.0,0)'
<code>*</code>	Mise à l'échelle/rotation	box '((0,0),(1,1))' * point '(2.0,0)'
<code>/</code>	Mise à l'échelle/rotation	box '((0,0),(2,2))' / point '(2.0,0)'
<code>#</code>	Point ou boîte d'intersection	box '((1,-1),(-1,1))' # box '((-1,1),(-2,-2))'
<code>#</code>	Nombre de points dans le chemin ou le polygone	# path '((1,0),(0,1),(-1,0))'
<code>@-@</code>	Longueur ou circonférence	@-@ path '((0,0),(1,0))'
<code>@@</code>	Centre	@@ circle '((0,0),10)'

Opérateur	Description	Exemple
##	Point de la seconde opérande le plus proche de la première	point '(0,0)' ## lseg '((2,0),(0,2))'
<->	Distance entre	circle '((0,0),1)' <-> circle '((5,0),1)'
&&	Recouvrement ? (Un point en commun renvoie la valeur true.)	box '((0,0),(1,1))' && box '((0,0),(2,2))'
<<	Est strictement à gauche de ?	circle '((0,0),1)' << circle '((5,0),1)'
>>	Est strictement à droite de ?	circle '((5,0),1)' >> circle '((0,0),1)'
&<	Ne s'étend pas à droite de ?	box '((0,0),(1,1))' &< box '((0,0),(2,2))'
&>	Ne s'étend pas à gauche de ?	box '((0,0),(3,3))' &> box '((0,0),(2,2))'
<<	Est strictement en-dessous de ?	box '((0,0),(3,3))' << box '((3,4),(5,5))'
>>	Est strictement au-dessus de ?	box '((3,4),(5,5))' >> box '((0,0),(3,3))'
&<	Ne s'étend pas au-dessus de ?	box '((0,0),(1,1))' &< box '((0,0),(2,2))'
&>	Ne s'étend pas en-dessous de ?	box '((0,0),(3,3))' &> box '((0,0),(2,2))'
<^	Est en-dessous de (peut toucher) ?	circle '((0,0),1)' <^ circle '((0,5),1)'
>^	Est au-dessus de (peut toucher) ?	circle '((0,5),1)' >^ circle '((0,0),1)'
?#	Intersection ?	lseg '((-1,0),(1,0))' ?# box '((-2,-2),(2,2))'
?-	Horizontal ?	?- lseg '((-1,0),(1,0))'
?-	Sont alignés horizontalement ?	point '(1,0)' ?- point '(0,0)'
?	Vertical ?	? lseg '((-1,0),(1,0))'
?	Sont verticalement alignés ?	point '(0,1)' ? point '(0,0)'
?-	Perpendiculaires ?	lseg '((0,0),(0,1))' ?- lseg '((0,0),(1,0))'
?	Parallèles ?	lseg '((-1,0),(1,0))' ? lseg '((-1,2),(1,2))'
@>	Contient ?	circle '((0,0),2)' @> point '(1,1)'
<@	Contenu ou dessus ?	point '(1,1)' <@ circle '((0,0),2)'
~=	Identique à ?	polygon '((0,0),(1,1))' ~= polygon '((1,1),(0,0))'



Note

Avant PostgreSQL™ 8.2, les opérateurs @> et <@ s'appelaient respectivement ~ et @. Ces noms sont toujours disponibles mais, obsolètes, ils seront éventuellement supprimés.

Tableau 9.34. Fonctions géométriques

Fonction	Type de retour	Description	Exemple
area (<i>object</i>)	double precision	aire	area(box '((0,0),(1,1))')
center (<i>object</i>)	point	centre	center(box '((0,0),(1,2))')
diameter(circle)	double precision	diamètre du cercle	diameter(circle '((0,0),2.0)')
box(point)	box	point sur une boîte vide	box(point '(0,0)')
height(box)	double precision	taille verticale (hauteur) de la boîte	height(box '((0,0),(1,1))')
isclosed(path)	boolean	chemin fermé ?	isclosed(path '((0,0),(1,1),(2,0))')
isopen(path)	boolean	chemin ouvert ?	isopen(path '[(0,0),(1,1),(2,0)]')
length(<i>object</i>)	double precision	longueur	length(path '((-1,0),(1,0))')
npoints(path)	int	nombre de points	npoints(path '[(0,0),(1,1),(2,0)]')
npoints(polygon)	int	nombre de points	npoints(polygon '((1,1),(0,0))')
pclose(path)	path	convertit un chemin en chemin fermé	pclose(path '[(0,0),(1,1),(2,0)]')
popen(path)	path	convertit un chemin en chemin ouvert	popen(path '((0,0),(1,1),(2,0))')
bound_box(box, box)	box	boîtes vers une boîte enveloppante	bound_box(box '((0,0),(1,1))', box '((3,3),(4,4))')
radius(circle)	double precision	rayon du cercle	radius(circle '((0,0),2.0)')
width(box)	double precision	taille horizontale (largeur) d'une boîte	width(box '((0,0),(1,1))')

Tableau 9.35. Fonctions de conversion de types géométriques

Fonction	Type de retour	Description	Exemple
box(circle)	box	cercle vers boîte	box(circle '((0,0),2.0)')
circle(box)	box	points vers boîte	box(point '(0,0)', point '(1,1)')
box(polygon)	box	polygone vers boîte	box(polygon '((0,0),(1,1),(2,0))')
circle(box)	circle	boîte vers cercle	circle(box '((0,0),(1,1))')
circle(point, double precision)	circle	centre et rayon vers cercle	circle(point '(0,0)', 2.0)
circle(polygon)	circle	polygone vers cercle	circle(polygon '((0,0),(1,1),(2,0))')

Fonction	Type de retour	Description	Exemple
line(point, point)	line	points to line	line(point '(-1,0)', point '(1,0)')
lseg(box)	lseg	diagonale de boîte vers segment de ligne	lseg(box '((-1,0),(1,0))')
lseg(point, point)	lseg	points vers segment de ligne	lseg(point '(-1,0)', point '(1,0)')
path(polygon)	path	polygone vers chemin	path(polygon '((0,0),(1,1),(2,0)))')
point(double precision, double precision)	point	point de construction	point(23.4, -44.5)
point(box)	point	centre de la boîte	point(box '((-1,0),(1,0))')
point(circle)	point	centre du cercle	point(circle '((0,0),2.0)')
point(lseg)	point	centre de segment de ligne	point(lseg '((-1,0),(1,0))')
point(polygon)	point	centre de polygone	point(polygon '((0,0),(1,1),(2,0)))')
polygon(box)	polygon	boîte vers polygone à quatre points	polygon(box '((0,0),(1,1)))')
polygon(circle)	polygon	cercle vers polygone à 12 points	polygon(circle '((0,0),2.0)')
polygon(npts, circle)	polygon	cercle vers polygone à <i>npts</i> points	polygon(12, circle '((0,0),2.0)')
polygon(path)	polygon	chemin vers polygone	polygon(path '((0,0),(1,1),(2,0)))')

Il est possible d'accéder aux deux composants d'un point comme si c'était un tableau avec des index 0 et 1. Par exemple, si *t.p* est une colonne de type point, alors `SELECT p[0] FROM t` récupère la coordonnée X et `UPDATE t SET p[1] = ...` modifie la coordonnée Y. De la même façon, une valeur de type box ou lseg peut être traitée comme un tableau de deux valeurs de type point.

La fonction `area` est utilisable avec les types box, circle et path. Elle ne fonctionne avec le type de données path que s'il n'y a pas d'intersection entre les points du path. Le path '`((0,0),(0,1),(2,1),(2,2),(1,2),(1,0),(0,0))::PATH`', par exemple, ne fonctionne pas. Le path, visuellement identique, '`((0,0),(0,1),(1,1),(1,2),(2,2),(2,1),(1,1),(1,0),(0,0))::PATH`', quant à lui, fonctionne. Si les concepts de path avec intersection et sans intersection sont sources de confusion, dessiner les deux path ci-dessus côte-à-côte.

9.12. Fonctions et opérateurs sur les adresses réseau

Le Tableau 9.36, « Opérateurs cidr et inet » affiche les opérateurs disponibles pour les types cidr et inet. Les opérateurs `<`, `<=`, `>`, `>=` et `&&` testent l'inclusion de sous-réseau. Ils ne considèrent que les parties réseau des deux adresses, ignorant toute partie hôte, et déterminent si une partie réseau est identique ou constitue un sous-réseau de l'autre.

Tableau 9.36. Opérateurs cidr et inet

Opérateur	Description	Exemple
<code><</code>	est plus petit que	<code>inet '192.168.1.5' < inet '192.168.1.6'</code>
<code><=</code>	est plus petit que ou égal à	<code>inet '192.168.1.5' <= inet '192.168.1.5'</code>
<code>=</code>	est égal à	<code>inet '192.168.1.5' = inet '192.168.1.5'</code>
<code>>=</code>	est plus grand ou égal à	<code>inet '192.168.1.5' >= inet '192.168.1.5'</code>

Opérateur	Description	Exemple
>	est plus grand que	inet '192.168.1.5' > inet '192.168.1.4'
<>	n'est pas égal à	inet '192.168.1.5' <> inet '192.168.1.4'
<<	est contenu par	inet '192.168.1.5' << inet '192.168.1/24'
<<=	est contenu par ou égal à	inet '192.168.1/24' <=> inet '192.168.1/24'
>>	contient	inet '192.168.1/24' >> inet '192.168.1.5'
>>=	contient ou est égal à	inet '192.168.1/24' >>= inet '192.168.1/24'
&&	contient ou est contenu par	inet '192.168.1/24' && inet '192.168.1.80/28'
~	NOT bit à bit	~ inet '192.168.1.6'
&	AND bit à bit	inet '192.168.1.6' & inet '0.0.0.255'
	OR bit à bit	inet '192.168.1.6' inet '0.0.0.255'
+	addition	inet '192.168.1.6' + 25
-	soustraction	inet '192.168.1.43' - 36
-	soustraction	inet '192.168.1.43' - inet '192.168.1.19'

Le Tableau 9.37, « Fonctions cidr et inet » affiche les fonctions utilisables avec les types cidr et inet. Les fonctions abbrev, host, text ont principalement pour but d'offrir des formats d'affichage alternatifs.

Tableau 9.37. Fonctions cidr et inet

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
abbrev/inet)	text	format textuel d'affichage raccourci	abbrev(inet '10.1.0.0/16')	10.1.0.0/16
abbrev/cidr)	text	format textuel d'affichage raccourci	abbrev(cidr '10.1.0.0/16')	10.1/16
broadcast/inet)	inet	adresse de broadcast pour le réseau	broadcast('192.168.1.5/24')	192.168.1.255/24
family/inet)	int	extraction de la famille d'adresse ; 4 pour IPv4, 6 pour IPv6	family('::1')	6
host/inet)	text	extraction de l'adresse IP en texte	host('192.168.1.5/24')	192.168.1.5
hostmask/inet)	inet	construction du masque d'hôte pour le réseau	hostmask('192.168.23.20/30')	0.0.0.3
masklen/inet)	int	extraction de la longueur du masque réseau	masklen('192.168.1.5/24')	24
netmask/inet)	inet	construction du masque réseau	netmask('192.168.1.5/24')	255.255.255.0
network/inet)	cidr	extraction de la partie réseau de l'adresse	network('192.168.1.5/24')	192.168.1.0/24
set_masklen/inet, int)	inet	configure la longueur du masque réseau pour les valeurs inet	set_masklen('192.168.1.5/24', 16)	192.168.1.5/16
(cidr set_masklen, int)	cidr	configure la longueur du masque réseau pour les valeurs cidr	set_masklen('192.168.1.0/24'::cidr, 16)	192.168.0.0/16
text/inet)	text	extraction de l'adresse IP	text(inet	192.168.1.5/32

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
		et de la longueur du masque réseau comme texte	'192.168.1.5')	
inet_et_same_family/inet, inet)	boolean	les adresses sont d'une même famille ?	inet_et_same_family('192.168.1.5/24', '::1')	false
inet_merge/inet, inet)	cidr	le plus petit réseau incluant les deux réseaux indiqués	inet_merge('192.168.1.5/24', '192.168.2.5/24')	192.168.0.0/22

Toute valeur cidr peut être convertie en inet implicitement ou explicitement ; de ce fait, les fonctions indiquées ci-dessus comme opérant sur le type inet opèrent aussi sur le type cidr. (Lorsque les fonctions sont séparées pour les types inet et cidr, c'est que leur comportement peut différer.) Il est également permis de convertir une valeur inet en cidr. Dans ce cas, tout bit à la droite du masque réseau est silencieusement positionné à zéro pour créer une valeur cidr valide. De plus, une valeur de type texte peut être transotypée en inet ou cidr à l'aide de la syntaxe habituelle de transotypage : par exemple `inet(expression)` ou `nom_colonne::cidr`.

Le Tableau 9.38, « Fonctions macaddr » affiche les fonctions utilisables avec le type macaddr. La fonction `trunc(macaddr)` renvoie une adresse MAC avec les trois derniers octets initialisés à zéro. Ceci peut être utilisé pour associer le préfixe restant à un manufacturier.

Tableau 9.38. Fonctions macaddr

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
<code>trunc(macaddr)</code>	macaddr	initialiser les trois octets finaux à zéro	<code>trunc(macaddr '12:34:56:78:90:ab')</code>	12:34:56:00:00:00

Le type macaddr supporte aussi les opérateurs relationnels standard (>, <=, etc.) de tri lexicographique, et les opérateurs arithmétiques sur les binaires (~, & et |) pour NOT, AND et OR

9.13. Fonctions et opérateurs de la recherche plein texte

Tableau 9.39, « Opérateurs de recherche plein texte », Tableau 9.40, « Fonctions de la recherche plein texte » et Tableau 9.41, « Fonctions de débogage de la recherche plein texte » résume les fonctions et les opérateurs fournis pour la recherche plein texte. Voir Chapitre 12, Recherche plein texte pour une explication détaillée sur la fonctionnalité de recherche plein texte de PostgreSQL™.

Tableau 9.39. Opérateurs de recherche plein texte

Opérateur	Return Type	Description	Exemple	Résultat
<code>@@</code>	boolean	tsvector correspond à tsquery ?	<code>to_tsvector('fat cats ate rats')</code> <code>@@</code> <code>to_tsquery('cat & rat')</code>	t
<code>@@@</code>	boolean	synonyme obsolète de @@	<code>to_tsvector('fat cats ate rats')</code> <code>@@@</code> <code>to_tsquery('cat & rat')</code>	t
<code> </code>	tsvector	concatène tsvectors	<code>'a':1</code> <code>b:2'::tsvector </code> <code>'c':1</code> <code>d:2</code> <code>b:3'::tsvector</code>	<code>'a':1 'b':2,5</code> <code>'c':3 'd':4</code>

Opérateur	Return Type	Description	Exemple	Résultat
&&	tsquery	ET logique des tsquery	'fat' rat':::tsquery && 'cat':::tsquery	('fat' 'rat') & 'cat'
	tsquery	OU logique des tsquery	'fat' rat':::tsquery 'cat':::tsquery	('fat' 'rat') 'cat'
!!	tsquery	inverse une tsquery	!! 'cat':::tsquery	! 'cat'
<->	tsquery	tsquery suivi par tsquery	to_tsquery('fat') <-> to_tsquery('rat')	'fat' <-> 'rat'
@>	boolean	tsquery en contient une autre ?	'cat':::tsquery @> 'cat' & rat':::tsquery	f
<@	tsquery est contenu dans ?	'cat':::tsquery <@ 'cat' & rat':::tsquery	t	



Note

Les opérateurs de confinement de tsquery considèrent seulement les lexèmes listés dans les deux requêtes, ignorant les opérateurs de combinaison.

En plus des opérateurs présentés dans la table, les opérateurs de comparaison B-tree habituels (=, <, etc) sont définis pour les types tsvector et tsquery. Ils ne sont pas très utiles dans le cadre de la recherche plein texte mais permettent la construction d'index d'unicité sur ces types de colonne.

Tableau 9.40. Fonctions de la recherche plein texte

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
ar-ray_to_tsvector(text[])	tsvector	convertit un tableau de lexèmes en tsvector	ar-ray_to_tsvector('{fat,cat,rat}':text[])	'cat' 'fat' 'rat'
get_current_ts_config()	regconfig	récupère la configuration par défaut de la recherche plein texte	get_current_ts_config()	english
length(tsvector)	integer	nombre de lexemes dans tsvector	length('fat:2,4 cat:3 rat:5A):::tsvector')	3
numnode(tsquery)	integer	nombre de lexemes et d'opérateurs dans tsquery	numnode('(fat & rat) cat):::tsquery)	5
plain-to_tsquery([config regconfig,] requête text)	tsquery	produit un tsquery en ignorant la ponctuation	plain-to_tsquery('english', 'The Fat Rats')	'fat' & 'rat'
phrase-to_tsquery([config regconfig,] query text)	tsquery	produit un tsquery qui recherche une phrase en ignorant la ponctuation	phrase-to_tsquery('english', 'The Fat Rats')	'fat' <-> 'rat'
querytree(requête tsquery)	text	récupère la partie indexable d'un tsquery	querytree('foo & ! bar):::tsquery)	'foo'
setweight(vector tsvector, weight)	tsvector	assign <i>weight</i> to each element of <i>vector</i>	set-weight('fat:2,4 'fat':2A,4A)	'cat':3A 'fat':2A,4A

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
"char")			cat:3 rat:5B':::tsvector, 'A')	'rat':5A
setweight(vector tsvector, weight "char", lexemes text[])	tsvector	affecte <i>weight</i> aux éléments de <i>vector</i> qui sont listés dans <i>lexemes</i>	set-weight('fat':2,4 cat:3 rat:5B':::tsvector, 'A', '{cat,rat}')	'cat':3A 'fat':2,4 'rat':5A
strip(tsvector)	tsvector	supprime les positions et les poids du tsvector	strip('fat:2,4 cat:3 rat:5A':::tsvector)	'cat' 'fat' 'rat'
to_tsquery([config regconfig,] requête text)	tsquery	normalise les mots et les convertit en un tsquery	to_tsquery('english', 'The & Fat & Rats')	'fat' & 'rat'
to_tsvector([config regconfig,] document text)	tsvector	réduit le texte du document en un tsvector	to_tsvector('english', 'The Fat Rats')	'fat':2 'rat':3
ts_delete(vector tsvector, lexeme text)	tsvector	supprime le <i>lexeme</i> donné à partir de <i>vector</i>	ts_delete('fat:2,4 cat:3 rat:5A':::tsvector, 'fat')	'cat':3 'rat':5A
ts_delete(vector tsvector, lexemes text[])	tsvector	supprime toute occurrence de lexèmes dans <i>lexemes</i> à partir de <i>vector</i>	ts_delete('fat:2,4 cat:3 rat:5A':::tsvector, ARRAY['fat','rat'])	'cat':3
ts_filter(vector tsvector, weights "char"[])	tsvector	sélectionne seulement les éléments du <i>weights</i> indiqué à partir de <i>vector</i>	ts_filter('fat:2,4 cat:3b rat:5A':::tsvector, '{a,b}')	'cat':3B 'rat':5A
ts_headline([config regconfig,] document text, requête tsquery [, options text])	text	affiche une correspondance avec la requête	ts_headline('x y z', 'z':::tsquery)	x y z
ts_rank([poids float4[],] vecteur tsvector, requête tsquery [, normalization integer])	float4	renvoie le score d'un document pour une requête	ts_rank(textsearch, query)	0.818
ts_rank_cd([weights float4[],] vecteur tsvector, requête tsquery [, normalization integer])	float4	renvoie le score d'un document pour une requête en utilisant une densité personnalisée	ts_rank_cd('{0.1, 0.2, 0.4, 1.0}', textsearch, query)	2.01317
ts_rewrite(requête tsquery, cible tsquery,	tsquery	remplace <i>target</i> avec <i>substitute</i> dans la requête	ts_rewrite('a & b':::tsquery, 'a':::tsquery,	'b' & ('foo' 'bar')

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
<code>substitution tsquery)</code>			'foo bar'::tsquery)	
<code>ts_rewrite(requête tsquery, select text)</code>	tsquery	remplace en utilisant les cibles et substitutions à partir d'une commande SELECT	SELECT ts_rewrite('a & b'::tsquery, 'SELECT t,s FROM aliases')	'b' & ('foo' 'bar')
<code>query tsquery_phrase(1 tsquery, query2 tsquery)</code>	tsquery	crée la requête qui recherche <i>query1</i> suivi par <i>query2</i> (identique à l'opérateur \leftrightarrow)	tsquery_phrase(to_tsquery('fat'), to_tsquery('cat'))	'fat' \leftrightarrow 'cat'
<code>query tsquery_phrase(1 tsquery, query2 tsquery, distance integer)</code>	tsquery	crée la requête qui recherche <i>query1</i> suivi par <i>query2</i> à une distance maximale de <i>distance</i>	tsquery_phrase(to_tsquery('fat'), to_tsquery('cat'), 10)	'fat' \leftrightarrow_{10} 'cat'
<code>tsvector_to_array(tsvector)</code>	text[]	convertit tsvector en un tableau de lexèmes	tsvector_to_array('fat:2,4 cat:3 rat:5A'::tsvector)	{cat,fat,rat}
<code>tsvector_update_trigger()</code>	trigger	fonction déclencheur pour la mise à jour automatique de colonne tsvector	CREATE TRIGGER ... tsvector_update_trigger(tsvcol, 'pg_catalog.swedish', title, body)	
<code>tsvector_update_trigger_column()</code>	trigger	fonction déclencheur pour la mise à jour automatique de colonne tsvector	CREATE TRIGGER ... tsvector_update_trigger_column(tsvcol, configcol, title, body)	
<code>unnest(tsvector, OUT lexeme text, OUT positions smallint[], OUT weights text)</code>	setof record	étend un tsvector en un ensemble de lignes	unnest('fat:2,4 cat:3 rat:5A'::tsvector)	(cat,{3},{D}) ...



Note

Toutes les fonctions de recherche plein texte qui acceptent un argument `regconfig` optionnel utilisent la configuration indiquée par `default_text_search_config` en cas d'omission de cet argument.

Les fonctions de Tableau 9.41, « Fonctions de débogage de la recherche plein texte » sont listées séparément, car elles ne font pas partie des fonctions utilisées dans les opérations de recherche plein texte de tous les jours. Elles sont utiles pour le développement et le débogage de nouvelles configurations de recherche plein texte.

Tableau 9.41. Fonctions de débogage de la recherche plein texte

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
<code>ts_debug([config regconfig,] document text, OUT alias text, OUT description text, OUT token text, OUT dictionaries regdictionary[], OUT dictionary regdictionary, OUT lexemes text[])</code>	setof record	teste une configuration	<code>ts_debug('english', 'The Brightest supernovaes')</code>	(asciword, "Word", all ASCII", The, {english_stem}, english_stem, {}) ...
<code>ts_lexize(dict regdictionary, jeton text)</code>	text[]	teste un dictionnaire	<code>ts_lexize('english_stem', 'stars')</code>	{star}
<code>nom_ana ts_parse(lyseur text, document text, OUT tokid integer, OUT token text)</code>	setof record	teste un analyseur	<code>ts_parse('default', 'foo - bar')</code>	(1,foo) ...
<code>oid_ana ts_parse(lyseur oid, document text, OUT id_jeton integer, OUT jeton text)</code>	setof record	teste un analyseur	<code>ts_parse(3722, 'foo - bar')</code>	(1,foo) ...
<code>parser_anam ts_token_type(e text, OUT tokid integer, OUT alias text, OUT description text)</code>	setof record	obtient les types de jeton définis par l'analyseur	<code>ts_token_type('default')</code>	(1,asciword, "Word, all ASCII") ...
<code>oid_analyseur ts_token_type(r oid, OUT id_jeton integer, OUT alias text, OUT description text)</code>	setof record	obtient les types de jeton définis par l'analyseur	<code>ts_token_type(3722)</code>	(1,asciword, "Word, all ASCII") ...
<code>ts_stat(sqlquery text, [weights text,] OUT word text, OUT ndoc</code>	setof record	obtient des statistiques sur une colonne tsvector	<code>ts_stat('SELECT vector from apod')</code>	(foo,10,15) ...

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
<code>integer, OUT nentry integer)</code>				

9.14. Fonctions XML

Les fonctions et expressions décrites dans cette section opèrent sur des valeurs de type xml. Lire la Section 8.13, « Type XML » pour des informations sur le type xml. Les expressions `xmlopse` et `xmlserialize` permettant de convertir vers ou à partir du type xml ne sont pas reprises ici. L'utilisation d'un grand nombre de ces fonctions nécessite que l'installation soit construite avec `configure --with-libxml`.

9.14.1. Produire un contenu XML

Un ensemble de fonctions et expressions de type fonction est disponible pour produire du contenu XML à partir de données SQL. En tant que telles, elles conviennent particulièrement bien pour formater les résultats de requêtes en XML à traiter dans les applications clientes.

9.14.1.1. `xmlcomment`

```
xmlcomment(text)
```

La fonction `xmlcomment` crée une valeur XML contenant un commentaire XML avec, comme contenu, le texte indiqué. Le texte ne peut pas contenir « -- » ou se terminer par un « - » de sorte que la construction résultante représente un commentaire XML valide. Si l'argument est NULL, le résultat est NULL.

Exemple :

```
SELECT xmlcomment('bonjour');
xmlcomment
-----
<!--bonjour-->
```

9.14.1.2. `xmlconcat`

```
xmlconcat(xml[, ...])
```

La fonction `xmlconcat` concatène une liste de valeurs XML individuelles pour créer une valeur simple contenant un fragment de contenu XML. Les valeurs NULL sont omises ; le résultat est NULL seulement s'il n'y a pas d'arguments non NULL.

Exemple :

```
SELECT xmlconcat('<abc/>', '<bar>foo</bar>');
xmlconcat
-----
<abc/><bar>foo</bar>
```

Les déclarations XML, si elles sont présentes, sont combinées comme suit. Si toutes les valeurs en argument ont la même déclaration de version XML, cette version est utilisée dans le résultat. Sinon aucune version n'est utilisée. Si toutes les valeurs en argument ont la valeur de déclaration « standalone » à « yes », alors cette valeur est utilisée dans le résultat. Si toutes les valeurs en argument ont une valeur de déclaration « standalone » et qu'au moins l'une d'entre elles est « no », alors cette valeur est utilisée dans le résultat. Sinon le résultat n'a aucune déclaration « standalone ». Si le résultat nécessite une déclaration « standalone » sans déclaration de version, une déclaration de version 1.0 est utilisée car le standard XML impose qu'une déclaration XML contienne une déclaration de version. Les déclarations d'encodage sont ignorées et supprimées dans tous les cas.

Exemple :

```
SELECT xmlconcat('<?xml version="1.1"?><foo/>', '<?xml version="1.1" standalone="no"?><bar/>');
      xmlconcat
-----
<?xml version="1.1"?><foo/><bar/>
```

9.14.1.3. xmlelement

```
xmlelement(name nom [, xmlattributes(valeur [AS nom_attribut] [, ...])] [, contenu, ...])
```

L'expression `xmlelement` produit un élément XML avec le nom, les attributs et le contenu donnés.

Exemples :

```
SELECT xmlelement(name foo);
      xmlelement
-----
<foo/>

SELECT xmlelement(name foo, xmlattributes('xyz' as bar));
      xmlelement
-----
<foo bar="xyz" />

SELECT xmlelement(name foo, xmlattributes(current_date as bar), 'cont', 'ent');
      xmlelement
-----
<foo bar="2007-01-26">content</foo>
```

Les noms d'élément et d'attribut qui ne sont pas des noms XML valides sont modifiés en remplaçant les caractères indésirables par une séquence `_xHHHH_`, où `HHHH` est le codage Unicode du caractère en notation hexadécimal. Par exemple :

```
SELECT xmlelement(name "foo$bar", xmlattributes('xyz' as "a&b"));
      xmlelement
-----
<foo_x0024_bar_a_x0026_b="xyz" />
```

Un nom explicite d'attribut n'a pas besoin d'être indiqué si la valeur de l'attribut est la référence d'une colonne, auquel cas le nom de la colonne est utilisé comme nom de l'attribut par défaut. Dans tous les autres cas, l'attribut doit avoir un nom explicite. Donc, cet exemple est valide :

```
CREATE TABLE test (a xml, b xml);
SELECT xmlelement(name test, xmlattributes(a, b)) FROM test;
```

Mais ceux-ci ne le sont pas :

```
SELECT xmlelement(name test, xmlattributes('constant'), a, b) FROM test;
SELECT xmlelement(name test, xmlattributes(func(a, b))) FROM test;
```

Si le contenu de l'élément est précisé, il est formaté en fonction du type de données. Si le contenu est lui-même de type `xml`, des documents XML complexes peuvent être construits. Par exemple :

```
SELECT xmlelement(name foo, xmlattributes('xyz' as bar),
                  xmlelement(name abc),
                  xmlcomment('test'))
```

```

xmlelement(name xyz) ;

xmlelement
-----
<foo bar="xyz"><abc/><!--test--><xyz/></foo>

```

Le contenu des autres types est formaté avec des données XML valides. Cela signifie en particulier que les caractères <, >, et & sont convertis en entités. Les données binaires (type bytea) sont représentées dans un encodage base64 ou hexadécimal, suivant la configuration du paramètre xmlbinary. Le comportement particulier pour les types de données individuels devrait évoluer pour aligner les types de données SQL et PostgreSQL avec la spécification de XML Schema, auquel cas une description plus précise sera ajoutée.

9.14.1.4. `xmlforest`

```
xmlforest(contenu [AS nom] [, ...])
```

L'expression `xmlforest` produit un arbre XML (autrement dit une séquence) d'éléments utilisant les noms et le contenu donnés.

Exemples :

```

SELECT xmlforest('abc' AS foo, 123 AS bar);

xmlforest
-----
<foo>abc</foo><bar>123</bar>

SELECT xmlforest(table_name, column_name)
FROM information_schema.columns
WHERE table_schema = 'pg_catalog';

xmlforest
-----
<table_name>pg_authid</table_name><column_name>rolname</column_name>
<table_name>pg_authid</table_name><column_name>rolsuper</column_name>
...

```

Comme indiqué dans le second exemple, le nom de l'élément peut être omis si la valeur du contenu est une référence de colonne, auquel cas le nom de la colonne est utilisé par défaut. Sinon, un nom doit être indiqué.

Les noms d'éléments qui ne sont pas des noms XML valides sont échappés comme indiqué pour `xmlelement` ci-dessus. De façon similaire, les données de contenu sont échappées pour rendre le contenu XML valide sauf s'il est déjà de type `xml`.

Les arbres XML ne sont pas des documents XML valides s'ils sont constitués de plus d'un élément. Il peut donc s'avérer utile d'emballer les expressions `xmlforest` dans `xmlelement`.

9.14.1.5. `xmlpi`

```
xmlpi(name target [, content])
```

L'expression `xmlpi` crée une instruction de traitement XML. Le contenu, si présent, ne doit pas contenir la séquence de caractères `?>`.

Exemple :

```

SELECT xmlpi(name php, 'echo "hello world";');

xmlpi
-----
<?php echo "hello world";?>

```

9.14.1.6. `xmlroot`

```
xmlroot(xml, version text | no value [, standalone yes|no|no value])
```

L'expression `xmlroot` modifie les propriétés du nœud racine d'une valeur XML. Si une version est indiquée, elle remplace la valeur dans la déclaration de version du nœud racine. Si un paramètre « `standalone` » est spécifié, il remplace la valeur dans la déclaration « `standalone` » du nœud racine.

```
SELECT xmlroot(xmlparse(document '<?xml version="1.1"?><content>abc</content>' ),
              version '1.0', standalone yes);
-----  
xmlroot  
-----  
<?xml version="1.0" standalone="yes"?>  
<content>abc</content>
```

9.14.1.7. `xmlagg`

```
xmlagg(xml)
```

La fonction `xmlagg` est, à la différence des fonctions décrites ici, une fonction d'aggrégat. Elle concatène les valeurs en entrée pour les passer en argument à la fonction d'aggrégat, comme le fait la fonction `xmlconcat`, sauf que la concaténation survient entre les lignes plutôt qu'entre les expressions d'une même ligne. Voir Section 9.20, « Fonctions d'aggrégat » pour plus d'informations sur les fonctions d'aggrégat.

Exemple :

```
CREATE TABLE test (y int, x xml);
INSERT INTO test VALUES (1, '<foo>abc</foo>');
INSERT INTO test VALUES (2, '<bar/>');
SELECT xmlagg(x) FROM test;
-----  
xmlagg  
-----  
<foo>abc</foo><bar/>
```

Pour déterminer l'ordre de la concaténation, une clause `ORDER BY` peut être ajoutée à l'appel de l'agréagat comme décrit dans Section 4.2.7, « Expressions d'agrégat ». Par exemple :

```
SELECT xmlagg(x ORDER BY y DESC) FROM test;
-----  
xmlagg  
-----  
<bar/><foo>abc</foo>
```

L'approche non standard suivante était recommandée dans les versions précédentes et peut toujours être utiles dans certains cas particuliers :

```
SELECT xmlagg(x) FROM (SELECT * FROM test ORDER BY y DESC) AS tab;
-----  
xmlagg  
-----  
<bar/><foo>abc</foo>
```

9.14.2. Prédicats XML

Les expressions décrites dans cette section vérifient les propriétés de valeurs du type `xml`.

9.14.2.1. `IS DOCUMENT`

```
xml IS DOCUMENT
```

L'expression `IS DOCUMENT` renvoie true si la valeur de l'argument XML est un document XML correct, false dans le cas contraire (c'est-à-dire qu'il s'agit d'un fragment de document) ou `NULL` si l'argument est `NULL`. Voir la Section 8.13, « Type XML » pour les différences entre documents et fragments de contenu.

9.14.2.2. XMLEXISTS

```
XMLEXISTS(text PASSING [BY REF] xml [BY REF])
```

La fonction `xmlexists` renvoie true si l'expression XPath dans le premier argument renvoie des nœuds. Elle renvoie faux sinon. (Si un des arguments est `NULL`, le résultat est `NULL`.)

Exemple :

```
SELECT xmlexists('//*[text() = ''Toronto'']' PASSING BY REF
'<towns><town>Toronto</town><town>Ottawa</town></towns>');
-----  
xmlexists  
-----  
t  
(1 row)
```

Les clauses `BY REF` n'ont pas d'effet dans PostgreSQL mais sont autorisées pour se conformer au standard SQL et pour la compatibilité avec les autres implémentations. D'après le standard SQL, le premier `BY REF` est requis, le second est optionnel. De plus, notez que le standard SQL spécifie que la construction `xmlexists` prend une expression XQuery en premier argument mais PostgreSQL supporte actuellement seulement XPath, qui est un sous-ensemble de XQuery.

9.14.2.3. xml_is_well_formed

```
xml_is_well_formed(text)
xml_is_well_formed_document(text)
xml_is_well_formed_content(text)
```

Ces fonctions vérifient si la chaîne `text` est du XML bien formé et renvoient un résultat booléen. `xml_is_well_formed_document` vérifie si le document est bien formé alors que `xml_is_well_formed_content` vérifie si le contenu est bien formé. `xml_is_well_formed` est équivalent à `xml_is_well_formed_document` si le paramètre de configuration `xmloption` vaut `DOCUMENT` et est équivalent à `xml_is_well_formed_content` si le paramètre vaut `CONTENT`. Cela signifie que `xml_is_well_formed` est utile pour savoir si une conversion au type `xml` va réussir alors que les deux autres sont utiles pour savoir si les variantes correspondantes de `XMLPARSE` vont réussir.

Exemples :

```
SET xmloption TO DOCUMENT;
SELECT xml_is_well_formed('<>');
-----  
xml_is_well_formed  
-----  
f  
(1 row)

SELECT xml_is_well_formed('<abc/>');
-----  
xml_is_well_formed  
-----  
t  
(1 row)

SET xmloption TO CONTENT;
SELECT xml_is_well_formed('abc');
-----  
xml_is_well_formed  
-----  
t  
(1 row)

SELECT xml_is_well_formed_document('<pg:foo
xmlns:pg="http://postgresql.org/stuff">bar</pg:foo>');
```

```

xml_is_well_formed_document
-----
t
(1 row)

SELECT xml_is_well_formed_document('<pg:foo
xmlns:pg="http://postgresql.org/stuff">bar</my:foo>');
xml_is_well_formed_document
-----
f
(1 row)

```

Le dernier exemple montre que les vérifications incluent les correspondances d'espace de noms.

9.14.3. Traiter du XML

Pour traiter les valeurs du type `xml`, PostgreSQL fournit les fonctions `xpath` et `xpath_exists`, qui évaluent les expressions XPath 1.0.

```
xpath(xpath, xml [, nsarray])
```

La fonction `xpath` évalue l'expression XPath `xpath` (une valeur de type `text`) avec la valeur XML `xml`. Elle renvoie un tableau de valeurs XML correspondant à l'ensemble de noeuds produit par une expression XPath. Si l'expression XPath renvoie une valeur scalaire à la place d'un ensemble de noeuds, un tableau à un seul élément est renvoyé.

Le second argument doit être un document XML bien formé. En particulier, il doit avoir un seul élément de noeud racine.

Le troisième argument (optionnel) de la fonction est un tableau de correspondances de *namespace*. Ce tableau `text` doit avoir deux dimensions dont la seconde a une longueur 2 (en fait, c'est un tableau de tableaux à exactement deux éléments). Le premier élément de chaque entrée du tableau est le nom du *namespace* (alias), le second étant l'URI du *namespace*. Il n'est pas requis que les alias fournis dans ce tableau soient les mêmes que ceux utilisés dans le document XML (autrement dit, que ce soit dans le contexte du document XML ou dans celui de la fonction `xpath`, les alias ont une vue *locale*).

Exemple :

```

SELECT xpath('/my:a/text()', '<my:a xmlns:my="http://example.com">test</my:a>',
            ARRAY[ARRAY['my', 'http://example.com']] );
xpath
-----
{test}
(1 row)

```

Pour gérer des *namespaces* par défaut (anonymes), faites ainsi :

```

SELECT xpath('//mydefns:b/text()', '<a xmlns="http://example.com"><b>test</b></a>',
            ARRAY[ARRAY['mydefns', 'http://example.com']]);
xpath
-----
{test}
(1 row)

```

```
xpath_exists(xpath, xml [, nsarray])
```

La fonction `xpath_exists` est une forme spécialisée de la fonction `xpath`. Au lieu de renvoyer les valeurs XML individuelles qui satisfont XPath, cette fonction renvoie un booléen indiquant si la requête a été satisfaite ou non. Cette fonction est équivalente au prédictat standard `XMLEXISTS`, sauf qu'il fonctionne aussi avec un argument de correspondance d'espace de nom.

Exemple :

```

SELECT xpath_exists('/my:a/text()', '<my:a xmlns:my="http://example.com">test</my:a>',
                   ARRAY[ARRAY['my', 'http://example.com']]);

```

```
xpath_exists
-----
t
(1 row)
```

9.14.4. Transformer les tables en XML

Les fonctions suivantes transforment le contenu de tables relationnelles en valeurs XML. Il s'agit en quelque sorte d'un export XML.

```
table_to_xml(tbl regclass, nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)
query_to_xml(query text, nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)
cursor_to_xml(cursor refcursor, count int, nulls boolean,
              tableforest boolean, targetns text)
```

Le type en retour de ces fonctions est xml.

`table_to_xml` transforme le contenu de la table passée en argument (paramètre `tbl`). `regclass` accepte des chaînes identifiant les tables en utilisant la notation habituelle, incluant les qualifications possibles du schéma et les guillemets doubles. `query_to_xml` exécute la requête dont le texte est passé par le paramètre `query` et transforme le résultat. `cursor_to_xml` récupère le nombre indiqué de lignes à partir du curseur indiqué par le paramètre `cursor`. Cette variante est recommandée si la transformation se fait sur de grosses tables car la valeur en résultat est construite en mémoire pour chaque fonction.

Si `tableforest` vaut false, alors le document XML résultant ressemble à ceci :

```
<tablename>
  <row>
    <columnname1>donnees</columnname1>
    <columnname2>donnees</columnname2>
  </row>
  <row>
    ...
  </row>
  ...
</tablename>
```

Si `tableforest` vaut true, le résultat est un fragment XML qui ressemble à ceci :

```
<tablename>
  <columnname1>donnees</columnname1>
  <columnname2>donnees</columnname2>
</tablename>

<tablename>
  ...
</tablename>

...
```

Si aucune table n'est disponible, c'est-à-dire lors d'une transformation à partir d'une requête ou d'un curseur, la chaîne `table` est utilisée dans le premier format, et la chaîne `row` dans le second.

Le choix entre ces formats dépend de l'utilisateur. Le premier format est un document XML correct, ce qui est important dans beaucoup d'applications. Le second format tend à être plus utile dans la fonction `cursor_to_xml` si les valeurs du résultat sont à rassembler plus tard dans un document. Les fonctions pour produire du contenu XML discutées ci-dessus, en particulier `xmlelement`, peuvent être utilisées pour modifier les résultats.

Les valeurs des données sont transformées de la même façon que ce qui est décrit ci-dessus pour la fonction `xmlelement`.

Le paramètre `nulls` détermine si les valeurs NULL doivent être incluses en sortie. À true, les valeurs NULL dans les colonnes sont représentées ainsi :

```
<columnname xsi:nil="true" />
```

où `xsi` est le préfixe de l'espace de noms XML pour l'instance XML Schema. Une déclaration appropriée d'un espace de noms est

ajoutée à la valeur du résultat. À false, les colonnes contenant des valeurs NULL sont simplement omises de la sortie.

Le paramètre *targetns* indique l'espace de noms souhaité pour le résultat. Si aucun espace de nom particulier n'est demandé, une chaîne vide doit être passée.

Les fonctions suivantes renvoient des documents XML Schema décrivant la transformation réalisée par les fonctions ci-dessus.

```
table_to_xmlschema(tbl regclass, nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)
query_to_xmlschema(query text, nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)
cursor_to_xmlschema(cursor refcursor, nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)
```

Il est essentiel que les mêmes paramètres soient passés pour obtenir les bonnes transformations de données XML et des documents XML Schema.

Les fonctions suivantes réalisent la transformation des données XML et du XML Schema correspondant en un seul document (ou arbre), liés ensemble. Elles sont utiles lorsque les résultats doivent être auto-contenus et auto-descriptifs.

```
table_to_xml_and_xmlschema(tbl regclass, nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)
query_to_xml_and_xmlschema(query text, nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)
```

De plus, les fonctions suivantes sont disponibles pour produire des transformations analogues de schémas complets ou de bases de données complètes.

```
schema_to_xml(schema name, nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)
schema_to_xmlschema(schema name, nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)
schema_to_xml_and_xmlschema(schema name, nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)

database_to_xml(nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)
database_to_xmlschema(nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)
database_to_xml_and_xmlschema(nulls boolean, tableforest boolean, targetns text)
```

Elles peuvent produire beaucoup de données, qui sont construites en mémoire. Lors de transformations de gros schémas ou de grosses bases, il peut être utile de considérer la transformation séparée des tables, parfois même via un curseur.

Le résultat de la transformation du contenu d'un schéma ressemble à ceci :

```
<nomschema>
  transformation-table1
  transformation-table2
  ...
</nomschema>
```

où le format de transformation d'une table dépend du paramètre *tableforest* comme expliqué ci-dessus.

Le résultat de la transformation du contenu d'une base ressemble à ceci :

```
<nombase>
  <nomschema1>
    ...
  </nomschema1>
  <nomschema2>
    ...
  </nomschema2>
  ...

```

```
</nombase>
```

avec une transformation du schéma identique à celle indiquée ci-dessus.

En exemple de l'utilisation de la sortie produite par ces fonctions, la Figure 9.1, « Feuille de style XSLT pour convertir du SQL/XML en HTML » montre une feuille de style XSLT qui convertit la sortie de `table_to_xml_and_xmleschema` en un document HTML contenant un affichage en tableau des données de la table. D'une façon similaire, les données en résultat de ces fonctions peuvent être converties dans d'autres formats basés sur le XML.

Figure 9.1. Feuille de style XSLT pour convertir du SQL/XML en HTML

```
<?xml version="1.0"?>
<xsl:stylesheet version="1.0"
  xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"
>

<xsl:output method="xml"
  doctype-system="http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd"
  doctype-public="-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
  indent="yes"/>

<xsl:template match="/*">
  <xsl:variable name="schema" select="//xsd:schema" />
  <xsl:variable name="tabletypename"
    select="$schema/xsd:element[@name=name(current())]/@type" />
  <xsl:variable name="rowtypename"
    select="$schema/xsd:complexType[@name=$tabletypename]/xsd:sequence/xsd:element[@name='row']/" />

  <html>
    <head>
      <title><xsl:value-of select="name(current())" /></title>
    </head>
    <body>
      <table>
        <tr>
          <xsl:for-each
            select="$schema/xsd:complexType[@name=$rowtypename]/xsd:sequence/xsd:element/@name" >
            <th><xsl:value-of select=". /></th>
          </xsl:for-each>
        </tr>

        <xsl:for-each select="row" >
          <tr>
            <xsl:for-each select="*>
              <td><xsl:value-of select=". /></td>
            </xsl:for-each>
          </tr>
        </xsl:for-each>
      </table>
    </body>
  </html>
</xsl:template>

</xsl:stylesheet>
```

9.15. Fonctions et opérateurs JSON

Tableau 9.42, « Opérateurs json et jsonb » montre les opérateurs disponibles avec des données des deux types JSON (voir Section 8.14, « Types JSON »).

Tableau 9.42. Opérateurs json et jsonb

Opérateur	Type de l'opérande droit	Description	Exemple	Résultat de l'exemple
->	int	Obtient un élément du tableau JSON (indexé à partir de zéro, un entier négatif compte à partir de la fin)	'[{"a": "foo"}, {"b": "bar"}, {"c": "baz"}]': json->2	{ "c": "baz" }
->	text	Obtient un champ de l'objet JSON par sa clé	'{"a": {"b": "foo"} }': json->'a'	{"b": "foo"}
->>	int	Obtient un élément du tableau JSON en tant que text	'[1, 2, 3]': json->>2	3
->>	text	Obtient un champ de l'objet JSON en tant que text	'{"a": 1, "b": 2}': json->>'b'	2
#>	text[]	Obtient un objet JSON à partir du chemin spécifié	'{"a": {"b": {"c": "foo"} }}': json#>'{a,b}'	{"c": "foo"}
#>>	text[]	Obtient un objet JSON à partir du chemin spécifié en tant que text	'{"a": [1, 2, 3], "b": [4, 5, 6]}': json#>>'{a,2}'	3



Note

Il existe des variantes de ces opérateurs pour les types json et jsonb. Les opérateurs d'extraction de champ/élément/chemin renvoient le même type de données que l'élément à gauche (soit json soit jsonb), sauf pour ceux indiquant renvoyer du text, qui forcera la conversion vers le type text. Les opérateurs d'extraction de champ/élément/chemin renvoient NULL, plutôt que d'échouer, si la valeur JSON en entrée n'a pas la structure correspondant à la demande ; par exemple si un tel élément n'existe pas. Les opérateurs d'extraction de champ/élément/chemin qui acceptent un index d'un tableau JSON supportent tous un index négatif qui décompte à partir de la fin.

Les opérateurs de comparaison standards montrés dans Tableau 9.1, « Opérateurs de comparaison » sont disponibles pour le type jsonb, mais pas pour le type json. Ils suivent les règles de tri des opérations B-tree soulignées dans Section 8.14.4, « Indexation jsonb ».

Des opérateurs supplémentaires existent seulement pour le type jsonb, comme indiqué dans Tableau 9.43, « Opérateurs jsonb supplémentaires ». Plusieurs de ces opérateurs peuvent être indexés par les classes d'opérateur jsonb. Pour une description complète du contenu jsonb et des émanquances, voir Section 8.14.3, « Existence et inclusion jsonb ». Section 8.14.4, « Indexation jsonb » décrit comment ces opérateurs peuvent être utilisés pour indexer efficacement les données de type jsonb.

Tableau 9.43. Opérateurs jsonb supplémentaires

Opérateur	Type de l'opérande droit	Description	Exemple
@>	jsonb	Est-ce que la valeur JSON contient au premier niveau les entrées clefs/valeurs de la valeur JSON à sa droite ?	'{"a": 1, "b": 2}': jsonb @>'{"b": 2}': jsonb
<@	jsonb	Les entrées clefs/valeurs de la valeur JSON sont-elles contenues au premier niveau de la valeur JSON de droite ?	'{"b": 2}': jsonb <@'{"a": 1, "b": 2}': jsonb
?	text	Est-ce que la chaîne existe comme clef de premier niveau dans la valeur JSON ?	'{"a": 1, "b": 2}': jsonb ? 'b'
?	text[]	Est-ce qu'une au moins des chaînes contenues dans le ta-	'{"a": 1, "b": 2, "c": 3}': jsonb ? ar-

Opérateur	Type de l'opérande droit	Description	Exemple
		bleau existe comme clef de premier niveau ?	<code>ray['b' , 'c']</code>
?&	text[]	Est-ce que toutes les <i>chaînes</i> du tableau existe comme clef de premier niveau ?	<code>'["a" , "b"]'::jsonb ?& array['a' , 'b']</code>
	jsonb	Effectue la concaténation de deux valeurs de type jsonb dans une nouvelle valeur jsonb	<code>'["a" , "b"]'::jsonb '["c" , "d"]'::jsonb</code>
-	text	Supprime la paire clef/valeur ou l'élément de type <i>chaîne</i> de l'opérande de gauche. Les paires clefs/valeurs sont sélectionnées selon la valeur de leur clef.	<code>'{ "a": "b" }'::jsonb - 'a'</code>
-	integer	Supprime l'élément du tableau ayant l'index indiqué (les nombres négatifs décomptent à partir de la fin du tableau). Lève une erreur si le conteneur de premier niveau n'est pas un tableau	<code>'["a" , "b"]'::jsonb - 1</code>
#-	text[]	Supprime le champ ou l'élément ayant le chemin indiqué (pour les tableaux JSON, les chiffres négatifs décomptent à partir de la fin)	<code>'["a" , { "b": 1 }]'::jsonb #- '{ 1, b }'</code>



Note

L'opérateur `||` concatène les éléments situés au premier niveau de chacun de ses opérandes. Il n'opère pas récursivement. Par exemple, si les deux opérandes sont des objets avec une clef commune, la valeur du champ dans le résultat sera uniquement celle de l'opérande de droite.

Tableau 9.44, « Fonctions de création de données JSON » montre les fonctions disponibles pour la création de valeurs json and jsonb values. (Il n'y a pas de fonctions équivalentes pour le type jsonb des fonctions `row_to_json` et `array_to_json`. Cependant, la fonction `to_jsonb` fournit la plupart des fonctionnalités que ces fonctions fourniraient.)

Tableau 9.44. Fonctions de création de données JSON

Fonction	Description	Exemple	Exemple du résultat
<code>to_json(anyelement)</code> <code>to_jsonb(anyelement)</code>	Renvoie la valeur en tant que type json ou jsonb. Les tableaux et valeurs composent sont convertis (récursevement) en tableaux et objets. Dans le cas contraire, s'il existe une conversion de ce type vers le type json, la fonction de conversion sera utilisée pour réaliser la conversion. Dans les autres cas, une valeur scalaire est produite. Pour tout type scalaire autre qu'un nombre, un booléen ou une valeur NULL, la représentation textuelle sera utilisée, de telle manière que cela soit une valeur valide pour les types json ou jsonb.	<code>to_json('Fred said "Hi."')::text</code>	<code>"Fred said \"Hi.\""</code>

Fonction	Description	Exemple	Exemple du résultat
<code>ar-ray_to_json(anyarray [, pretty_bool])</code>	<code>json</code>	Renvoie le tableau sous la forme d'un tableau JSON. Un tableau PostgreSQL multidimensionnel devient un tableau JSON de tableaux. Des retours à la ligne seront ajoutés entre les éléments de la première dimension si <code>pretty_bool</code> vaut true.	<code>ar-ray_to_json('{{1,5},{99,100}}')::int[]</code>
<code>row_to_json(record [, pretty_bool])</code>	<code>json</code>	Renvoie la ligne sous la forme d'un objet JSON. Des retours à la ligne seront ajoutés entre les éléments du niveau 1 si <code>pretty_bool</code> vaut true.	<code>row_to_json(row(1,'foo'))</code>
<code>json_build_array(VARIADIC "any")</code> <code>jsonb_build_array(VARIADIC "any")</code>	<code>json</code>	Construit un tableau JSON de type possiblement hétérogène à partir d'une liste d'arguments variables.	<code>json_build_array(1,2,'3',4,5)</code>
<code>json_build_object(VARIADIC "any")</code>	<code>int</code>	Construit un objet JSON à partir d'une liste d'arguments variables. Par convention, la liste d'arguments consiste en des clés et valeurs en alternance.	<code>json_build_object('foo',1,'bar',2)</code>
<code>json_object(text[])</code> <code>jsonb_object(text[])</code>		Construit un objet JSON à partir d'un tableau de textes. Le tableau doit avoir soit exactement une dimension avec un nombre pair de membres, auquel cas ils sont pris comme des paires clé/valeur en alternance, soit deux dimensions, de telle façon que chaque tableau interne contient exactement deux éléments, qui sont pris sous la forme d'une paire clé/valeur.	<code>{ "a": "1", "b": "def", "c": "3.5"}</code> <code>json_object('{{a,1},{b,"def"},{c,3.5}}')</code>
<code>json_object(keys text[], values text[])</code> <code>jsonb_object(keys text[], values text[])</code>		Cette forme de <code>json_object</code> prend des clés et valeurs sous forme de paires à partir de deux tableaux séparés. Tous les autres aspects sont identiques à la fonction avec un seul argument.	<code>{"a": "1", "b": "2"}</code> <code>json_object('{{1,2}}')</code>



Note

`array_to_json` et `row_to_json` ont le même comportement que `to_json`, en dehors du fait qu'elles ne proposent pas d'option d'affichage propre. Le comportement décrit pour `to_json` s'applique à chaque valeur individuelle convertie par les autres fonctions de création JSON.



Note

L'extension `hstore` dispose d'une conversion du type `hstore` vers le type `json`, pour que les valeurs `hstore` converties via les fonctions de création JSON seront représentées en tant qu'objets JSON et non pas en tant que les valeurs des chaînes de caractères habituelles.

Tableau 9.45, « Fonctions de traitement du JSON » montre les fonctions disponibles pour le traitement des valeurs json et jsonb.

Tableau 9.45. Fonctions de traitement du JSON

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Exemple de résultat						
json_array_length(json)	int	Renvoie le nombre d'éléments dans le tableau JSON externe.	json_array_length('[1,2,3,{"f1":1,"f2":[5,6]},4]')	5						
jsonb_array_length(jsonb)										
json_each(json)	setof key text, value json	SETOF key text, value json	Étend l'objet JSON extérieur en un ensemble de paires clé/valeur.	select * from json_each('{"a": "foo", "b": "bar"}')						
jsonb_each(jsonb)	setof key text, value jsonb									
json_each_text(json)	setof key text, value text	Étend l'objet JSON externe en un ensemble de paires clé/valeur. La valeur renvoyée est de type text.	select * from json_each_text('{"a": "foo", "b": "bar"}')	<table border="1"> <thead> <tr> <th>key</th> <th>value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>foo</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>bar</td> </tr> </tbody> </table>	key	value	a	foo	b	bar
key	value									
a	foo									
b	bar									
json_extract_path(from_json json, VARIADIC path_elems text[])	json	json	Renvoie l'objet JSON pointé par <i>path_elems</i> (équivalent à l'opérateur #>).	json_extract_path('{"f2":{"f3":1,"f4":{"f5":99,"f6":"foo"}}, "f4"}', 'f4')						
jsonb_extract_path(from_json jsonb, VARIADIC path_elems text[])	jsonb									
json_extract_path_text(from_json json, VARIADIC path_elems text[])	text	Renvoie l'objet JSON pointé par <i>path_elems</i> as text (équivalent à l'opérateur #>>).	json_extract_path_text('{"f2":{"f3":1,"f4":{"f5":99,"f6":"foo"}}, "f4"}', 'f4', 'f6')	foo						
jsonb_extract_path_text(from_json jsonb, VARIADIC path_elems text[])										
json_object_keys(json)	setof text	Renvoie l'ensemble de clés de l'objet externe JSON.	json_object_keys('{"f1": "abc", "f2": {"f3": "a", "f4": "b"} }')	<table border="1"> <thead> <tr> <th>json_object_keys</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f1</td> </tr> <tr> <td>f2</td> </tr> </tbody> </table>	json_object_keys	f1	f2			
json_object_keys										
f1										
f2										
jsonb_object_keys(jsonb)										
json_populate_record(base anyelement, from_json json)	anyelement	Étend l'objet dans <i>from_json</i> en une ligne dont les colonnes correspondent au type d'enregistrement défini par <i>base</i> (voir la note ci-dessous).	select * from json_populate_record(null::myrow type, '{"a":1,"b":2}')	<table border="1"> <thead> <tr> <th>a</th> <th>b</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	a	b	1	2		
a	b									
1	2									
jsonb_populate_record(base anyelement, from_json jsonb)										

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Exemple de résultat
json_populate_recordset(base anyelement, from_json json) jsonb_populate_recordset(base anyelement, from_json jsonb)	setof anyelement	Étend le tableau externe d'objets dans <i>from_json</i> en un ensemble de lignes dont les colonnes correspondent au type d'enregistrement défini par <i>base</i> (voir la note ci-dessous).	select * from json_populate_recordset(null::myrowtype, '[{"a":1,"b":2}, {"a":3,"b":4}]')	a b ---+--- 1 2 3 4
json_array_elements(json) jsonb_array_elements(jsonb)	setof json setof jsonb	Étend un tableau JSON en un ensemble de valeurs JSON.	select * from json_array_elements('[1,true,[2,false]]')	value ----- 1 true [2,false]
json_array_elements_text(json) jsonb_array_elements_text(jsonb)	setof text	Étend un tableau JSON en un ensemble de valeurs text.	select * from json_array_elements_text('["foo", "bar"]')	value ----- foo bar
json_typeof(json) jsonb_typeof(jsonb)	text	Renvoie le type de la valeur externe du JSON en tant que chaîne de type text. Les types possibles sont object, array, string, number, boolean et null.	json_typeof('-123.4')	number
json_to_record(json) jsonb_to_record(jsonb)	record	Construit un enregistrement arbitraire à partir d'un objet JSON (voir la note ci-dessous). Comme avec toutes les fonctions renvoyant le type record, l'appelant doit définir explicitement la structure du type record avec une clause AS.	select * from json_to_record('{"a":1,"b":[1,2,3],"c":"bar"}') as x(a int, b text, d text)	a b d ---+-----+--- 1 [1,2,3]
json_to_recordset(json) jsonb_to_records_set(jsonb)	setof record	Construit un ensemble arbitraire d'enregistrements à partir d'un tableau JSON d'objets (voir la note ci-dessous). Comme avec toutes les fonctions renvoyant le type record, l'appelant doit définir explicitement la structure du type record avec une clause AS.	select * from json_to_recordset('[{"a":1,"b":"foo"}, {"a":"2","c":"bar"}]') as x(a int, b text);	a b ---+--- 1 foo 2
json_strip_nulls(from_json json) jsonb_strip_nulls(from_json jsonb)	json jsonb	Renvoie <i>from_json</i> en omettant tous les champs des objets qui ont des valeurs NULL. Les autres valeurs NULL ne sont pas	json_strip_nulls('[{"f1":1,"f2":null},2,null,3]')	[{"f1":1},2,null,3]

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Exemple de résultat
		omises.		
jsonb_set(target jsonb, path text[], new_value jsonb[, create_missing boolean])	jsonb	Renvoie <i>target</i> avec la section dont le chemin est désigné par <i>path</i> remplacée par <i>new_value</i> , ou avec <i>new_value</i> ajouté si <i>create_missing</i> est true (ce qui est la valeur par défaut) et l'élément désigné par le chemin <i>path</i> n'existe pas. De la même manière qu'avec les opérateurs désignant des chemins, les nombres négatifs qui apparaissent dans <i>path</i> décomptent à partir de la fin des tableaux JSON.	jsonb_set('[[{"f1":1,"f2":null},2,null,3]', '{0,f1}', '[2,3,4]', false) jsonb_set('[[{"f1":1,"f2":null},2]', '{0,f3}', '[2,3,4]')	[{"f1":[2,3,4],"f2":null},2,null,3] [{"f1": 1, "f2": null, "f3": [2, 3, 4]}, 2]
jsonb_insert(target jsonb, path text[], new_value jsonb, [insert_after boolean])	jsonb	Renvoie <i>target</i> avec <i>new_value</i> inséré. Si la section <i>target</i> désignée par <i>path</i> est dans un tableau JSONB, <i>new_value</i> sera insérée avant la cible ou après la cible si <i>insert_after</i> vaut true (la valeur par défaut est false). Si la section <i>target</i> désignée par <i>path</i> est dans un objet JSONB, <i>new_value</i> sera inséré seulement si <i>target</i> n'existe pas. Tout comme avec les opérateurs orientés chemin, les entiers négatifs qui apparaissent dans <i>path</i> sont décomptés à partir de la fin des tableaux JSON.	jsonb_insert('{"a": [0,1,2]}', '{a, 1}', '"nouvelle_valeur") jsonb_insert('{"a": [0,1,2]}', '{a, 1}', '"nouvelle_valeur", true)	{"a": [0, "nouvelle_valeur", 1, 2]} {"a": [0, 1, "nouvelle_valeur", 2]}
jsonb_pretty(from_json jsonb)	text	Renvoie <i>from_json</i> comme texte JSON indenté.	jsonb_pretty('[[{"f1":1,"f2":null},2,null,3]')	[{ "f1": 1, "f2": null }, 2, null, 3]



Note

Un grand nombre de ces fonctions et opérateurs convertiront les échappements Unicode en chaînes JSON avec le caractère approprié. Ce n'est pas un problème si la valeur en entrée est de type jsonb parce que la conversion est déjà faite. Par contre, pour une valeur de type json, cela pourrait résulter par le renvoi d'une erreur comme indiqué

dans Section 8.14, « Types JSON ».

Note

Dans `json_populate_record`, `json_populate_recordset`, `json_to_record` et `json_to_recordset`, la coercion de type à partir de JSON est fait sur le principe du « meilleur effort » et pourrait ne pas résulter en les valeurs souhaitées pour certains types. Les clés JSON sont comparées aux colonnes de même nom dans le type row cible. Les champs JSON qui n'apparaissent pas dans le type row cible seront omis de la sortie, et les colonnes cibles qui ne correspondent à aucun champ JSON auront simplement pour valeur NULL.

Note

Tous les éléments du chemin du paramètre `path` des fonctions `jsonb_set` et `jsonb_insert`, sauf le dernier élément, doivent être présents dans la `target`. Si `create_missing` vaut `false`, tous les éléments du paramètre `path` de `jsonb_set` doivent être présents. Si ces conditions ne sont pas satisfaites, `target` est renvoyé inchangé.

Si le dernier élément d'un chemin est la clef d'un objet, il sera créé avec la nouvelle valeur si absent. Si le dernier élément d'un chemin est l'index d'un tableau, si il est positif, l'élément à positionner est trouvé en comptant à partir de la gauche. Si il est négatif, le décompte se fait à partir de la droite (par exemple, `-1` désigne l'élément le plus à droite, et ainsi de suite). Si l'élément est en dehors de l'intervalle existant `-longueur_tableau .. longeur_tableau - 1`, et `create_missing` est `true`, la nouvelle valeur est ajoutée au début du tableau pour un élément négatif, et à la fin du tableau pour un élément positif.

Note

La valeur de retour `null` de la fonction `json_typeof` ne doit pas être confondue avec la valeur SQL `NULL`. Bien qu'appeler `json_typeof('null'::json)` renverra `null`, appeler `json_typeof(NULL::json)` renverra un `NULL` au sens SQL.

Note

Si l'argument de `json_strip_nulls` contient des noms de champs dupliqués dans les objets, le résultat pourrait être sémantiquement quelque peu différent, dépendant de l'ordre dans lequel ils apparaissent. Ce n'est pas un problème pour `jsonb_strip_nulls` car les valeurs de type `jsonb` n'ont jamais des noms de champs dupliqués.

Voir aussi Section 9.20, « Fonctions d'agrégat » pour la fonction d'agrégat `json_agg` qui agrège les valeurs en tant que JSON, et la fonction d'agrégat `json_object_agg` qui agrège les paires de valeurs en un objet JSON, et leurs équivalents `jsonb`, `jsonb_agg` et `jsonb_object_agg`.

9.16. Fonctions de manipulation de séquences

Cette section décrit les fonctions opérant sur les *objets de type séquence*, aussi appelés générateurs de séquence ou tout simplement séquences). Les séquences sont des tables spéciales, mono-lignes, créées avec la commande `CREATE SEQUENCE(7)`. Les séquences sont habituellement utilisées pour générer des identifiants uniques de lignes d'une table. Les fonctions de séquence, listées dans le Tableau 9.46, « Fonctions séquence », fournissent des méthodes simples, et sûres en environnement multi-utilisateurs, d'obtention de valeurs successives à partir d'objets séquence.

Tableau 9.46. Fonctions séquence

Fonction	Type de retour	Description
<code>currval(regclass)</code>	<code>bigint</code>	Renvoie la valeur la plus récemment obtenue avec <code>nextval</code> pour la séquence indiquée
<code>lastval()</code>	<code>bigint</code>	Renvoie la valeur la plus récemment obtenue avec <code>nextval</code> pour toute séquence
<code>nextval(regclass)</code>	<code>bigint</code>	Incrémente la séquence et renvoie la nouvelle valeur
<code>setval(regclass, bigint)</code>	<code>bigint</code>	Positionne la valeur courante de la séquence

Fonction	Type de retour	Description
<code>setval(regclass, bigint, boolean)</code>	<code>bigint</code>	Positionne la valeur courante de la séquence et le drapeau <code>is_called</code>

La séquence à traiter par l'appel d'une fonction de traitement de séquences est identifiée par un argument `regclass`, qui n'est autre que l'OID de la séquence dans le catalogue système `pg_class`. Il n'est toutefois pas nécessaire de se préoccuper de la recherche de cet OID car le convertisseur de saisie du type de données `regclass` s'en charge. Il suffit d'écrire le nom de la séquence entre guillemets simples, de façon à le faire ressembler à un libellé. Pour obtenir une compatibilité avec la gestion des noms SQL ordinaires, la chaîne est convertie en minuscules, sauf si le nom de la séquence est entouré de guillemets doubles. Du coup :

<code>nextval('foo')</code>	<i>opère sur la séquence foo</i>
<code>nextval('FOO')</code>	<i>opère sur la séquence foo</i>
<code>nextval('"Foo"')</code>	<i>opère sur la séquence Foo</i>

Le nom de la séquence peut, au besoin, être qualifié du nom du schéma :

<code>nextval('mon_schema.foo')</code>	<i>opère sur mon_schema.foo</i>
<code>nextval('"mon_schema".foo')</code>	<i>identique à ci-dessus</i>
<code>nextval('foo')</code>	<i>parcourt le chemin de recherche pour trouver foo</i>

Voir la Section 8.18, « Types identifiant d'objet » pour plus d'informations sur `regclass`.



Note

Avant la version 8.1 de PostgreSQL™, les arguments des fonctions de traitement de séquences étaient du type `text`, et non `regclass`. De ce fait, les conversions précédemment décrites d'une chaîne de caractères en valeur OID se produisaient à chaque appel. Pour des raisons de compatibilité, cette fonctionnalité existe toujours. Mais, en interne, un transtypepage implicite est effectué entre `text` et `regclass` avant l'appel de la fonction.

Lorsque l'argument d'une fonction de traitement de séquences est écrit comme une simple chaîne de caractères, il devient une constante de type `regclass`. Puisqu'il ne s'agit que d'un OID, il permet de suivre la séquence originelle même en cas de renommage, changement de schéma... Ce principe de « lien fort » est en général souhaitable lors de références à la séquence dans les vues et valeurs par défaut de colonnes. Un « lien faible » est généralement souhaité lorsque la référence à la séquence est résolue à l'exécution. Ce comportement peut être obtenu en forçant le stockage des constantes sous la forme de constantes `text` plutôt que `regclass` :

<code>nextval('foo'::text)</code>	<i>foo est recherché à l'exécution</i>
-----------------------------------	--

Le lien faible est le seul comportement accessible dans les versions de PostgreSQL™ antérieures à 8.1. Il peut donc être nécessaire de le conserver pour maintenir la sémantique d'anciennes applications.

L'argument d'une fonction de traitement de séquences peut être une expression ou une constante. S'il s'agit d'une expression textuelle, le transtypepage implicite impose une recherche à l'exécution.

Les fonctions séquence disponibles sont :

`nextval`

Avance l'objet séquence à sa prochaine valeur et renvoie cette valeur. Ce fonctionnement est atomique : même si de multiples sessions exécutent `nextval` concurrentiellement, chacune obtient sans risque une valeur de séquence distincte.

Si un objet séquence a été créé avec les paramètres par défaut, les appels à `nextval` sur celui-ci renvoient des valeurs successives à partir de 1. D'autres comportements peuvent être obtenus en utilisant des paramètres spéciaux de la commande `CREATE SEQUENCE(7)` ; voir la page de référence de la commande pour plus d'informations.



Important

Pour éviter le blocage de transactions concurrentes qui obtiennent des nombres de la même séquence, une opération `nextval` n'est jamais annulée ; c'est-à-dire qu'une fois la valeur récupérée, elle est considérée utilisée et ne sera jamais renvoyée de nouveau. Ceci est vrai même si la transaction appelante finit par demander son annulation ou si la requête appelant finit par ne pas utiliser la valeur. Par exemple, un `INSERT` doté d'une clause `ON CONFLICT` traitera la ligne à insérer, en incluant tout appel requis à `nextval` avant de détecter un conflit qui déclenchera la règle `ON CONFLICT`. De tels cas laisseront des valeurs inutilisées (des trous) dans la séquence de valeurs utilisées. De ce fait, les séquences proposées par PostgreSQL™ *ne peuvent pas être utilisées pour obtenir des séquences « sans trou »*.

currval

Renvoie la valeur la plus récemment retournée par `nextval` pour cette séquence dans la session courante. (Une erreur est rapportée si `nextval` n'a jamais été appelée pour cette séquence dans cette session.) Parce qu'elle renvoie une valeur locale à la session, la réponse est prévisible, que d'autres sessions aient exécuté ou non la fonction `nextval` après la session en cours.

lastval

Renvoie la valeur la plus récemment retournée par `nextval` dans la session courante. Cette fonction est identique à `currval`, sauf qu'au lieu de prendre le nom de la séquence comme argument, elle se réfère à la dernière séquence utilisée par `nextval` dans la session en cours. Si `nextval` n'a pas encore été appelée dans la session en cours, un appel à `lastval` produit une erreur.

setval

Réinitialise la valeur du compteur de l'objet séquence. La forme avec deux paramètres initialise le champ `last_value` de la séquence à la valeur précisée et initialise le champ `is_called` à `true`, signifiant que le prochain `nextval` avance la séquence avant de renvoyer une valeur. La valeur renvoyée par `currval` est aussi configuré à la valeur indiquée. Dans la forme à trois paramètres, `is_called` peut être initialisé à `true` ou à `false`. `true` a le même effet que la forme à deux paramètres. Positionné à `false`, le prochain `nextval` retourne exactement la valeur indiquée et l'incrémentation de la séquence commence avec le `nextval` suivant. De plus, la valeur indiquée par `currval` n'est pas modifiée dans ce cas. Par exemple,

```
SELECT setval('foo', 42);          Le nextval suivant retourne 43
SELECT setval('foo', 42, true);    Comme ci-dessus
SELECT setval('foo', 42, false);   Le nextval suivant retourne 42
```

Le résultat renvoyé par `setval` est la valeur du second argument.

**Important**

Comme les séquences sont non transactionnelles, les modifications réalisées par `setval` ne sont pas annulées si la transaction est annulée.

Si un objet séquence a été créé avec les paramètres par défaut, les appels à `nextval` sur celui-ci renvoient des valeurs successives à partir de 1. D'autres comportements peuvent être obtenus en utilisant des paramètres spéciaux de la commande `CREATE SEQUENCE(7)` ; voir la page de référence de la commande pour plus d'informations.

**Important**

Pour éviter le blocage de transactions concurrentes qui obtiennent des nombres de la même séquence, une opération `nextval` n'est jamais annulée ; c'est-à-dire qu'une fois la valeur récupérée, elle est considérée utilisée, même si la transaction qui exécute `nextval` avorte par la suite. Cela signifie que les transactions annulées peuvent laisser des « trous » inutilisés dans la séquence des valeurs assignées. Les opérations `setval` ne sont jamais annulées non plus.

9.17. Expressions conditionnelles

Cette section décrit les expressions conditionnelles respectueuses du standard SQL disponibles avec PostgreSQL™.

**Astuce**

S'il s'avère nécessaire d'aller au-delà des possibilités offertes par les expressions conditionnelles, il faut considérer l'écriture d'une procédure stockée dans un langage de programmation plus expressif.

9.17.1. CASE

L'expression SQL CASE est une expression conditionnelle générique, similaire aux instructions if/else des autres langages de programmation :

```
CASE WHEN condition THEN résultat
      [WHEN ...]
      [ELSE résultat]
END
```

Les clauses CASE peuvent être utilisées partout où une expression est valide. Chaque *condition* est une expression qui renvoie un résultat de type boolean. Si le résultat de la condition est vrai, alors la valeur de l'expression CASE est le *résultat* qui suit la condition. Si le résultat de la condition n'est pas vrai, toutes les clauses WHEN suivantes sont parcourues de la même façon. Si aucune *condition* WHEN n'est vraie, alors la valeur de l'expression CASE est le *résultat* de la clause ELSE. Si la clause ELSE est omise et qu'aucune condition ne correspond, alors le résultat est nul.

Un exemple :

```
SELECT * FROM test;

a
---
1
2
3

SELECT a,
       CASE WHEN a=1 THEN 'un'
             WHEN a=2 THEN 'deux'
             ELSE 'autre'
      END
  FROM test;

a | case
---+-----
1 | un
2 | deux
3 | autre
```

Les types de données de toutes les expressions *résultat* doivent être convertibles dans un type de sortie unique. Voir la Section 10.5, « Constructions UNION, CASE et constructions relatives » pour plus de détails.

L'expression CASE qui suit est une variante de la forme générale ci-dessus :

```
CASE expression
      WHEN valeur THEN
        résultat
      [WHEN ...]
      [ELSE résultat]
END
```

La première *expression* est calculée et comparée à chacune des *valeur* des clauses WHEN jusqu'à en trouver une égale. Si aucune ne correspond, le *résultat* de la clause ELSE (ou une valeur NULL) est renvoyé(e). C'est similaire à l'instruction switch du langage C.

L'exemple ci-dessus peut être réécrit en utilisant la syntaxe CASE simple :

```
SELECT a,
       CASE a WHEN 1 THEN 'un'
             WHEN 2 THEN 'deux'
             ELSE 'autre'
      END
  FROM test;

a | case
---+-----
1 | un
2 | deux
3 | autre
```

Une expression CASE n'évalue pas les sous-expressions qui ne sont pas nécessaires pour déterminer le résultat. Par exemple, une façon possible d'éviter une division par zéro :

```
SELECT ... WHERE CASE WHEN x <> 0 THEN y/x > 1.5 ELSE false END;
```



Note

Comme décrit dans Section 4.2.14, « Règles d'évaluation des expressions », il existe plusieurs situations dans lesquelles les sous-expressions d'une expression sont évaluées à des moments différents. De fait, le principe suivant

lequel « CASE évalue seulement les sous-expressions nécessaires » n'est pas garanti. Par exemple, une sous-expression constante 1/0 renvoie normalement une erreur de division par zéro lors de la planification, même s'il s'agit d'une branche de CASE qui ne serait jamais choisie à l'exécution.

9.17.2. COALESCE

```
COALESCE(valeur [ , ... ])
```

La fonction COALESCE renvoie le premier de ses arguments qui n'est pas nul. Une valeur NULL n'est renvoyée que si tous les arguments sont nuls. Cette fonction est souvent utile pour substituer une valeur par défaut aux valeurs NULL lorsque la donnée est récupérée pour affichage. Par exemple :

```
SELECT COALESCE(description, description_courte, '(aucune)') ...
```

Cela renvoie `description` si sa valeur est non NULL. Sinon `courte_description` s'il est lui-même non NULL, et enfin `(none)`.

À l'instar d'une expression CASE, COALESCE n'évalue pas les arguments inutiles à la détermination du résultat ; c'est-à-dire que tous les arguments à la droite du premier argument non nul ne sont pas évalués. Cette fonction SQL standard fournit des fonctionnalités similaires à NVL et IFNULL, qui sont utilisées dans d'autres systèmes de bases de données.

9.17.3. NULLIF

```
NULLIF(valeur1, valeur2)
```

La fonction NULLIF renvoie une valeur NULL si `valeur1` et `valeur2` sont égales ; sinon, elle renvoie `valeur1`.

On peut s'en servir pour effectuer l'opération inverse de l'exemple de COALESCE donné ci-dessus :

```
SELECT NULLIF(valeur, '(aucune)') ...
```

Dans cet exemple, si `valeur` vaut `(aucune)`, la valeur NULL est renvoyée, sinon la valeur de `valeur` est renvoyée.

9.17.4. GREATEST et LEAST

```
GREATEST(valeur [ , ... ])
```

```
LEAST(valeur [ , ... ])
```

Les fonctions GREATEST et LEAST sélectionnent, respectivement, la valeur la plus grande et la valeur la plus petite d'une liste d'expressions. Elles doivent être toutes convertibles en un type de données commun, type du résultat (voir la Section 10.5, « Constructions UNION, CASE et constructions relatives » pour les détails). Les valeurs NULL contenues dans la liste sont ignorées. Le résultat est NULL uniquement si toutes les expressions sont NULL.

GREATEST et LEAST ne sont pas dans le standard SQL mais sont des extensions habituelles. D'autres SGBD leur imposent de retourner NULL si l'un quelconque des arguments est NULL, plutôt que lorsque tous les arguments sont NULL.

9.18. Fonctions et opérateurs de tableaux

Le Tableau 9.47, « Opérateurs pour les tableaux » présente les opérateurs disponibles pour les types tableaux.

Tableau 9.47. Opérateurs pour les tableaux

Opérateur	Description	Exemple	Résultat
=	égal à	ARRAY[1.1,2.1,3.1]::int[] = ARRAY[1,2,3]	t
<>	différent de	ARRAY[1,2,3] <> ARRAY[1,2,4]	t
<	inférieur à	ARRAY[1,2,3] < ARRAY[1,2,4]	t
>	supérieur à	ARRAY[1,4,3] > ARRAY[1,2,4]	t
<=	inférieur ou égal à	ARRAY[1,2,3] <= ARRAY[1,2,3]	t
>=	supérieur ou égal à	ARRAY[1,4,3] >= ARRAY[1,4,3]	t

Opérateur	Description	Exemple	Résultat
@>	contient	ARRAY[1,4,3] @> ARRAY[3,1]	t
<@	est contenu par	ARRAY[2,7] <@ ARRAY[1,7,4,2,6]	t
&&	se chevauchent (ont des éléments en commun)	ARRAY[1,4,3] && ARRAY[2,1]	t
	concaténation de tableaux	ARRAY[1,2,3] ARRAY[4,5,6]	{1,2,3,4,5,6}
	concaténation de tableaux	ARRAY[1,2,3] RAY[[4,5,6],[7,8,9]]	{ {1,2,3}, {4,5,6}, {7,8,9} }
	concaténation d'un élément avec un tableau	3 ARRAY[4,5,6]	{3,4,5,6}
	concaténation d'un tableau avec un élément	ARRAY[4,5,6] 7	{4,5,6,7}

Les comparaisons de tableaux comparent les contenus des tableaux élément par élément, en utilisant la fonction de comparaison par défaut du B-Tree pour le type de données de l'élément. Dans les tableaux multi-dimensionnels, les éléments sont visités dans l'ordre des colonnes (« row-major order », le dernier indice varie le plus rapidement). Si le contenu de deux tableaux est identique mais que les dimensions sont différentes, la première différence dans l'information de dimension détermine l'ordre de tri. (Ce fonctionnement diffère de celui des versions de PostgreSQL™ antérieures à la 8.2 : les anciennes versions indiquent que deux tableaux de même contenu sont identiques même si le nombre de dimensions ou les échelles d'indices diffèrent.)

Voir la Section 8.15, « Tableaux » pour plus de détails sur le comportement des opérateurs. Voir Section 11.2, « Types d'index » pour plus d'informations sur les opérateurs qui supportent les opérations indexées.

Le Tableau 9.48, « Fonctions pour les tableaux » présente les fonctions utilisables avec des types tableaux. Voir la Section 8.15, « Tableaux » pour plus d'informations et des exemples d'utilisation de ces fonctions.

Tableau 9.48. Fonctions pour les tableaux

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
array_append (anyarray, anyelement)	anyarray	ajoute un élément à la fin d'un tableau	ar-ray_append(ARRAY[1,2], 3)	{1,2,3}
array_cat (anyarray, anyarray)	anyarray	concatène deux tableaux	ar-ray_cat(ARRAY[1,2,3], AR-RAY[4,5])	{1,2,3,4,5}
(anya array_ndimsrray)	int	renvoie le nombre de dimensions du tableau	ar-ray_ndims(ARRAY[[1,2,3], [4,5,6]])	2
array_dims (anyarray)	text	renvoie une représentation textuelle des dimensions d'un tableau	ar-ray_dims(array[[1,2,3], [4,5,6]])	[1:2][1:3]
(anyel array_fillment, int[], int[]])	anyarray	renvoie un tableau initialisé avec une valeur et des dimensions fournies, en option avec des limites basses autre que 1	array_fill(7, ARRAY[3], AR-RAY[2])	[2:4]={7,7,7}
(any array_lengthar-	int	renvoie la longueur de la dimension du tableau	ar-ray_length(array)	3

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
ray, int)			[1, 2, 3], 1)	
array_lower (anyarray, int)	int	renvoie la limite inférieure du tableau donné	ar-ray_lower('[0:2] ={1,2,3}':::int[] , 1)	0
(a ny ar ra array_positiony, anyelement [, int])	int	renvoie la position dans le tableau de la première occurrence du second argument, en débutant la recherche par le troisième argument ou au premier élément (le tableau doit être à une dimension)	ar-ray_position(ARRAY['sun','mon','tue','wed','thu','fri','sat'], 'mon')	2
(a n y a r r a y array_positions, anyelement)	int[]	renvoie un tableau des positions de toutes les occurrences du second argument dans le tableau indiqué comme premier argument (le tableau doit être à une dimension)	ar-ray_positions(ARRAY['A','A','B','A'], 'A')	{1,2,4}
array_prepend (anyelement, anyarray)	anyarray	ajoute un élément au début d'un tableau	arrayprepend(1, ARRAY[2,3])	{1,2,3}
(any array_removear- ray, anyelement)	anyarray	supprime tous les éléments égaux à la valeur donnée à partir du tableau (qui doit n'avoir qu'une seule dimension)	ar-ray_remove(ARRAY[1,2,3,2], 2)	{1,3}
(an yar ray array_replace, anyelement, anyelement)	anyarray	remplace chaque élément d'un tableau égal à la valeur donnée par la nouvelle valeur	ar-ray_replace(ARRAY[1,2,5,4], 5, 3)	{1,2,3,4}
(a n y a r r a y array_to_string, text [, text])	text	concatène des éléments de tableau en utilisant le délimiteur fourni et une chaîne nulle optionnelle	ar-ray_to_string(ARRAY[1, 2, 3, NULL, 5], ',', '*')	1,2,3,* ,5
array_upper (anyarray, int)	int	renvoie la limite supérieure du tableau donné	ar-ray_upper(ARRAY[1,8,3,7], 1)	4
(anya cardinalityrray)	int	renvoie le nombre total d'éléments dans le tableau ou 0 si le tableau est vide	cardinali- ty(ARRAY[[1,2],[3,4]]))	4
(text[]	divise une chaîne en ta-	string_to_array({xx,NULL,zz}

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
text, text [, text])		bleau d'éléments en utilisant le délimiteur fourni et la chaîne nulle optionnelle	'xx~^~yy~^~zz' , '<^~, 'yy')	
unnest(anyarray)	setof anyelement	étend un tableau à un ensemble de lignes	unnest(ARRAY[1,2])	1 2 (2 rows)
unnest(anyarray, anyarray [, ...])	setof anyelement, anyelement [, ...]	étend les différents tableaux (possiblement de types différents) en un ensemble de lignes. Ceci est autorisé dans la clause FROM ; voir Section 7.2.1.4, « Fonctions de table »	unnest(ARRAY[1,2], AR-RAY['foo','bar','baz'])	1 foo 2 bar NULL baz (3 rows)

Dans les fonctions `array_position` et `array_positions`, chaque élément du tableau est comparé à la valeur recherchée en utilisant la sémantique de `IS NOT DISTINCT FROM`.

Dans la fonction `array_position`, `NULL` est renvoyé si la valeur n'est pas trouvée.

Dans la fonction `array_positions`, `NULL` est renvoyé uniquement si le tableau est `NULL` ; si la valeur n'est pas trouvée, un tableau vide est renvoyée à la place.

Dans `string_to_array`, si le délimiteur vaut `NULL`, chaque caractère de la chaîne en entrée deviendra un élément séparé dans le tableau résultant. Si le délimiteur est une chaîne vide, alors la chaîne entière est renvoyée dans un tableau à un élément. Dans les autres cas, la chaîne en entrée est divisée à chaque occurrence du délimiteur.

Dans `string_to_array`, si le paramètre `chaîne_null` est omis ou vaut `NULL`, aucune des sous-chaînes en entrée ne sera remplacée par `NULL`. Dans `array_to_string`, si le paramètre `chaîne_null` est omis ou vaut `NULL`, tous les éléments `NULL` du tableau seront simplement ignorés et non représentés dans la chaîne en sortie.



Note

Il existe deux différences dans le comportement de `string_to_array` avec les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 9.1. Tout d'abord, il renverra un tableau vide (à zéro élément) plutôt que `NULL` quand la chaîne en entrée est de taille zéro. Ensuite, si le délimiteur vaut `NULL`, la fonction divise l'entrée en caractères individuels plutôt que de renvoyer `NULL` comme avant.

Voir aussi Section 9.20, « Fonctions d'agrégat » à propos de la fonction d'agrégat `array_agg` à utiliser avec les tableaux.

9.19. Fonctions et opérateurs sur les données de type range

Voir Section 8.17, « Types intervalle de valeurs » pour un aperçu des types range.

Tableau 9.49, « Opérateurs pour les types range » montre les opérateurs disponibles pour les types range.

Tableau 9.49. Opérateurs pour les types range

Opérateur	Description	Exemple	Résultat
=	égal	int4range(1,5) = '[1,4]': int4range	t
<>	différent	numrange(1.1,2.2) <> numrange(1.1,2.3)	t
<	plus petit que	int4range(1,10) < int4range(2,3)	t
>	plus grand que	int4range(1,10) > int4range(1,5)	t
<=	plus petit ou égal	numrange(1.1,2.2) <= t	

Opérateur	Description	Exemple	Résultat
		numrange(1.1,2.2)	
<>=	plus grand ou égal	numrange(1.1,2.2) >= numrange(1.1,2.0)	t
@>	contient	int4range(2,4) @> int4range(2,3)	t
@>	contient l'élément	'[2011-01-01,2011-03-01)::tsrange @> '2011-01-10'::timestamp	t
<@	contenu par	int4range(2,4) <@ int4range(1,7)	t
<@	l'élément est contenu par	42 <@ int4range(1,7)	f
&&	surcharge (ont des points en commun)	int8range(3,7) && int8range(4,12)	t
<<	strictement à la gauche de	int8range(1,10) << int8range(100,110)	t
>>	strictement à la droite de	int8range(50,60) >> int8range(20,30)	t
&<	ne s'étend pas à droite de	int8range(1,20) &< int8range(18,20)	t
&>	ne s'étend pas à gauche de	int8range(7,20) &> int8range(5,10)	t
- -	est adjacent à	numrange(1.1,2.2) - - numrange(2.2,3.3)	t
+	union	numrange(5,15) + numrange(10,20)	[5,20)
*	intersection	int8range(5,15) * int8range(10,20)	* [10,15)
-	différence	int8range(5,15) - int8range(10,20)	[5,10)

Les opérateurs de comparaison simples <, >, <= et >= comparent tout d'abord les limites basses. Si elles sont égales, elles comparent les limites hautes. Ces comparaisons ne sont généralement pas très utiles pour les données de type range mais sont néanmoins fournies pour permettre la construction d'index B-tree sur les ranges.

Les opérateurs à gauche de/à droite de/adjacent renvoient toujours false quand une donnée vide de type range est fournie. Cela signifie qu'un intervalle vide est toujours considéré comme n'étant ni avant ni après tout autre intervalle.

Les opérateurs d'union et de différence échoueront si l'intervalle résultant doit contenir des intervalles disjoints (un tel intervalle ne peut pas être représenté).

Tableau 9.50, « Fonctions range » montre les fonctions disponibles pour les types range.

Tableau 9.50. Fonctions range

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
lower(anyrange)	type de l'élément de l'intervalle	limite basse de l'intervalle	lower(numrange(1.1,2.2))	1.1
upper(anyrange)	type de l'élément de l'intervalle	limite haute de l'intervalle	upper(numrange(1.1,2.2))	2.2
(anyrange isempty)	boolean	l'intervalle est-il vide ?	isempty(numrange(1.1,2.2))	false

Fonction	Type renvoyé	Description	Exemple	Résultat
(anyran lower_incge)	boolean	la limite basse est-elle incluse ?	lo- wer_inc(numrange (1.1,2.2))	true
(anyran upper_incge)	boolean	la limite haute est-elle incluse ?	up- per_inc(numrange (1.1,2.2))	false
(anyran lower_infge)	boolean	la limite basse est-elle infinie ?	lo- wer_inf('(',')'::da- terange)	true
(anyran upper_infge)	boolean	la limite haute est-elle infinie ?	up- per_inf('(',')'::da- terange)	true
(anyr range_mergeange, anyrange)	anyrange	le plus petit intervalle qui inclut les deux indiqués	range_merge('[1, 2)::int4range, '[3,4)::int4ran- ge)	[1,4)

Les fonctions lower et upper renvoient NULL si la donnée de type range est vide ou si la limite demandée est infinie. Les fonctions lower_inc, upper_inc, lower_inf et upper_inf renvoient toutes false pour une donnée vide de type range.

9.20. Fonctions d'agrégat

Les *fonctions d'agrégat* calculent une valeur unique à partir d'un ensemble de valeurs en entrée. Les fonctions d'agrégats intégrées sont listées dans Tableau 9.51, « Fonctions d'agrégat générales » et Tableau 9.52, « Fonctions d'agrégats pour les statistiques ». Les fonctions internes d'agrégat pour les ensembles triés sont listées dans Tableau 9.53, « Fonctions d'agrégat par ensemble trié » et Tableau 9.54, « Fonctions d'agrégat par ensemble hypothétique ». Les opérations de regroupement, qui sont proches des fonctions d'agrégats, sont listées dans le Tableau 9.55, « Opérations de regroupement ». La syntaxe particulière des fonctions d'agrégat est décrite dans la Section 4.2.7, « Expressions d'agrégat ». La Section 2.7, « Fonctions d'agrégat » fournit un supplément d'informations introductives.

Tableau 9.51. Fonctions d'agrégat générales

Fonction	Type d'argument	Type de retour	Mode partiel	Description
array_agg(<i>expression</i>)	tout type non tableau	tableau du type de l'argument	Non	les valeurs en entrée, pouvant inclure des valeurs NULL, concaténées dans un tableau
array_agg(<i>expression</i>)	tout type tableau	identique au type de données de l'argument	Non	les tableaux en entrée sont concaténés dans un tableau englobant (les tableaux en entrée doivent tous être de même dimension et ne peuvent être vides ou NULL)
avg(<i>expression</i>)	smallint, int, bigint, real, double precision, numeric ou interval	numeric pour tout argument de type entier, double precision pour tout argument en virgule flottante, sinon identique au type de données de l'argument	Oui	la moyenne arithmétique de toutes les valeurs en entrée
bit_and(<i>expression</i>)	smallint, int, bigint ou bit	identique au type de données de l'argument	Oui	le AND bit à bit de toutes les valeurs non NULL en entrée ou NULL s'il n'y en a pas
bit_or(<i>expression</i>)	smallint, int, bigint ou bit	identique au type de données de l'argument	Oui	le OR bit à bit de toutes les valeurs non NULL en entrée ou NULL s'il n'y en a pas

Fonction	Type d'argument	Type de retour	Mode partiel	Description
<code>any(<i>expression</i>)</code>	bit	données de l'argument		les valeurs non NULL en entrée ou NULL s'il n'y en a pas
<code>bool_and(<i>expression</i>)</code>	bool	bool	Oui	true si toutes les valeurs en entrée valent true, false sinon
<code>bool_or(<i>expression</i>)</code>	bool	bool	Oui	true si au moins une valeur en entrée vaut true, false sinon
<code>count(*)</code>		bigint	Oui	nombre de lignes en entrée
<code>count(<i>expression</i>)</code>	tout type	bigint	Oui	nombre de lignes en entrée pour lesquelles l' <i>expression</i> n'est pas NULL
	bool	bool	Oui	équivalent à <code>bool_and</code>

Fonction	Type d'argument	Type de retour	Mode partiel	Description
)				
<code>json_agg(<i>expression</i>)</code>	any	json	Non	agrège les valeurs sous la forme d'un tableau JSON
<code>jsonb_agg(<i>expression</i>)</code>	any	jsonb	Non	agrège les valeurs sous la forme d'un tableau JSON
	(any, any)	json	Non	agrège les paires nom/valeur en tant qu'objet JSON

Fonction	Type d'argument	Type de retour	Mode partiel	Description
<code>name, value)</code>				
<code>jsonb_object_agg (name, value)</code>	(any, any)	jsonb	Non	agrège les paires nom/valeur en tant qu'objet JSON
<code>max(expression)</code>	tout type numeric, string, date/time, network, or enum ou tableau de ces types	identique au type en argument	Oui	valeur maximale de l' <code>expression</code> pour toutes les valeurs en entrée
<code>min(expression)</code>	tout type numeric, string, date/time, network ou enum, ou tableaux de ces types	identique au type en argument	Oui	valeur minimale de l' <code>expression</code> pour toutes les valeurs en entrée
<code>string_agg(expression , delimiter)</code>	(text, text) ou (bytea, bytea)	identique aux arguments	Non	valeurs en entrées concaténées dans une chaîne, séparées par un délimiteur
<code>sum(expression)</code>	smallint, int, bigint, real, double precision, numeric, interval ou money	bigint pour les arguments de type smallint ou int, numeric pour les arguments de type bigint, sinon identique au type de données de l'argument	Oui	somme de l' <code>expression</code> pour toutes les valeurs en entrée
<code>xmlagg(expression)</code>	xml	xml	Non	concaténation de valeurs XML (voir aussi Section 9.14.1.7, « <code>xmlagg</code> »)

En dehors de `count`, ces fonctions renvoient une valeur `NULL` si aucune ligne n'est sélectionnée. En particulier, une somme (`sum`) sur aucune ligne renvoie `NULL` et non zéro, et `array_agg` renvoie `NULL` plutôt qu'un tableau vide quand il n'y a pas de lignes en entrée. La fonction `coalesce` peut être utilisée pour substituer des zéros ou un tableau vide aux valeurs `NULL` quand cela est nécessaire.

Les fonctions d'agrégat qui supportent le *mode partiel* sont éligibles à participer à différentes optimisations, tel que les agrégats parallèles.



Note

Les agrégats booléens `bool_and` et `bool_or` correspondent aux agrégats standard du SQL `every` et `any` ou `some`. Pour `any` et `some`, il semble qu'il y a une ambiguïté dans la syntaxe standard :

```
SELECT b1 = ANY((SELECT b2 FROM t2 ...)) FROM t1 ...;
```

Ici, `ANY` peut être considéré soit comme introduisant une sous-requête soit comme étant une fonction d'agrégat, si la sous-requête renvoie une ligne avec une valeur booléenne si l'expression de sélection ne renvoie qu'une ligne. Du coup, le nom standard ne peut être donné à ces agrégats.



Note

Les utilisateurs habitués à travailler avec d'autres systèmes de gestion de bases de données SQL peuvent être surpris par les performances de l'agrégat `count` lorsqu'il est appliqué à la table entière. En particulier, une requête identique à

```
SELECT count(*) FROM ma_table;
```

nécessitera un travail proportionnel à la taille de la table : PostgreSQL™ devra parcourir complètement la table ou un de ses index (comprenant toutes les lignes de la table).

Les fonctions d'agrégat `array_agg`, `json_agg`, `jsonb_agg`, `json_object_agg`, `jsonb_object_agg`, `string_agg` et `xmlagg`, ainsi que d'autres fonctions similaires d'agrégats définies par l'utilisateur, produisent des valeurs de résultats qui ont

un sens différents, dépendant de l'ordre des valeurs en entrée. Cet ordre n'est pas précisé par défaut mais peut être contrôlé en ajoutant une clause ORDER BY comme indiquée dans Section 4.2.7, « Expressions d'agrégat ». Une alternative revient à fournir les valeurs à partir d'une sous-requête triée fonctionnera généralement. Par exemple :

```
SELECT xmlagg(x) FROM (SELECT x FROM test ORDER BY y DESC) AS tab;
```

Attention que cette approche peut échouer si la requête externe contient un traitement supplémentaire, telle qu'une jointure, car cela pourrait causer le tri de la sortie de la sous-requête avant le calcul de l'agrégat.

Tableau 9.52, « Fonctions d'agrégats pour les statistiques » présente les fonctions d'agrégat typiquement utilisées dans l'analyse statistique. (Elles sont séparées pour éviter de grossir la liste des agrégats les plus utilisés.) Là où la description mentionne N , cela représente le nombre de lignes en entrée pour lesquelles toutes les expressions en entrée sont non NULL. Dans tous les cas, NULL est renvoyé si le calcul n'a pas de signification, par exemple si N vaut zéro.

Tableau 9.52. Fonctions d'agrégats pour les statistiques

Fonction	Type de l'argument	Type renvoyé	Mode partiel	Description
<code>corr(Y, X)</code>	double precision	double precision	Oui	coefficient de corrélation
<code>covar_pop(Y, X)</code>	double precision	double precision	Oui	covariance de population
<code>covar_samp(Y, X)</code>	double precision	double precision	Oui	covariance exemple
<code>regr_avgx(Y, X)</code>	double precision	double precision	Oui	moyenne de la variable indépendante ($\text{sum}(X) / N$)
<code>regr_avgy(Y, X)</code>	double precision	double precision	Oui	moyenne de la variable dépendante ($\text{sum}(Y) / N$)
<code>regr_count(Y, X)</code>	double precision	bigint	Oui	nombre de lignes dans lesquelles les deux expressions sont non NULL
	double precision	double precision	Oui	interception de l'axe y pour l'équation linéaire de la méthode des moindres carrés déterminée par les paires (X, Y)

Fonction	Type de l'argument	Type renvoyé	Mode partiel	Description
<code>, X)</code>				
<code>regr_r2(Y, X)</code>	double precision	double precision	Oui	carré du coefficient de corrélation
<code>regr_slope(Y, X)</code>	double precision	double precision	Oui	inclinaison pour l'équation linéaire de la méthode des moindres carrés déterminée par les paires (X, Y)
<code>regr_sxx(Y, X)</code>	double precision	double precision	Oui	$\sum(X^2) - \sum(X)^2 / N$ (« somme des carrés » de la variable indépendante)
<code>regr_sxy(Y, X)</code>	double precision	double precision	Oui	$\sum(X*Y) - \sum(X) * \sum(Y) / N$ (« somme des produits » de la variable indépendante multipliée par la variable dépendante)
<code>regr_syy(Y, X)</code>	double precision	double precision	Oui	$\sum(Y^2) - \sum(Y)^2 / N$ (« somme des carrés » de la variable dépendante)
<code>stddev(expression)</code>	smallint, int, bigint, real, double precision ou numeric	double precision pour les arguments en virgule flottante, numeric sinon	Oui	alias historique pour <code>stddev_samp</code>
<code>stddev_pop(expression)</code>	smallint, int, bigint, real, double precision ou numeric	double precision pour les arguments en virgule flottante, numeric sinon	Oui	écart type de la population pour les valeurs en entrée
<code>stddev_samp(expression)</code>	smallint, int, bigint, real, double precision ou numeric	double precision pour les arguments en virgule flottante, numeric sinon	Oui	exemple d'écart type pour les valeurs en entrée
<code>variance(expression)</code>	smallint, int, bigint, real, double precision ou numeric	double precision pour les arguments en virgule flottante, sinon numeric	Oui	alias historique de <code>var_samp</code>
<code>var_pop(expression)</code>	smallint, int, bigint, real, double precision ou numeric	double precision pour les arguments en virgule flottante, sinon numeric	Oui	variance de la population des valeurs en entrée (carré de la déviation standard de la population)
<code>var_samp(expression)</code>	smallint, int, bigint, real, double precision ou numeric	double precision for floating-point arguments, otherwise numeric	Oui	variance des valeurs en entrée (carré de la déviation standard)

Tableau 9.53, « Fonctions d'agrégat par ensemble trié » montre certaines fonctions d'agrégat qui utilisent la syntaxe des *agrégats d'ensemble trié*. Ces fonctions sont parfois référencées en tant que fonctions de « distribution inverse ».

Tableau 9.53. Fonctions d'agrégat par ensemble trié

Fonction	Type(s) d'argument direct(s)	Type(s) d'argument agrégé(s)	Type renvoyé	Mode partiel	Description
<code>mode() WITHIN</code>		tout type triable	identique à	Non	renvoie la valeur en

Fonction	Type(s) d'argument direct(s)	Type(s) d'argument agrégé(s)	Type renvoyé	Mode partiel	Description
GROUP (ORDER BY <i>sort_expression</i>)			l'expression de tri		entrée la plus fréquente (choisie arbitrairement dans le cas où plusieurs valeurs ont la même fréquence)
percentile_continue(<i>on</i>) WITHIN GROUP (ORDER BY <i>sort_expression</i>)	double precision	double precision ou interval	identique à l'expression de tri	Non	centile continue : renvoie une valeur correspondant à la fraction spécifiée dans l'ordre, avec une interpolation entre les éléments adjacents en entrée si nécessaire
percentile_continue()	double precision[]	double precision ou interval	tableau du type de l'expression de tri	Non	multiple centile continue : renvoie un tableau de résultats correspondant au format du paramètre <i>fractions</i> , chaque élément étant un élément non NULL remplacé par la valeur correspondant à ce centile

Fonction	Type(s) d'argument direct(s)	Type(s) d'argument agrégé(s)	Type renvoyé	Mode partiel	Description
) WITHIN GROUP (ORDER BY <i>sort_expression</i>)					
percentile_disc(<i>on</i>) WITHIN GROUP (ORDER BY <i>sort_expression</i>)	double precision	tout type triable	identique à l'expression de tri	Non	centile discrète : renvoie la première valeur en entrée dont la position dans le tri est identique ou égale à la fraction indiquée
percentile_fraction()	double precision[]	tout type triable	tableau du type de l'expression de tri	Non	plusieurs centile discrète : renvoie un tableau de résultats correspondant au format du paramètre <i>fractions</i> , avec chaque élément non NULL remplacé par la valeur en entrée correspondant à ce centile

Fonction	Type(s) d'argument direct(s)	Type(s) d'argument agrégé(s)	Type renvoyé	Mode partiel	Description
) WITHIN GROUP (ORDER BY <i>sort_expression</i>)					

Tous les agrégats listés dans Tableau 9.53, « Fonctions d'agrégat par ensemble trié » ignorent les valeurs NULL dans leur entrée triée. Pour ceux qui prennent un paramètre *fraction*, la valeur de la fraction doit valoir entre 0 et 1 ; une erreur est renvoyée dans le cas contraire. Néanmoins, une valeur nulle de fraction produit simplement un résultat nul.

Chaque agrégat listé dans Tableau 9.54, « Fonctions d'agrégat par ensemble hypothétique » est associé avec une fonction de fenêtrage de même définie dans Section 9.21, « Fonctions Window ». Dans chaque cas, le résultat de l'agrégat est la valeur que la fonction de fenêtrage associée aurait renvoyée pour la ligne « hypothétique » construite à partir de *args*, si une telle ligne a été ajoutée au groupe trié de lignes calculé à partir de *sorted_args*.

Tableau 9.54. Fonctions d'agrégat par ensemble hypothétique

Fonction	Type(s) d'argument direct(s)	Type(s) d'argument agrégé(s)	Type renvoyé	Mode partiel	Description
rank(<i>args</i>) WITHIN GROUP (ORDER BY <i>sorted_args</i>)	VARIADIC "any"	VARIADIC "any"	bigint	Non	rang de la ligne hypothétique, avec des trous pour les lignes dupliquées
<i>ar</i>	VARIADIC "any"	VARIADIC "any"	bigint	Non	rang de la ligne hypothétique, sans trous

Fonction	Type(s) d'argument direct(s)	Type(s) d'argument agré- gé(s)	Type renvoyé	Mode partiel	Description
) WITHIN GROUP (ORDER BY <i>sor- ted_args</i>)	VARIADIC "any"	VARIADIC "any"	double precision	Non	rang relatif de la ligne hypothétique, de 0 à 1

Fonction	Type(s) d'argument direct(s)	Type(s) d'argument agrégé(s)	Type renvoyé	Mode partiel	Description
<code>args) WITHIN GROUP (ORDER BY <i>sor-</i> <i>ted_args</i>)</code>					
<code>arg cume_dist(<i>s</i>) WITHIN GROUP (ORDER BY <i>sorted_args</i>)</code>	VARIADIC "any"	VARIADIC "any"	double precision	Non	rang relatif de la ligne hypothétique, de 1/N à 1

Pour chacun de ces agrégats par ensemble trié, la liste des arguments directs donnés dans `args` doit correspondre au nombre et aux types des arguments d'agrégat donnés dans `sorted_args`. Contrairement aux agrégats internes, ces agrégats ne sont pas stricts, c'est-à-dire qu'ils ne suppriment pas les lignes en entrée contentant des NULL. Les valeurs NULL sont triées suivant la règle spécifiée dans la clause ORDER BY.

Tableau 9.55. Opérations de regroupement

Fonction	Type renvoyé	Description
<code>GROUPING(<i>args</i>...)</code>	integer	Masque entier de bits indiquant les arguments non inclus dans l'ensemble de regroupement courant

Les opérations de regroupement sont utilisées en conjonction avec les ensembles de regroupement (voir Section 7.2.4, « GROUPING SETS, CUBE et ROLLUP ») pour distinguer les lignes résultantes. Les arguments de GROUPING ne sont pas évalués, mais ils doivent correspondre exactement aux expressions indiquées dans la clause GROUP BY de la requête associée. Les bits sont assignés avec l'argument le plus à droite comme le bit le moins significatif ; chaque bit est à 0 si l'expression correspondante est incluse dans le critère de regroupement générant la ligne résultat, et à 1 si elle ne l'est pas. Par exemple :

```
=> SELECT * FROM items_sold;
 make | model | sales
-----+-----+
 Foo   | GT    | 10
 Foo   | Tour   | 20
 Bar   | City   | 15
 Bar   | Sport  | 5
(4 rows)

=> SELECT make, model, GROUPING(make,model), sum(sales) FROM items_sold GROUP BY
ROLLUP(make,model);
 make | model | grouping | sum
-----+-----+-----+-----+
 Foo   | GT    | 0     | 10
 Foo   | Tour   | 0     | 20
 Bar   | City   | 0     | 15
 Bar   | Sport  | 0     | 5
 Foo   |        | 1     | 30
 Bar   |        | 1     | 20
                   |        | 3     | 50
(7 rows)
```

9.21. Fonctions Window

Les *fonction Window* fournissent la possibilité de réaliser des calculs au travers d'ensembles de lignes relatifs à la ligne de la requête en cours. Voir Section 3.5, « Fonctions de fenêtrage » pour une introduction à cette fonctionnalité, et Section 4.2.8, « Appels de fonction de fenêtrage » pour les détails sur la syntaxe.

Les fonctions window internes sont listées dans Tableau 9.56, « Fonctions Window généralistes ». Notez que ces fonctions doivent être appelées en utilisant la syntaxe des fonctions window ; autrement dit, une clause OVER est requise.

En plus de ces fonctions, toute fonction normale d'agrégat, interne ou définie par l'utilisateur (mais pas les agrégats d'ensemble trié ou d'ensemble hypothétique) peut être utilisée comme une fonction window (voir Section 9.20, « Fonctions d'agrégat » pour une liste des agrégats internes). Les fonctions d'agrégat agissent comme des fonctions window seulement quand une clause OVER suit l'appel ; sinon elles agissent comme des agrégats standards.

Tableau 9.56. Fonctions Window généralistes

Fonction	Type renvoyé	Description
<code>row_number()</code>	<code>bigint</code>	numéro de la ligne en cours de traitement dans sa partition, en comptant à partir de 1
<code>rank()</code>	<code>bigint</code>	rang de la ligne en cours de traitement, avec des trous ; identique <code>row_number</code> pour le premier pair
<code>dense_rank()</code>	<code>bigint</code>	rang de la ligne en cours de traitement, sans trous ; cette fonction compte les groupes de pairs
<code>percent_rank()</code>	<code>double precision</code>	rang relatif de la ligne en cours de traitement : $(\text{rank} - 1) / (\text{nombre total de lignes} - 1)$
<code>cume_dist()</code>	<code>double precision</code>	rang relatif de la ligne en cours de traitement : $(\text{nombre de lignes précédentes, ou pair de la ligne en cours}) / (\text{nombre de lignes total})$
<code>ntile(<i>num_buckets integer</i>)</code>	<code>integer</code>	entier allant de 1 à la valeur de l'argument, divisant la partition aussi équitablement que possible
<code>lag(<i>value anyelement [, offset integer [, default anyelement]]</i>)</code>	même type que <code>value</code>	renvoie <code>value</code> évalué à la ligne qui est <code>offset</code> lignes avant la ligne actuelle à l'intérieur de la partition ; s'il n'y a pas de ligne, renvoie à la place <code>default</code> (qui doit être du même type que <code>value</code>). <code>offset</code> et <code>default</code> sont évalués par rapport à la ligne en cours. Si omis, <code>offset</code> a comme valeur par défaut 1 et <code>default</code> est NULL
<code>lead(<i>value anyelement [, offset integer [, default anyelement]]</i>)</code>	same type as <code>value</code>	renvoie <code>value</code> évalué à la ligne qui est <code>offset</code> lignes après la ligne actuelle à l'intérieur de la partition ; s'il n'y a pas de ligne, renvoie à la place <code>default</code> (qui doit être du même type que <code>value</code>). <code>offset</code> et <code>default</code> sont évalués par rapport à la ligne en cours. Si omis, <code>offset</code> a comme valeur par défaut 1 et <code>default</code> est NULL
<code>first_value(<i>value any</i>)</code>	même type que <code>value</code>	renvoie <code>value</code> évaluée à la ligne qui est la première ligne du frame window
<code>last_value(<i>value any</i>)</code>	même type que <code>value</code>	renvoie <code>value</code> évaluée à la ligne qui est la dernière ligne du frame window
<code>nth_value(<i>value any, nth integer</i>)</code>	même type que <code>value</code>	renvoie <code>value</code> évaluée à la ligne qui est <code>lenth</code> -ième ligne de la frame window (en comptant à partir de 1) ; NULL si aucune ligne

Toutes les fonctions listées dans Tableau 9.56, « Fonctions Window généralistes » dépendent du tri indiqué par la clause ORDER BY de la définition window associée. Les lignes qui ne sont pas distinctes dans le tri ORDER BY sont des *pairs* ; les quatre fonctions de rang sont définies de ce façon à ce qu'elles donnent la même réponse pour toutes les lignes pairs.

Notez que `first_value`, `last_value` et `nth_value` considèrent seulement les lignes à l'intérieur du « frame window » qui

contient par défaut les lignes du début de la partition jusqu'au dernier pair de la ligne en cours. Cela risque de donner des résultats peu intéressants pour `last_value` et quelque fois aussi pour `nth_value`. Vous pouvez redéfinir la frame en ajoutant une spécification convenable de frame (avec `RANGE` ou `ROWS`) dans la clause `OVER`. Voir Section 4.2.8, « Appels de fonction de fenêtrage » pour plus d'informations sur les spécifications de la frame.

Quand une fonction d'agrégat est utilisée comme fonction window, il agrège les lignes sur le frame window de la ligne en cours de traitement. Pour obtenir un agrégat sur la partition complète, omettez `ORDER BY` ou utilisez `ROWS BETWEEN UNBOUNDED PRECEDING AND UNBOUNDED FOLLOWING`. Un agrégat utilisé avec `ORDER BY` et la définition de la frame window par défaut produit un comportement de type « somme en cours d'exécution », qui pourrait ou ne pas être souhaité.



Note

Le standard SQL définit une option `RESPECT NULLS` ou `IGNORE NULLS` pour `lead`, `lag`, `first_value`, `last_value` et `nth_value`. Ceci n'est pas implanté dans PostgreSQL™ : le comportement est toujours le même que dans le comportement par défaut du standard, nommément `RESPECT NULLS`. De la même façon, les options `FROM FIRST` ou `FROM LAST` pour `nth_value` ne sont pas implantées : seul le comportement `FROM FIRST` est supporté par défaut. (Vous pouvez obtenir le résultat d'un `FROM LAST` en inversant l'ordre du `ORDER BY`.)

9.22. Expressions de sous-requêtes

Cette section décrit les expressions de sous-requêtes compatibles SQL disponibles sous PostgreSQL™. Toutes les formes d'expressions documentées dans cette section renvoient des résultats booléens (true/false).

9.22.1. EXISTS

`EXISTS (sous-requête)`

L'argument d'`EXISTS` est une instruction `SELECT` arbitraire ou une *sous-requête*. La sous-requête est évaluée pour déterminer si elle renvoie des lignes. Si elle en renvoie au moins une, le résultat d'`EXISTS` est vrai (« true ») ; si elle n'en renvoie aucune, le résultat d'`EXISTS` est faux (« false »).

La sous-requête peut faire référence à des variables de la requête englobante qui agissent comme des constantes à chaque évaluation de la sous-requête.

La sous-requête n'est habituellement pas exécutée plus qu'il n'est nécessaire pour déterminer si au moins une ligne est renvoyée. Elle n'est donc pas forcément exécutée dans son intégralité. Il est de ce fait fortement déconseillé d'écrire une sous-requête qui présente des effets de bord (tels que l'appel de fonctions de séquence) ; il est extrêmement difficile de prédire si ceux-ci se produisent.

Puisque le résultat ne dépend que d'un éventuel retour de lignes, et pas de leur contenu, la liste des champs renournés par la sous-requête n'a normalement aucun intérêt. Une convention de codage habituelle consiste à écrire tous les tests `EXISTS` sous la forme `EXISTS (SELECT 1 WHERE ...)`. Il y a toutefois des exceptions à cette règle, comme les sous-requêtes utilisant `INTERSECT`.

L'exemple suivant, simpliste, ressemble à une jointure interne sur `col2` mais il sort au plus une ligne pour chaque ligne de `tab1`, même s'il y a plusieurs correspondances dans les lignes de `tab2` :

```
SELECT col1
  FROM tab1
 WHERE EXISTS (SELECT 1 FROM tab2 WHERE col2 = tab1.col2);
```

9.22.2. IN

`expression IN (sous-requête)`

Le côté droit est une sous-expression entre parenthèses qui ne peut retourner qu'une seule colonne. L'expression de gauche est évaluée et comparée à chaque ligne du résultat de la sous-requête. Le résultat de `IN` est vrai (« true ») si une ligne équivalente de la sous-requête est trouvée. Le résultat est faux (« false ») si aucune ligne correspondante n'est trouvée (ce qui inclut le cas spécial de la sous-requête ne renvoyant aucune ligne).

Si l'expression de gauche est `NULL` ou s'il n'existe pas de correspondance avec les valeurs du côté droit et qu'au moins une ligne du côté droit est `NULL`, le résultat de la construction `IN` est `NULL`, et non faux. Ceci est en accord avec les règles normales du SQL pour les combinaisons booléennes de valeurs `NULL`.

Comme avec `EXISTS`, on ne peut pas assumer que la sous-requête est évaluée complètement.

`constructeur_ligne IN (sous-requête)`

Le côté gauche de cette forme de IN est un constructeur de ligne comme décrit dans la Section 4.2.13, « Constructeurs de lignes ». Le côté droit est une sous-requête entre parenthèses qui doit renvoyer exactement autant de colonnes qu'il y a d'expressions dans le côté gauche. Les expressions côté gauche sont évaluées et comparées ligne à ligne au résultat de la sous-requête. Le résultat de IN est vrai (« true ») si une ligne équivalente de la sous-requête est trouvée. Le résultat est faux (« false ») si aucune ligne correspondante n'est trouvée (ce qui inclut le cas spécial de la sous-requête ne renvoyant aucune ligne).

Comme d'habitude, les valeurs NULL dans les lignes sont combinées suivant les règles habituelles des expressions booléennes SQL. Deux lignes sont considérées égales si tous leurs membres correspondant sont non nuls et égaux ; les lignes diffèrent si le contenu de leurs membres sont non nuls et différents ; sinon le résultat de la comparaison de la ligne est inconnu, donc nul. Si tous les résultats par lignes sont différents ou nuls, avec au moins un NULL, alors le résultat de IN est nul.

9.22.3. NOT IN

`expression NOT IN (sous-requête)`

Le côté droit est une sous-requête entre parenthèses, qui doit retourner exactement une colonne. L'expression de gauche est évalué et comparée à chaque ligne de résultat de la sous-requête. Le résultat de NOT IN n'est « true » que si des lignes différentes de la sous-requête sont trouvées (ce qui inclut le cas spécial de la sous-requête ne renvoyant pas de ligne). Le résultat est « false » si une ligne égale est trouvée.

Si l'expression de gauche est nulle, ou qu'il n'y a pas de valeur égale à droite et qu'au moins une ligne de droite est nulle, le résultat du NOT IN est nul, pas vrai. Cela concorde avec les règles normales du SQL pour les combinaisons bouléennes de valeurs nulles.

Comme pour EXISTS, on ne peut assumer que la sous-requête est évaluée dans son intégralité.

`constructeur_ligne NOT IN (sous-requête)`

Le côté gauche de cette forme de NOT IN est un constructeur de lignes, comme décrit dans la Section 4.2.13, « Constructeurs de lignes ». Le côté droit est une sous-requête entre parenthèses qui doit renvoyer exactement autant de colonnes qu'il y a d'expressions dans la ligne de gauche. Les expressions de gauche sont évaluées et comparée ligne à ligne au résultat de la sous-requête. Le résultat de NOT IN n'est vrai (« true ») que si seules des lignes différentes de la sous-requête sont trouvées (ce qui inclut le cas spécial de la sous-requête ne renvoyant aucune ligne). Le résultat est faux (« false ») si une ligne égale est trouvée.

Comme d'habitude, les valeurs nulles des lignes sont combinées en accord avec les règles normales des expressions bouléennes SQL. Deux lignes sont considérées égales si tous leurs membres correspondants sont non-nuls et égaux ; les lignes sont différentes si les membres correspondants sont non-nuls et différents ; dans tous les autres cas, le résultat de cette comparaison de ligne est inconnu (nul). Si tous les résultats par ligne sont différents ou nuls, avec au minimum un nul, alors le résultat du NOT IN est nul.

9.22.4. ANY/SOME

`expression opérateur ANY (sous-requête)`
`expression opérateur SOME (sous-requête)`

Le côté droit est une sous-requête entre parenthèses qui ne doit retourner qu'une seule colonne. L'expression du côté gauche est évaluée et comparée à chaque ligne du résultat de la sous-requête à l'aide de l'*opérateur* indiqué, ce qui doit aboutir à un résultat booléen. Le résultat de ANY est vrai (« true ») si l'un des résultats est vrai. Le résultat est faux (« false ») si aucun résultat vrai n'est trouvé (ce qui inclut le cas spécial de la requête ne renvoyant aucune ligne).

SOME est un synonyme de ANY. IN est équivalent à = ANY.

En l'absence de succès, mais si au moins une ligne du côté droit conduit à NULL avec l'opérateur, le résultat de la construction ANY est nul et non faux. Ceci est en accord avec les règles standard SQL pour les combinaisons bouléenne de valeurs NULL.

Comme pour EXISTS, on ne peut assumer que la sous-requête est évaluée entièrement.

`constructeur_ligne operator ANY (sous-requête)`
`constructeur_ligne operator SOME (sous-requête)`

Le côté gauche de cette forme ANY est un constructeur de ligne, tel que décrit dans la Section 4.2.13, « Constructeurs de lignes ». Le côté droit est une sous-requête entre parenthèses, qui doit renvoyer exactement autant de colonnes qu'il y a d'expressions dans la ligne de gauche. Les expressions du côté gauche sont évaluées et comparées ligne à ligne au résultat de la sous-requête à l'aide de l'*opérateur* donné. Le résultat de ANY est « true » si la comparaison renvoie true pour une ligne quelconque de la sous-requête. Le résultat est « false » si la comparaison renvoie false pour chaque ligne de la sous-requête (ce qui inclut le cas spécial de la sous-requête ne renvoyant aucune ligne). Le résultat est NULL si la comparaison ne renvoie true pour aucune ligne, et renvoie NULL pour au moins une ligne.

Voir Section 9.23.5, « Comparaison de constructeur de lignes » pour la signification détaillée d'une comparaison de constructeur de ligne.

9.22.5. ALL

```
expression opérateur ALL
(sous-requête)
```

Le côté droit est une sous-requête entre parenthèses qui ne doit renvoyer qu'une seule colonne. L'expression gauche est évaluée et comparée à chaque ligne du résultat de la sous-requête à l'aide de l'*opérateur*, ce qui doit renvoyer un résultat booléen. Le résultat de ALL est vrai (« true ») si toutes les lignes renvoient true (ce qui inclut le cas spécial de la sous-requête ne renvoyant aucune ligne). Le résultat est faux (« false ») si un résultat faux est découvert. Le résultat est NULL si la comparaison ne renvoie false pour aucune ligne, mais NULL pour au moins une ligne.

NOT IN est équivalent à `<> ALL`.

Comme pour EXISTS, on ne peut assumer que la sous-requête est évaluée entièrement.

```
constructeur_ligne opérateur ALL (sous-requête)
```

Le côté gauche de cette forme de ALL est un constructeur de lignes, tel que décrit dans la Section 4.2.13, « Constructeurs de lignes ». Le côté droit est une sous-requête entre parenthèses qui doit renvoyer exactement le même nombre de colonnes qu'il y a d'expressions dans la colonne de gauche. Les expressions du côté gauche sont évaluées et comparées ligne à ligne au résultat de la sous-requête à l'aide de l'*opérateur* donné. Le résultat de ALL est « true » si la comparaison renvoie true pour toutes les lignes de la sous-requête (ce qui inclut le cas spécial de la sous-requête ne renvoyant aucune ligne). Le résultat est « false » si la comparaison renvoie false pour une ligne quelconque de la sous-requête. Le résultat est NULL si la comparaison ne renvoie false pour aucune ligne de la sous-requête, mais NULL pour au moins une ligne.

Voir Section 9.23.5, « Comparaison de constructeur de lignes » pour la signification détaillée d'une comparaison de constructeur de ligne.

9.22.6. Comparaison de lignes seules

```
constructeur_ligne opérateur (sous-requête)
```

Le côté gauche est un constructeur de lignes, tel que décrit dans la Section 4.2.13, « Constructeurs de lignes ». Le côté droit est une sous-requête entre parenthèses qui doit renvoyer exactement autant de colonnes qu'il y a d'expressions du côté gauche. De plus, la sous-requête ne peut pas renvoyer plus d'une ligne. (Si elle ne renvoie aucune ligne, le résultat est considéré nul.) Le côté gauche est évalué et comparé ligne complète avec la ligne de résultat de la sous-requête.

Voir Section 9.23.5, « Comparaison de constructeur de lignes » pour plus de détails sur la signification d'une comparaison de constructeur de ligne.

9.23. Comparaisons de lignes et de tableaux

Cette section décrit des constructions adaptées aux comparaisons entre groupes de valeurs. Ces formes sont syntaxiquement liées aux formes des sous-requêtes de la section précédente, mais elles n'impliquent pas de sous-requêtes. Les formes qui impliquent des sous-expressions de tableaux sont des extensions de PostgreSQL™ ; le reste est compatible avec SQL. Toutes les formes d'expression documentées dans cette section renvoient des résultats booléens (true/false).

9.23.1. IN

```
expression IN (valeur [, ...])
```

Le côté droit est une liste entre parenthèses d'expressions scalaires. Le résultat est vrai (« true ») si le côté gauche de l'expression est égal à une des expressions du côté droit. C'est une notation raccourcie de

```
expression = valeur1
OR
expression = valeur2
OR
...
```

Si l'expression du côté gauche renvoie NULL, ou s'il n'y a pas de valeur égale du côté droit et qu'au moins une expression du côté droit renvoie NULL, le résultat de la construction IN est NULL et non pas faux. Ceci est en accord avec les règles du standard SQL pour les combinaisons booléennes de valeurs NULL.

9.23.2. NOT IN

```
expression NOT IN (valeur [, ...])
```

Le côté droit est une liste entre parenthèses d'expressions scalaires. Le résultat est vrai (« true ») si le résultat de l'expression du côté gauche est différent de toutes les expressions du côté droit. C'est une notation raccourcie de

```
expression <> valeur1
AND
expression <> valeur2
AND
...
...
```

Si l'expression du côté gauche renvoie NULL, ou s'il existe des valeurs différentes du côté droit et qu'au moins une expression du côté droit renvoie NULL, le résultat de la construction NOT IN est NULL et non pas vrai. Ceci est en accord avec les règles du standard SQL pour les combinaisons booléennes de valeurs NULL.



Astuce

`x NOT IN y` est équivalent à `NOT (x IN y)` dans tout les cas. Néanmoins, les valeurs NULL ont plus de chances de surprendre le novice avec NOT IN qu'avec IN. Quand cela est possible, il est préférable d'exprimer la condition de façon positive.

9.23.3. ANY/SOME (array)

```
expression opérateur ANY (expression tableau)
expression opérateur SOME (expression tableau)
```

Le côté droit est une expression entre parenthèses qui doit renvoyer une valeur de type array. L'expression du côté gauche est évaluée et comparée à chaque élément du tableau en utilisant l'*opérateur* donné, qui doit renvoyer un résultat booléen. Le résultat de ANY est vrai (« true ») si un résultat vrai est obtenu. Le résultat est faux (« false ») si aucun résultat vrai n'est trouvé (ce qui inclut le cas spécial du tableau qui ne contient aucun élément).

Si l'expression de tableau ramène un tableau NULL, le résultat de ANY est NULL. Si l'expression du côté gauche retourne NULL, le résultat de ANY est habituellement NULL (bien qu'un opérateur de comparaison non strict puisse conduire à un résultat différent). De plus, si le tableau du côté droit contient des éléments NULL et qu'aucune comparaison vraie n'est obtenue, le résultat de ANY est NULL, et non pas faux (« false ») (là aussi avec l'hypothèse d'un opérateur de comparaison strict). Ceci est en accord avec les règles du standard SQL pour les combinaisons booléennes de valeurs NULL.

SOME est un synonyme de ANY.

9.23.4. ALL (array)

```
expression opérateur ALL (expression tableau)
```

Le côté droit est une expression entre parenthèses qui doit renvoyer une valeur de type tableau. L'expression du côté gauche est évaluée et comparée à chaque élément du tableau à l'aide de l'*opérateur* donné, qui doit renvoyer un résultat booléen. Le résultat de ALL est vrai (« true ») si toutes les comparaisons renvoient vrai (ce qui inclut le cas spécial du tableau qui ne contient aucun élément). Le résultat est faux (« false ») si un résultat faux est trouvé.

Si l'expression de tableau ramène un tableau NULL, le résultat de ALL est NULL. Si l'expression du côté gauche retourne NULL, le résultat de ALL est habituellement NULL (bien qu'un opérateur de comparaison non strict puisse conduire à un résultat différent). De plus, si le tableau du côté droit contient des éléments NULL et qu'aucune comparaison false n'est obtenue, le résultat de ALL est NULL, et non pas true (là aussi avec l'hypothèse d'un opérateur de comparaison strict). Ceci est en accord avec les règles du standard SQL pour les combinaisons booléennes de valeurs NULL.

9.23.5. Comparaison de constructeur de lignes

```
constructeur_ligne opérateur constructeur_ligne
```

Chaque côté est un constructeur de lignes, tel que décrit dans la Section 4.2.13, « Constructeurs de lignes ». Les deux valeurs de lignes doivent avoir le même nombre de lignes. Chaque côté est évalué. Ils sont alors comparés sur toute la ligne. Les comparaisons de constructeur de lignes sont autorisées quand l'*opérateur* est `=`, `<>`, `<`, `<=`, `>`, `>=`. Chaque élément de ligne doit être d'un type qui dispose d'une classe d'opérateur B-tree. Dans le cas contraire, la tentative de comparaison pourrait générer une erreur.



Note

Les erreurs relatives au nombre ou aux types des éléments pourraient ne pas être détectées si la comparaison est réalisée en utilisant les colonnes précédentes.

Les cas = et <> fonctionnent légèrement différemment des autres. Les lignes sont considérées égales si leurs membres correspondants sont non-nuls et égaux ; les lignes sont différentes si des membres correspondants sont non-nuls et différents ; autrement, le résultat de la comparaison de ligne est inconnu (NULL).

Pour les cas <, <=, > et >=, les éléments de ligne sont comparés de gauche à droite. La comparaison s'arrête dès qu'une paire d'éléments différents ou NULL est découverte. Si un des éléments de cette paire est NULL, le résultat de la comparaison de la ligne est inconnu, donc NULL ; sinon la comparaison de cette paire d'éléments détermine le résultat. Par exemple, `ROW(1, 2, NULL) < ROW(1, 3, 0)` est vrai, non NULL, car la troisième paire d'éléments n'est pas considérée.



Note

Avant PostgreSQL™ 8.2, les cas <, <=, > et >= n'étaient pas gérés d'après les spécifications SQL. Une comparaison comme `ROW(a, b) < ROW(c, d)` était codée sous la forme `a < c AND b < d` alors que le bon comportement est équivalent à `a < c OR (a = c AND b < d)`.

```
constructeur_ligne IS DISTINCT FROM constructeur_ligne
```

Cette construction est similaire à une comparaison de ligne <>, mais elle ne conduit pas à un résultat NULL pour des entrées NULL. Au lieu de cela, une valeur NULL est considérée différente (distincte) d'une valeur non-NUL et deux valeurs NULL sont considérées égales (non distinctes). Du coup, le résultat est toujours soit true soit false, jamais NULL.

```
constructeur_ligne IS NOT DISTINCT FROM constructeur_ligne
```

Cette construction est similaire à une comparaison de lignes =, mais elle ne conduit pas à un résultat NULL pour des entrées NULL. Au lieu de cela, une valeur NULL est considérée différente (distincte) d'une valeur non NULL et deux valeurs NULL sont considérées identiques (non distinctes). Du coup, le résultat est toujours soit true soit false, jamais NULL.

9.23.6. Comparaison de type composite

```
record opérateur record
```

Le standard SQL requiert que les comparaisons de ligne renvoient NULL si le résultat dépend de la comparaison de valeurs NUL ou d'une valeur NULL et d'une valeur non NULL. PostgreSQL™ ne fait cela que lors de la comparaison de deux constructeurs de ligne (comme dans Section 9.23.5, « Comparaison de constructeur de lignes ») ou lors de la comparaison d'un constructeur de ligne avec la sortie d'une sous-requête (comme dans Section 9.22, « Expressions de sous-requêtes »). Dans les autres contextes où deux valeurs de type composite sont comparés, deux valeurs NULL sont considérées identiques et une valeur NULL est considérée plus grande qu'une valeur non NULL. Ceci est nécessaire pour avoir un comportement cohérent des tris et de l'indexage pour les types composites.

Chaque côté est évalué et est comparé au niveau de la ligne. Les comparaisons de type composite sont autorisées quand l'*opérateur* est =, <>, <, <=, > ou >=, ou a une sémantique similaire à l'une d'entre elles. (Pour être précis, un opérateur peut être un opérateur de comparaison de ligne s'il est membre d'une classe d'opérateur B-tree ou s'il est un opérateur de négation du membre = d'une classe d'opérateur B-tree.) Le comportement par défaut des opérateurs ci-dessus est le même que pour `IS [NOT] DISTINCT FROM` pour les constructeurs de lignes (voir Section 9.23.5, « Comparaison de constructeur de lignes »).

Pour accepter la correspondance des lignes qui incluent des éléments sans classe d'opérateur B-tree par défaut, les opérateurs suivants sont définis pour la comparaison de type composite : * =, * <>, * <, * <=, * > et * >=. Ces opérateurs comparent la représentation binaire interne des deux lignes. Les deux lignes peuvent avoir une représentation binaire différente même si leur comparaison avec l'opérateur d'égalité est vraie. L'ordre des lignes avec ces opérateurs de comparaison est déterminé, mais sans sens particulier. Ces opérateurs sont utilisés en interne pour les vues matérialisées et pourraient être utiles dans d'autres cas très ciblés, comme la réPLICATION. Cependant, elles ne sont pas généralement utiles pour écrire des requêtes.

9.24. Fonctions retournant des ensembles

Cette section décrit des fonctions qui peuvent renvoyer plus d'une ligne. Les fonctions les plus utilisées dans cette classe sont

celles générant des séries de données, comme détaillé dans Tableau 9.57, « Fonctions de génération de séries » et Tableau 9.58, « Fonctions de génération d'indices ». D'autres fonctions plus spécialisées sont décrites ailleurs dans ce manuel. Voir Section 7.2.1.4, « Fonctions de table » pour des façons de combiner plusieurs fonctions renvoyant des ensembles de lignes.

Tableau 9.57. Fonctions de génération de séries

Fonction	Type d'argument	Type de retour	Description
generate_series (<i>début</i> , <i>fin</i>)	int, bigint ou numeric	setof int, setof bigint ou setof numeric (même type que l'argument)	Produit une série de valeurs, de <i>début</i> à <i>fin</i> avec un incrément de un.
generate_series (<i>début</i> , <i>fin</i> , <i>pas</i>)	int, bigint ou numeric	setof int, setof bigint ou setof numeric (même type que l'argument)	Produit une série de valeurs, de <i>début</i> à <i>fin</i> avec un incrément de <i>pas</i> .
generate_series(<i>début</i> , <i>fin</i> , <i>pas interval</i>)	timestamp ou timestamp with time zone	setof timestamp ou setof timestamp with time zone (identique au type de l'argument)	Génère une série de valeurs, allant de <i>start</i> à <i>stop</i> avec une taille pour chaque étape de <i>pas</i>

Quand *pas* est positif, aucune ligne n'est renvoyée si *début* est supérieur à *fin*. À l'inverse, quand *pas* est négatif, aucune ligne n'est renvoyée si *début* est inférieur à *fin*. De même, aucune ligne n'est renvoyée pour les entrées NULL. Une erreur est levée si *pas* vaut zéro.

Quelques exemples :

```
SELECT * FROM generate_series(2,4);
 generate_series
-----
 2
 3
 4
(3 rows)

SELECT * FROM generate_series(5,1,-2);
 generate_series
-----
 5
 3
 1
(3 rows)

SELECT * FROM generate_series(4,3);
 generate_series
-----
(0 rows)

SELECT generate_series(1.1, 4, 1.3);
 generate_series
-----
      1.1
      2.4
      3.7
(3 rows)

-- cet exemple se base sur l'opérateur date-plus-entier
SELECT current_date + s.a AS dates FROM generate_series(0,14,7) AS s(a);
   dates
-----
 2004-02-05
```

```

2004-02-12
2004-02-19
(3 rows)

SELECT * FROM generate_series('2008-03-01 00:00'::timestamp,
                               '2008-03-04 12:00', '10 hours');
   generate_series
-----
2008-03-01 00:00:00
2008-03-01 10:00:00
2008-03-01 20:00:00
2008-03-02 06:00:00
2008-03-02 16:00:00
2008-03-03 02:00:00
2008-03-03 12:00:00
2008-03-03 22:00:00
2008-03-04 08:00:00
(9 rows)

```

Tableau 9.58. Fonctions de génération d'indices

Nom	Type de retour	Description
generate_subscripts(array anyarray, dim int)	setof int	Génère une série comprenant les indices du tableau donné.
generate_subscripts(array anyarray, dim int, reverse boolean)	setof int	Génère une série comprenant les indices du tableau donné. Quand <i>reverse</i> vaut true, la série est renvoyé en ordre inverse.

`generate_subscripts` est une fonction qui génère un ensemble d'indices valides pour la dimension indiquée du tableau fourni. Aucune ligne n'est renvoyée pour les tableaux qui n'ont pas la dimension requise ou pour les tableaux NULL (mais les indices valides sont renvoyées pour les éléments d'un tableau NULL). Quelques exemples suivent :

```

-- usage basique
SELECT generate_subscripts('{{NULL,1,NULL,2}}'::int[], 1) AS s;
s
-----
1
2
3
4
(4 rows)

-- presenting an array, the subscript and the subscripted
-- value requires a subquery
SELECT * FROM arrays;
   a
-----
{-1,-2}
{100,200,300}
(2 rows)

SELECT a AS array, s AS subscript, a[s] AS value
FROM (SELECT generate_subscripts(a, 1) AS s, a FROM arrays) foo;
   array      | subscript | value
-----+-----+-----
{-1,-2}        |      1    | -1
{-1,-2}        |      2    | -2
{100,200,300} |      1    | 100
{100,200,300} |      2    | 200
{100,200,300} |      3    | 300
(5 rows)

-- aplatisir un tableau 2D
CREATE OR REPLACE FUNCTION unnest2(anyarray)
RETURNS SETOF anyelement AS $$
```

```

select $1[i][j]
  from generate_subscripts($1,1) g1(i),
       generate_subscripts($1,2) g2(j);
$$ LANGUAGE sql IMMUTABLE;
CREATE FUNCTION
SELECT * FROM unnest2(ARRAY[[1,2],[3,4]]);
unnest2
-----
 1
 2
 3
 4
(4 rows)

```

Quand une fonction dans la clause FROM se voit ajouter la clause WITH ORDINALITY, une colonne de type bigint est ajoutée à la sortie. Sa valeur commence à 1 et s'incrémente pour chaque ligne en sortie de la fonction. Ceci est particulièrement utile dans le cas de fonctions renvoyant un ensemble de lignes comme unnest().

```

-- set returning function WITH ORDINALITY
SELECT * FROM pg_ls_dir('..') WITH ORDINALITY AS t(ls,n);
ls          | n
-----+-----
pg_serial    | 1
pg_twophase   | 2
postmaster.opts | 3
pg_notify     | 4
postgresql.conf | 5
pg_tblspc     | 6
logfile        | 7
base          | 8
postmaster.pid | 9
pg_ident.conf | 10
global         | 11
pg_clog        | 12
pg_snapshots   | 13
pg_multixact   | 14
PG_VERSION     | 15
pg_xlog        | 16
pg_hba.conf    | 17
pg_stat_tmp    | 18
pg_subtrans    | 19
(19 rows)

```

9.25. Fonctions d'informations système

Le Tableau 9.59, « Fonctions d'information de session » présente diverses fonctions qui extraient des informations de session et système.

En plus des fonctions listées dans cette section, il existe plusieurs fonctions relatives au système de statistiques qui fournissent aussi des informations système. Voir Section 28.2.2, « Visualiser les statistiques » pour plus d'informations.

Tableau 9.59. Fonctions d'information de session

Nom	Type de retour	Description
current_catalog	name	nom de la base de données en cours (appelée « catalog » dans le standard SQL)
current_database()	nom	nom de la base de données courante
current_query()	text	texte de la requête en cours d'exécution, tel qu'elle a été soumise par le client (pourrait contenir plus d'une instruction)
current_role	name	équivalent à current_user
current_schema()	nom	nom du schéma courant

Nom	Type de retour	Description
current_schemas(boolean)	nom[]	nom des schémas dans le chemin de recherche, avec optionnellement les schémas implicites
current_user	nom	nom d'utilisateur du contexte d'exécution courant
inet_client_addr()	inet	adresse de la connexion distante
inet_client_port()	int	port de la connexion distante
inet_server_addr()	inet	adresse de la connexion locale
inet_server_port()	int	port de la connexion locale
pg_backend_pid()	int	Identifiant du processus serveur attaché à la session en cours
pg_blocking_pids(int)	int[]	Identifiants des processus (PID) bloqués par un processus spécifié par son PID
pg_conf_load_time()	timestamp with time zone	date et heure du dernier chargement de la configuration
pg_notification_queue_usage()	double	fraction de la queue de notification asynchrone actuellement occupée (0-1)
pg_is_other_temp_schema(oid)	boolean	s'agit-il du schéma temporaire d'une autre session ?
pg_listening_channels()	setof text	noms des canaux que la session est en train d'écouter
pg_my_temp_schema()	oid	OID du schéma temporaire de la session, 0 si aucun
pg_postmaster_start_time()	timestamp with time zone	date et heure du démarrage du serveur
pg_trigger_depth()	int	niveau d'empilement actuel de triggers PostgreSQL™ (0 si la fonction n'est pas appelé à partir d'un trigger)
session_user	name	nom de l'utilisateur de session
user	name	équivalent à current_user
version()	text	informations de version de PostgreSQL™. Voir aussi server_version_num pour une version exploitable par une machine.



Note

`current_catalog`, `current_role`, `current_schema`, `current_user`, `session_user`, ont un statut syntaxique spécial en SQL : ils doivent être appelés sans parenthèses à droite (optionnel avec PostgreSQL dans le cas de `current_schema`).

`session_user` est habituellement l'utilisateur qui a initié la connexion à la base de données ; mais les superutilisateurs peuvent modifier ce paramétrage avec `SET SESSION AUTHORIZATION(7)`. `current_user` est l'identifiant de l'utilisateur, utilisable pour les vérifications de permissions. Il est habituellement identique à l'utilisateur de la session, mais il peut être modifié avec `SET ROLE(7)`. Il change aussi pendant l'exécution des fonctions comprenant l'attribut `SECURITY DEFINER`. En langage Unix, l'utilisateur de la session est le « real user » (NdT : l'utilisateur réel) et l'utilisateur courant est l'« effective user » (NdT : l'utilisateur effectif). `current_role` et `user` sont des synonymes pour `current_user`. (Le standard SQL fait une distinction entre `current_role` et `current_user`, mais PostgreSQL™ ne la fait pas car il unifie les utilisateurs et les rôles en un seul type d'entité.)

`current_schema` renvoie le nom du premier schéma dans le chemin de recherche (ou une valeur `NULL` si ce dernier est vide). C'est le schéma utilisé pour toute création de table ou autre objet nommé sans précision d'un schéma cible. `current_schemas(boolean)` renvoie un tableau qui contient les noms de tous les schémas du chemin de recherche. L'option booléenne indique si les schémas système implicitement inclus, comme `pg_catalog`, doivent être inclus dans le chemin de recherche retourné.



Note

Le chemin de recherche est modifiable à l'exécution. La commande est :

```
SET search_path TO schema [, schema, ...]
```

`inet_client_addr` renvoie l'adresse IP du client courant et `inet_client_port` le numéro du port. `inet_server_addr` renvoie l'adresse IP sur laquelle le serveur a accepté la connexion courante et `inet_server_port` le numéro du port. Toutes ces fonctions renvoient NULL si la connexion courante est établie via une socket de domaine Unix.

`pg_blocking_pids` renvoie un tableau d'identifiants de processus (PID) pour les sessions bloquant le processus serveur dont le PID est fourni en argument. Un tableau vide est renvoyé si le PID n'existe pas ou s'il n'est pas bloqué. Un processus serveur en bloque un autre s'il détient un verrou qui entre en conflit avec la demande de verrou d'un autre processus (blocage dur) ou s'il attend un verrou qui entrerait en conflit avec la demande de verrou d'un processus bloqué et qui est devant lui dans la queue d'attente (verrou léger). Lors de l'utilisation de requêtes parallélisées, le résultat liste toujours les PID visibles par le client (autrement dit, les résultats de `pg_backend_pid`) même si le verrou réel est détenu ou en attente par un processus fils. De ce fait, des PID pourraient apparaître plusieurs fois dans le résultat. De plus, il faut noter que, quand une transaction préparée détient un verrou en conflit, elle sera représentée par un identifiant de processus 0 dans le résultat de cette fonction. Les appels fréquents à cette fonction peuvent avoir un impact sur les performances de la base de données car cette fonction a besoin d'un accès exclusif à l'état partagé du gestionnaire de verrous pendant un court instant.

`pg_conf_load_time` renvoie timestamp with time zone indiquant à quel moment les fichiers de configuration du serveur ont été chargés. (Si la session en cours était déjà là à ce moment, ce sera le moment où la session elle-même a relu les fichiers de configurations. Cela veut dire que ce que renvoie cette fonction peut varier un peu suivant les sessions. Sinon, c'est le temps où le processus maître a relu les fichiers de configuration.)

`pg_my_temp_schema` renvoie l'identifiant (OID) du schéma temporaire de la session en cours ou 0 si ce schéma n'existe pas (parce que la session n'a pas créé de tables temporaires). `pg_is_other_temp_schema` renvoie true si l'OID indiqué est l'OID d'un schéma temporaire d'une autre session. (Ceci peut être utile pour exclure les tables temporaires d'autres sessions lors d'un affichage du catalogue.)

`pg_listening_channels` renvoie un ensemble de noms de canaux asynchrones de notifications que la session en cours écoute. asynchronous notification channels that the current session is listening `pg_notification_queue_usage` renvoie la fraction de l'espace total disponible pour les notifications actuellement occupées par des notifications en attente de traitement, sous la forme d'un double allant de 0 à 1. Voir LISTEN(7) et NOTIFY(7) pour plus d'informations.

`pg_postmaster_start_time` renvoie un horodatage au format timestamp with time zone correspondant au moment du démarrage du serveur.

`version` renvoie une chaîne qui décrit la version du serveur PostgreSQL™. Vous pouvez aussi obtenir cette information à partir de `server_version` ou, pour une version exploitable par une programme, `server_version_num`. Les développeurs de logiciels devraient utiliser `server_version_num` (disponible depuis la version 8.2) ou `PQserverVersion()` au lieu d'exploiter la version textuelle.

Le Tableau 9.60, « Fonctions de consultation des privilèges d'accès » liste les fonctions qui permettent aux utilisateurs de consulter les privilèges d'accès. Voir la Section 5.6, « Droits » pour plus d'informations sur les privilèges.

Tableau 9.60. Fonctions de consultation des privilèges d'accès

Nom	Type de retour	Description
<code>use_has_any_column_privilege(r, table, privilege)</code>	boolean	l'utilisateur a-t-il un droit sur une des colonnes de cette table
<code>tab_has_any_column_privilege(le, privilege)</code>	boolean	l'utilisateur actuel a-t-il un droit sur une des colonnes de cette table
<code>has_column_privilege(user, table, column, privilege)</code>	boolean	l'utilisateur a-t-il un droit sur la colonne
<code>has_column_privilege(table, column, privilege)</code>	boolean	l'utilisateur actuel a-t-il un droit sur la colonne
<code>has_database_privilege (utilisateur, base, privilège)</code>	boolean	utilisateur a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>base</i>
<code>has_database_privilege (base, privilège)</code>	boolean	l'utilisateur courant a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>base</i>
<code>has_foreign_data_wrapper_privilege(user, fdw, privilege)</code>	boolean	l'utilisateur a-t-il un droit sur ce wrapper de données distantes

Nom	Type de retour	Description
has_foreign_data_wrapper_privilege(<i>fdw, privilege</i>)	boolean	l'utilisateur actuel a-t-il un droit sur ce wrapper de données distantes
has_function_privilege (<i>utilisateur, fonction, privilège</i>)	boolean	utilisateur a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>fonction</i>
has_function_privilege (<i>fonction, privilège</i>)	boolean	l'utilisateur courant a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>fonction</i>
has_language_privilege (<i>utilisateur, langage, privilège</i>)	boolean	utilisateur a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>langage</i>
has_language_privilege (<i>langage, droit</i>)	boolean	l'utilisateur courant a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>langage</i>
has_schema_privilege(<i>utilisateur, schéma, privilège</i>)	boolean	utilisateur a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>schéma</i>
has_schema_privilege(<i>schéma, privilège</i>)	boolean	l'utilisateur courant a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>schéma</i>
has_sequence_privilege(<i>user, sequence, privilege</i>)	boolean	l'utilisateur a-t-il un droit sur cette séquence
has_sequence_privilege(<i>sequence, privilege</i>)	boolean	l'utilisateur actuel a-t-il un droit sur cette séquence
has_server_privilege(<i>user, server, privilege</i>)	boolean	l'utilisateur actuel a-t-il un droit sur ce serveur
has_server_privilege(<i>server, privilege</i>)	boolean	l'utilisateur actuel a-t-il un droit sur ce serveur
has_table_privilege(<i>utilisateur, table, privilège</i>)	boolean	utilisateur a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>table</i>
has_table_privilege(<i>table, privilege</i>)	boolean	l'utilisateur courant a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>table</i>
has_tablespace_privilege (<i>utilisateur, tablespace, privilège</i>)	boolean	utilisateur a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>tablespace</i>
has_tablespace_privilege (<i>tablespace, privilège</i>)	boolean	l'utilisateur courant a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>tablespace</i>
has_type_privilege(<i>user, type, privilege</i>)	boolean	l'utilisateur a-t-il des droits pour le type
has_type_privilege(<i>type, privilege</i>)	boolean	l'utilisateur courant a-t-il des droits pour le type
pg_has_role(<i>utilisateur, rôle, privilège</i>)	boolean	utilisateur a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>rôle</i>
row_security_active(<i>table</i>)	boolean	est-ce que l'utilisateur actuel à le mode row level security activé pour la table
pg_has_role(<i>rôle, privilège</i>)	boolean	l'utilisateur courant a-t-il le privilège <i>privilège</i> sur <i>rôle</i>

`has_table_privilege` vérifie si l'utilisateur possède un privilège particulier d'accès à une table. L'utilisateur peut être indiqué par son nom ou son OID (`pg_authid.oid`), `public` pour indiquer le pseudo-rôle PUBLIC. Si l'argument est omis, `current_user` est utilisé. La table peut être indiquée par son nom ou par son OID. (Il existe donc six versions de `has_table_privilege` qui se distinguent par le nombre et le type de leurs arguments.) Lors de l'indication par nom, il est possible de préciser le schéma. Les priviléges possibles, indiqués sous la forme d'une chaîne de caractères, sont : `SELECT`, `INSERT`, `UPDATE`, `DELETE`, `TRUNCATE`, `REFERENCES` ou `TRIGGER`. En option, `WITH GRANT OPTION` peut être ajouté à un type de droit pour tester si le droit est obtenu avec l'option « grant ». De plus, plusieurs types de droit peuvent être listés, séparés par des virgules, auquel cas le résultat sera `true` si un des droits listés est obtenu. (la casse des droits n'a pas d'importance et les espaces blancs supplémentaires sont autorisés entre mais pas dans le nom des droits.) Certains exemples :

```
SELECT has_table_privilege('myschema.mytable', 'select');
SELECT has_table_privilege('joe', 'mytable', 'INSERT, SELECT WITH GRANT OPTION');
```

`has_sequence_privilege` vérifie si un utilisateur peut accéder à une séquence d'une façon ou d'une autre. Les arguments sont analogues à ceux de la fonction `has_table_privilege`. Le type de droit d'accès doit valoir soit `USAGE`, soit `SELECT` soit `UPDATE`.

`has_any_column_privilege` vérifie si un utilisateur peut accéder à une colonne d'une façon particulière. Les possibilités pour que ces arguments correspondent à ceux de `has_table_privilege`, sauf que le type de droit d'accès désiré doit être évalué à une combinaison de `SELECT`, `INSERT`, `UPDATE` ou `REFERENCES`. Notez qu'avoir un droit au niveau de la table le donne implicitement pour chaque colonne de la table, donc `has_any_column_privilege` renverra toujours `true` si `has_table_privilege` le fait pour les mêmes arguments. Mais `has_any_column_privilege` réussit aussi s'il y a un droit « `grant` » sur une colonne pour ce droit.

`has_column_privilege` vérifie si un utilisateur peut accéder à une colonne d'une façon particulière. Les possibilités pour ses arguments sont analogues à `has_table_privilege`, avec un supplément : la colonne doit être indiquée soit par nom soit par numéro d'attribut. Le type de droit d'accès désiré doit être une combinaison de `SELECT`, `INSERT`, `UPDATE` ou `REFERENCES`. Notez qu'avoir un de ces droits au niveau table les donne implicitement pour chaque colonne de la table.

`has_database_privilege` vérifie si un utilisateur peut accéder à une base de données d'une façon particulière. Les possibilités pour ses arguments sont analogues à `has_table_privilege`. Le type de droit d'accès désiré doit être une combinaison de `CREATE`, `CONNECT`, `TEMPORARY` ou `TEMP` (qui est équivalent à `TEMPORARY`).

`has_function_privilege` vérifie si un utilisateur peut accéder à une fonction d'une façon particulière. Les possibilités pour ses arguments sont analogues à `has_table_privilege`. Lors de la spécification d'une fonction par une chaîne texte plutôt que par un OID, l'entrée autorisée est la même que pour le type de données regprocedure (voir Section 8.18, « Types identifiant d'objet »). Le type de droit d'accès désiré doit être `EXECUTE`. Voici un exemple :

```
SELECT has_function_privilege('joeuser', 'myfunc(int, text)', 'execute');
```

`has_foreign_data_wrapper_privilege` vérifie si un utilisateur peut accéder à un wrapper de données distantes d'une façon particulière. Les possibilités pour ses arguments sont analogues à `has_table_privilege`. Le type de droit d'accès désiré doit être `USAGE`.

`has_language_privilege` vérifie si un utilisateur peut accéder à un langage de procédure d'une façon particulière. Les possibilités pour ses arguments sont analogues à `has_table_privilege`. Le type de droit d'accès désiré doit être `USAGE`.

`has_schema_privilege` vérifie si un utilisateur peut accéder à un schéma d'une façon particulière. Les possibilités pour ses arguments sont analogues à `has_table_privilege`. Le type de droits d'accès désiré doit être une combinaison de `CREATE` et `USAGE`.

`has_server_privilege` vérifie si un utilisateur peut accéder à un serveur distant d'une façon particulière. Les possibilités pour ses arguments sont analogues à `has_table_privilege`. Le type de droit d'accès désiré doit être `USAGE`.

`has_tablespace_privilege` vérifie si l'utilisateur possède un privilège particulier d'accès à un *tablespace*. Ses arguments sont analogues à `has_table_privilege`. Le seul privilège possible est `CREATE`.

`has_type_privilege` vérifie si un utilisateur peut accéder un type d'une façon particulière. Les possibilités au niveau des arguments sont analogues à `has_table_privilege`. Quand un type est spécifié par une chaîne de caractères plutôt que par un OID, l'entrée autorisée est la même que pour le type de données regtype (voir Section 8.18, « Types identifiant d'objet »). Le type de privilège souhaité doit être `USAGE`.

`pg_has_role` vérifie si l'utilisateur possède un privilège particulier d'accès à un rôle. Ses arguments sont analogues à `has_table_privilege`, sauf que `public` n'est pas autorisé comme nom d'utilisateur. Le privilège doit être une combinaison de `MEMBER` et `USAGE`. `MEMBER` indique une appartenance directe ou indirecte au rôle (c'est-à-dire le droit d'exécuter `SET ROLE`) alors que `USAGE` indique que les droits du rôle sont immédiatement disponibles sans avoir à exécuter `SET ROLE`.

La fonction `row_security_active` vérifie si la sécurité niveau ligne est activée pour la table spécifiée dans le contexte de `current_user` et de l'environnement. La table peut être indiquée par son nom ou par son OID.

Le Tableau 9.61, « Fonctions d'interrogation de visibilité dans les schémas » affiche les fonctions qui permettent de savoir si un objet particulier est *visible* dans le chemin de recherche courant. Une table est dite visible si son schéma contenant est dans le chemin de recherche et qu'aucune table de même nom ne la précède dans le chemin de recherche. C'est équivalent au fait que la table peut être référencée par son nom sans qualification explicite de schéma. Par exemple, pour lister les noms de toutes les tables visibles :

```
SELECT relname FROM pg_class WHERE pg_table_is_visible(oid);
```

Tableau 9.61. Fonctions d'interrogation de visibilité dans les schémas

Nom	Type de retour	Description
pg_collation_is_visible(<i>collation_oid</i>)	boolean	le collationnement est-il visible dans le chemin de recherche
pg_conversion_is_visible (<i>conversion_oid</i>)	boolean	la conversion est-elle visible dans le chemin de recherche
pg_function_is_visible (<i>function_oid</i>)	boolean	la fonction est-elle visible dans le chemin de recherche
pg_opclass_is_visible(<i>opclass_oid</i>)	boolean	la classe d'opérateur est-elle visible dans le chemin de recherche
pg_operator_is_visible(<i>operator_oid</i>)	boolean	l'opérateur est-il visible dans le chemin de recherche
pg_opfamily_is_visible(<i>opclass_oid</i>)	boolean	la famille d'opérateur est-elle visible dans le chemin de recherche
pg_table_is_visible(<i>table_oid</i>)	boolean	la table est-elle visible dans le chemin de recherche
pg_ts_config_is_visible(<i>config_oid</i>)	boolean	la configuration de la recherche textuelle est-elle visible dans le chemin de recherche
pg_ts_dict_is_visible(<i>dict_oid</i>)	boolean	le dictionnaire de recherche textuelle est-il visible dans le chemin de recherche
pg_ts_parser_is_visible(<i>parser_oid</i>)	boolean	l'analyseur syntaxique de recherche textuelle est-il visible dans le chemin de recherche
pg_ts_template_is_visible(<i>template_oid</i>)	boolean	le modèle de recherche textuelle est-il visible dans le chemin de recherche
pg_type_is_visible(<i>type_oid</i>)	boolean	le type (ou domaine) est-il visible dans le chemin de recherche

Chaque fonction vérifie la visibilité d'un type d'objet de la base de données. `pg_table_is_visible` peut aussi être utilisée avec des vues, vues matérialisées, index, séquences et tables externes, `pg_type_is_visible` avec les domaines. Pour les fonctions et les opérateurs, un objet est visible dans le chemin de recherche si aucun objet de même nom *et prenant des arguments de mêmes types de données* n'est précédemment présent dans le chemin de recherche. Pour les classes d'opérateurs, on considère à la fois le nom et la méthode d'accès à l'index associé.

Toutes ces fonctions nécessitent des OID pour identifier les objets à vérifier. Pour tester un objet par son nom, il est préférable d'utiliser les types d'alias d'OID (regclass, regtype, regprocedure ou regoperator). Par exemple

```
SELECT pg_type_is_visible('mon_schema.widget'::regtype);
```

Il n'est pas très utile de tester ainsi un nom non qualifié -- si le nom peut être reconnu, c'est qu'il est visible.

Le Tableau 9.62, « Fonctions d'information du catalogue système » liste les fonctions qui extraient des informations des catalogues système.

Tableau 9.62. Fonctions d'information du catalogue système

Nom	Type de retour	Description
format_type (<i>type_oid</i> , <i>typmod</i>)	text	récupère le nom SQL d'un type de données
pg_get_constraintdef(<i>constraint_oid</i>)	text	récupère la définition d'une contrainte
pg_get_constraintdef(<i>constraint_oid</i> , <i>pret_ty_bool</i>)	text	récupère la définition d'une contrainte
pg_get_expr(<i>pg_node_tree</i> , <i>relation_oid</i>)	text	décompile la forme interne d'une expression,

Nom	Type de retour	Description
		en supposant que toutes les variables qu'elle contient font référence à la relation indiquée par le second paramètre
<code>pg_get_expr(pg_node_tree, relation_oid, pretty_bool)</code>	text	décompile la forme interne d'une expression, en supposant que toutes les variables qu'elle contient font référence à la relation indiquée par le second paramètre
<code>pg_get_functiondef(func_oid)</code>	text	obtient une définition de la fonction
<code>pg_get_function_arguments(func_oid)</code>	text	obtient une définition de la liste des arguments de la fonction (avec les valeurs par défaut)
<code>pg_get_function_identity_arguments(func_oid)</code>	text	obtient une définition de la liste des arguments de la fonction (sans valeurs par défaut)
<code>pg_get_function_result(func_oid)</code>	text	obtient la clause RETURNS pour la fonction
<code>pg_get_indexdef(index_oid)</code>	text	récupère la commande CREATE INDEX de l'index
<code>pg_get_indexdef(index_oid, column_no, pretty_bool)</code>	text	récupère la commande CREATE INDEX pour l'index, ou la définition d'une seule colonne d'index quand <code>column_no</code> ne vaut pas zéro
<code>pg_get_keywords()</code>	setof record	récupère la liste des mots clés SQL et leur catégories
<code>pg_get_ruledef(rule_oid)</code>	text	récupère la commande CREATE RULE pour une règle
<code>pg_get_ruledef(rule_oid, pretty_bool)</code>	text	récupère la commande CREATE RULE de la règle
<code>pg_get_serial_sequence(table_name, column_name)</code>	text	récupère le nom de la séquence qu'une colonne serial, smallserial ou bigserial utilise
<code>pg_get_triggerdef(trigger_oid)</code>	text	récupère la commande CREATE [CONSTRAINT] TRIGGER du trigger
<code>pg_get_triggerdef(trigger_oid, pretty_bool)</code>	text	récupère la commande CREATE [CONSTRAINT] TRIGGER du déclencheur
<code>pg_get_userbyid(role_oid)</code>	name	récupère le nom du rôle possédant cet OID
<code>pg_get_viewdef(view_name)</code>	text	récupère la commande SELECT sous-jacente pour une vue standard ou matérialisée (<i>deprecated</i>)
<code>pg_get_viewdef(view_name, pretty_bool)</code>	text	récupère la commande SELECT sous-jacente pour une vue standard ou matérialisée (<i>obsolète</i>)
<code>pg_get_viewdef(view_oid)</code>	text	récupère la commande SELECT sous-jacente pour une vue standard ou matérialisée
<code>pg_get_viewdef(view_oid, pretty_bool)</code>	text	récupère la commande SELECT sous-jacente pour une vue standard ou matérialisée
<code>pg_get_viewdef(view_oid, wrap_column_int)</code>	text	récupère la commande SELECT pour une vue standard ou matérialisée ; les lignes contenant des champs sont terminées suivant le nombre de colonnes du terminal (l'affichage propre est effectuée directement)
<code>pg_index_column_has_property(index_oid, column_no, prop_name)</code>	boolean	teste si une colonne d'un index a une propriété particulière

Nom	Type de retour	Description
<code>pg_index_has_property(index_oid, prop_name)</code>	boolean	teste si un index a une propriété particulière
<code>pg_indexam_has_property(am_oid, prop_name)</code>	boolean	teste si une méthode d'accès à un index a une propriété particulière
<code>pg_options_to_table(reloptions)</code>	setof record	récupère l'ensemble de paires nom/valeur des options de stockage
<code>pg_tablespace_databases(tablespace_oid)</code>	setof oid	récupère l'ensemble des OID des bases qui possèdent des objets dans ce tablespace
<code>pg_tablespace_location(tablespace_oid)</code>	text	récupère le chemin complet du répertoire utilisée par le tablespace
<code>pg_typeof(any)</code>	regtype	obtient le type de données de toute valeur
<code>to_regnamespace(schema_name)</code>	regnamespace	obtient l'OID du schéma indiqué
<code>to_regrole(role_name)</code>	regrole	obtient l'OID du rôle indiqué
<code>collation for (any)</code>	text	récupère le collationnement de l'argument
<code>to_regclass(rel_name)</code>	regclass	récupère l'OID de la relation nommée
<code>to_Regproc(func_name)</code>	regproc	récupère l'OID de la fonction nommée
<code>to_Regprocedure(func_name)</code>	regproced	récupère l'OID de la fonction nommée
<code>to_Regoper(operator_name)</code>	regoper	récupère l'OID de l'opérateur nommé
<code>to_Regoperator(operator_name)</code>	regoperator	récupère l'OID de l'opérateur nommé
<code>to_Regtype(type_name)</code>	regtype	récupère l'OID du type nommé

`format_type` renvoie le nom SQL d'un type de données identifié par son OID de type et éventuellement un modificateur de type. On passe NULL pour le modificateur de type si aucun modificateur spécifique n'est connu.

`pg_get_keywords` renvoie un ensemble d'enregistrements décrivant les mots clés SQL reconnus par le serveur. La colonne `word` contient le mot clé. La colonne `catcode` contient un code de catégorie : U pour non réservé, C pour nom de colonne, T pour nom d'un type ou d'une fonction et R pour réservé. La colonne `catdesc` contient une chaîne pouvant être traduite décrivant la catégorie.

`pg_get_constraintdef`, `pg_get_indexdef`, `pg_get_ruledef` et `pg_get_triggerdef` reconstruisent respectivement la commande de création d'une contrainte, d'un index, d'une règle ou d'un déclencheur. (Il s'agit d'une reconstruction décompilée, pas du texte originale de la commande.) `pg_get_expr` décompile la forme interne d'une expression individuelle, comme la valeur par défaut d'une colonne. Cela peut être utile pour examiner le contenu des catalogues système. Si l'expression contient des variables, spécifiez l'OID de la relation à laquelle elles font référence dans le second paramètre ; si aucune variable n'est attendue, zéro est suffisant. `pg_get_viewdef` reconstruit la requête `SELECT` qui définit une vue. La plupart de ces fonctions existent en deux versions, l'une d'elles permettant, optionnellement, d'« afficher joliment » le résultat. Ce format est plus lisible, mais il est probable que les futures versions de PostgreSQL™ continuent d'interpréter le format par défaut actuel de la même façon ; la version « jolie » doit être évitée dans les sauvegardes. Passer `false` pour le paramètre de « jolie » sortie conduit au même résultat que la variante sans ce paramètre.

`pg_get_functiondef` renvoie une instruction **CREATE OR REPLACE FUNCTION** complète pour une fonction. `pg_get_function_arguments` renvoie une liste des arguments d'un fonction, de la façon dont elle apparaîtrait dans **CREATE FUNCTION**. `pg_get_function_result` renvoie de façon similaire la clause `RETURNS` appropriée pour la fonction. `pg_get_function_identity_arguments` renvoie la liste d'arguments nécessaire pour identifier une fonction, dans la forme qu'elle devrait avoir pour faire partie d'un **ALTER FUNCTION**, par exemple. Cette forme omet les valeurs par défaut.

`pg_get_serial_sequence` renvoie le nom de la séquence associée à une colonne ou NULL si aucune séquence n'est associée à la colonne. Le premier argument en entrée est un nom de table, éventuellement qualifié du schéma. Le second paramètre est un nom de colonne. Comme le premier paramètre peut contenir le nom du schéma et de la table, il n'est pas traité comme un identifiant entre guillemets doubles, ce qui signifie qu'il est converti en minuscules par défaut, alors que le second paramètre, simple nom de colonne, est traité comme s'il était entre guillemets doubles et sa casse est préservée. La fonction renvoie une valeur convenablement formatée pour être traitée par les fonctions de traitement des séquences (voir Section 9.16, « Fonctions de manipulation de séquences »). Cette association peut être modifiée ou supprimée avec **ALTER SEQUENCE OWNED BY**. (La fonction aurait probablement dû s'appeler `pg_get_owned_sequence` ; son nom reflète le fait qu'elle est typiquement utilisée avec les colonnes `serial` et `bigserial`.)

`pg_get_userbyid` récupère le nom d'un rôle d'après son OID.

`pg_index_column_has_property`, `pg_index_has_property` et `pg_indexam_has_property` indiquent si la colonne d'index, l'index ou la méthode d'accès à l'index possède la propriété nommée. NULL est renvoyé si le nom de la propriété n'est pas connu ou ne s'applique pas à cet objet particulier ou si l'OID ou le numéro de colonne n'identifie pas un objet valide. Référez-vous à Tableau 9.63, « Propriétés des colonnes d'index » pour les propriétés sur les colonnes, Tableau 9.64, « Propriétés des index » pour les propriétés sur les index et Tableau 9.65, « Propriétés des méthodes d'accès aux index » pour les propriétés sur les méthodes d'accès. (Notez que les méthodes d'accès provenant d'extensions peuvent définir des noms de propriété supplémentaires pour leurs index.)

Tableau 9.63. Propriétés des colonnes d'index

Nom	Description
asc	Est-ce que la colonne trie en ordre ascendant pour un parcours en avant ?
desc	Est-ce que la colonne trie en ordre descendant pour un parcours en avant ?
nulls_first	Est-ce que la colonne trie les valeurs NULL en premier pour un parcours en avant ?
nulls_last	Est-ce que la colonne trie les valeurs NULL en dernier pour un parcours en avant ?
orderable	Est-ce que la colonne possède un ordre de tri défini ?
distance_orderable	La colonne peut-elle être parcourue dans l'ordre par un opérateur « distance », par exemple ORDER BY col <-> constante ?
returnable	La valeur de la colonne peut-elle être renvoyée par un parcours d'index seul ?
search_array	La colonne supporte-t-elle nativement les recherches du type col = ANY(array) ?
search_nulls	Est-ce que la colonne supporte les recherches IS NULL et IS NOT NULL ?

Tableau 9.64. Propriétés des index

Nom	Description
clusterable	Cet index peut-il être utilisé dans une commande CLUSTER ?
index_scan	Cet index supporte-t-il les parcours simples (non bitmaps) ?
bitmap_scan	L'index supporte-t-il les parcours bitmap ?
backward_scan	L'index peut-il être parcouru à l'envers ?

Tableau 9.65. Propriétés des méthodes d'accès aux index

Nom	Description
can_order	La méthode d'accès supporte-t-elle ASC, DESC et les mots clés relatifs dans CREATE INDEX ?
can_unique	La méthode d'accès supporte-t-elle les index uniques ?
can_multi_col	La méthode d'accès supporte-t-elle les index avec plusieurs colonnes ?
can_exclude	La méthode d'accès supporte-t-elle les contraintes d'exclusion ?

`pg_options_to_table` renvoie l'ensemble de paires nom/valeur des options de stockage (*nom_option/valeur_option*) quand lui est fourni `pg_class.reloptions` ou `pg_attribute.attoptions`.

`pg_tablespace_databases` autorise l'examen d'un *tablespace*. Il renvoie l'ensemble des OID des bases qui possèdent des objets stockés dans le *tablespace*. Si la fonction renvoie une ligne, le *tablespace* n'est pas vide et ne peut pas être supprimée. Pour afficher les objets spécifiques peuplant le *tablespace*, il est nécessaire de se connecter aux bases identifiées par `pg_tablespace_databases` et de requêter le catalogue `pg_class`.

`pg_typeof` renvoie l'OID du type de données de la valeur qui lui est passé. Ceci est utile pour dépanner ou pour construire dynamiquement des requêtes SQL. La fonction est déclarée comme renvoyant `regtype`, qui est une type d'alias d'OID (voir Section 8.18, « Types identifiant d'objet ») ; cela signifie que c'est la même chose qu'un OID pour un bit de comparaison mais que cela s'affiche comme un nom de type. Par exemple :

```
SELECT pg_typeof(33);

pg_typeof
-----
integer
(1 row)

SELECT typlen FROM pg_type WHERE oid = pg_typeof(33);
typlen
-----
4
(1 row)
```

L'expression `collation for` renvoie le collationnement de la valeur qui lui est fournie. Par exemple :

```
SELECT collation for (description) FROM pg_description LIMIT 1;
pg_collation_for
-----
"default"
(1 row)

SELECT collation for ('foo' COLLATE "de_DE");
pg_collation_for
-----
"de_DE"
(1 row)
```

La valeur en retour peut être entre guillemets et qualifiée d'un schéma. Si aucun collationnement n'est retrouvé à partir de l'expression de l'argument, une valeur NULL est renvoyée. Si le type de l'argument n'est pas affecté par un collationnement, une erreur est renvoyée.

Les fonctions `to_regclass`, `to_regproc`, `to_regressprocedure`, `to_regoper`, `to_regoperator`, `to_regtypes`, `to_regnamespace` et `to_regrole` traduisent les noms de relation, fonction, opérateur, type, schéma et rôle (en tant que `text`) en objets de type, respectivement, `regclass`, `regproc`, `regprocedure`, `regoper`, `regoperator` et `regtype`, `regnamespace` et `regrole`. Ces fonctions diffèrent d'une conversion à partir du texte dans le sens où elles n'acceptent pas un OID numérique, et qu'elles renvoient NULL plutôt d'une erreur si le nom n'est pas trouvé (ou, pour `to_regproc` et `to_regoper`, si le nom donné correspond à plusieurs objets).

Tableau 9.66, « Fonctions d'information et d'adressage des objets » liste les fonctions relatives à l'identification et l'adressage des objets de la base de données.

Tableau 9.66. Fonctions d'information et d'adressage des objets

Nom	Type de retour	Description
<code>pg_describe_object(catalog_id, object_id, object_sub_id)</code>	<code>text</code>	récupère la description d'un objet de la base de données
<code>pg_identify_object(catalog_id oid, object_id oid, object_sub_id integer)</code>	<code>type text, schema text, name text, identity text</code>	récupère les informations d'identification d'un objet de la base de données
<code>pg_identify_object_as_addresses(catalog_id oid, object_id oid, object_sub_id integer)</code>	<code>type text, name text[], args text[]</code>	récupère la représentation externe de l'adresse d'un objet de la base de données

Nom	Type de retour	Description
<code>pg_get_object_address(type text, name text[], args text[])</code>	<code>catalog_id oid, object_id oid, object_sub_id int32</code>	récupère l'adresse d'un objet de la base de données, à partir de sa représentation externe

La fonction `pg_describe_object` renvoie une description textuelle d'un objet de la base de données spécifié par l'OID du catalogue, son propre OID et (éventuellement à zéro) de l'OID de son sous-objet. La description est destinée à être lisible par un être humain, et pourrait être interprétée en fonction de la configuration du serveur. Ceci est utile pour déterminer l'identité d'un objet tel qu'il est stocké dans le catalogue `pg_depend`

`pg_identify_object` renvoie une ligne contenant assez d'informations pour identifier de manière unique l'objet de la base de données spécifié par l'OID de son OID, son propre OID et (éventuellement à zéro) de l'OID de son sous-objet. Cette information est destinée à être lisible par un être humain, et n'est jamais interprétée. `type` identifie le type de l'objet de la base de données ; `schema` est le nom du schéma dans lequel se situe l'objet (ou `NULL` pour les types d'objets qui ne sont pas affectés à des schémas) ; `name` est le nom de l'objet, si nécessaire entre guillemets, seulement présent s'il peut être utilisé (avec le nom du schéma, si pertinent) comme un identifiant unique de l'objet, sinon `NULL` ; `identity` est l'identité complète de l'objet, avec le format précis dépendant du type de l'objet, et chaque partie à l'intérieur du format étant qualifiée du schéma et entre guillemets si nécessaire.

`pg_identify_object_as_address` renvoie une ligne contenant assez d'informations pour identifier de manière unique l'objet de la base de données spécifié par l'OID de son catalogue, son propre OID et (éventuellement à zéro) l'OID de son sous-objet. L'information renournée est indépendante du serveur actuel, c'est-à-dire qu'elle pourrait être utilisée pour identifier un objet nommé de manière identique sur un autre serveur. `type` identifie le type de l'objet de la base de données ; `name` et `args` sont des tableaux de texte qui forment ensemble une référence sur l'objet. Ces trois colonnes peuvent être passées en paramètres à la fonction `pg_get_object_address` pour obtenir l'adresse interne de l'objet. Cette fonction est l'inverse de `pg_get_object_address`.

`pg_get_object_address` renvoie une ligne contenant assez d'informations pour identifier de manière unique l'objet de la base de données spécifié par son type et ses tableaux de nom et d'argument. Les valeurs retournées sont celles qui seraient utilisées dans les catalogues systèmes tel que `pg_depend` et peuvent être passées à d'autres fonctions systèmes comme `pg_identify_object` ou `pg_describe_object`. `catalog_id` est l'OID du catalogue système contenant l'objet ; `object_id` est l'OID de l'objet lui-même, et `object_sub_id` est l'OID du sous objet, ou zéro si non applicable. Cette fonction est l'inverse de `pg_identify_object_as_address`.

Les fonctions affichées dans Tableau 9.67, « Fonctions d'informations sur les commentaires » extraient les commentaires stockées précédemment avec la commande `COMMENT(7)`. Une valeur `NULL` est renvoyée si aucun commentaire ne correspond aux paramètres donnés.

Tableau 9.67. Fonctions d'informations sur les commentaires

Nom	Type de retour	Description
<code>col_description(table_oid, column_number)</code>	<code>text</code>	récupère le commentaire d'une colonne de la table
<code>obj_description(object_oid, catalog_name)</code>	<code>text</code>	récupère le commentaire d'un objet de la base de données
<code>obj_description(object_oid)</code>	<code>text</code>	récupère le commentaire d'un objet de la base de données (<i>obsolète</i>)
<code>shobj_description(object_oid, catalog_name)</code>	<code>text</code>	récupère le commentaire d'un objet partagé de la base de données

`col_description` renvoie le commentaire d'une colonne de table, la colonne étant précisée par l'OID de la table et son numéro de colonne. `obj_description` ne peut pas être utilisée pour les colonnes de table car les colonnes n'ont pas d'OID propres.

La forme à deux paramètres de `obj_description` renvoie le commentaire d'un objet de la base de données, précisé par son OID et le nom du catalogue système le contenant. Par exemple, `obj_description(123456, 'pg_class')` récupère le commentaire pour la table d'OID 123456. La forme à un paramètre de `obj_description` ne requiert que l'OID de l'objet. Elle est maintenant obsolète car il n'existe aucune garantie que les OID soient uniques au travers des différents catalogues système ; un mauvais commentaire peut alors être renvoyé.

`shobj_description` est utilisé comme `obj_description`, mais pour les commentaires des objets partagés. Certains catalogues systèmes sont globaux à toutes les bases de données à l'intérieur de chaque cluster et les descriptions des objets imbriqués sont stockées globalement.

Les fonctions présentées dans Tableau 9.68, « ID de transaction et instantanés » remontent à l'utilisateur des informations de transaction de niveau interne au serveur. L'usage principal de ces fonctions est de déterminer les transactions commitées entre deux instantanés (« snapshots »).

Tableau 9.68. ID de transaction et instantanés

Nom	Type retour	Description
<code>txid_current()</code>	<code>bigint</code>	récupère l'ID de transaction courant, en assignant un nouvel ID si la transaction courante n'en a pas un
<code>txid_current_snapshot()</code>	<code>txid_snapshot</code>	récupère l'instantané courant
<code>txid_snaps</code> <code>txid_snapshot_xip(<i>hot</i>)</code>	<code>setof bigint</code>	récupère l'ID de la transaction en cours dans l'instantané
<code>txid_snap</code> <code>txid_snapshot_xmax(<i>shot</i>)</code>	<code>bigint</code>	récupère le xmax de l'instantané
<code>txid_snap</code> <code>txid_snapshot_xmin(<i>shot</i>)</code>	<code>bigint</code>	récupère le xmin de l'instantané
<code>txid_visible_in_snapshot(<i>bi-</i> <i>gint</i>, <code>txid_snapshot</code>)</code>	<code>boolean</code>	l'ID de transaction est-il visible dans l'instantané ? (ne pas utiliser les identifiants de sous-transactions)

Le type interne ID de transaction (xid) est sur 32 bits. Il boucle donc tous les 4 milliards de transactions. Cependant, ces fonctions exportent au format 64 bits, étendu par un compteur « epoch », de façon à éviter tout cycle sur la durée de vie de l'installation. Le type de données utilisé par ces fonctions, `txid_snapshot`, stocke l'information de visibilité des ID de transaction à un instant particulier. Ces composants sont décrits dans Tableau 9.69, « Composants de l'instantané ».

Tableau 9.69. Composants de l'instantané

Nom	Description
<code>xmin</code>	ID de transaction (txid) le plus ancien encore actif. Toutes les transactions plus anciennes sont soient commitées et visibles, soient annulées et mortes.
<code>xmax</code>	Premier txid non encore assigné. Tous les txids plus grands ou égaux à celui-ci ne sont pas encore démarrés à ce moment de l'instantané, et donc invisibles.
<code>xip_list</code>	Active les identifiants de transactions (txids) au moment de la prise de l'image. La liste inclut seulement les identifiants actifs entre <code>xmin</code> et <code>xmax</code> ; il pourrait y avoir des identifiants plus gros que <code>xmax</code> . Un identifiant qui est <code>xmin <= txid < xmax</code> et qui n'est pas dans cette liste est déjà terminé au moment de la prise de l'image, et du coup est soit visible soit mort suivant son statut de validation. La liste n'inclut pas les identifiants de transactions des sous-transactions.

La représentation textuelle du `txid_snapshot` est `xmin:xmax:xip_list`. Ainsi `10:20:10,14,15` signifie `xmin=10`, `xmax=20`, `xip_list=10, 14, 15`.

Les fonctions décrites dans le Tableau 9.70, « Informations sur les transactions validées » fournissent des informations à propos des transactions déjà validées. Ces fonctions donnent principalement des informations sur le moment où elles ont été validées. Elles fournissent seulement des données utiles lorsque l'option de configuration `track_commit_timestamp` est activée et seulement pour les transactions qui ont été validées après son activation.

Tableau 9.70. Informations sur les transactions validées

Nom	Type retour	Description
	<code>timestamp with time zone</code>	récupère l'horodatage de la validation d'une transaction

Nom	Type retour	Description
)		
<code>pg_last_committed_xact()</code>	<code>xid</code> <code>xid</code> , <code>timestamp</code> timestamp with time zone	récupère l'ID de transaction et l'horodatage de la validation de la dernière transaction validée

Les fonctions montrées dans Tableau 9.71, « Fonctions des données de contrôle » affichent des informations initialisées lors de l'opération réalisée par la commande `initdb`, telles que la version du catalogue. Elles affichent aussi des informations sur la journalisation et le traitement des checkpoints. Cette information est valable pour toute l'instance, et n'est donc pas spécifique à une base de données. Elles fournissent à peu près les mêmes informations que `pg_controldata(1)` et en s'informant auprès de la même source de données, mais dans une forme convenant mieux à des fonctions SQL.

Tableau 9.71. Fonctions des données de contrôle

Nom	Type en retour	Description
<code>pg_control_checkpoint()</code>	record	Renvoie des informations sur l'état actuel du checkpoint.
<code>pg_control_system()</code>	record	Renvoie des informations sur l'état actuel du fichier controldata.
<code>pg_control_init()</code>	record	Renvoie des informations sur l'état d'initialisation de l'instance.
<code>pg_control_recovery()</code>	record	Renvoie des informations sur l'état de restauration.

`pg_control_checkpoint` renvoie un enregistrement, dont les colonnes sont décrites dans Tableau 9.72, « Colonnes de `pg_control_checkpoint` »

Tableau 9.72. Colonnes de pg_control_checkpoint

Nom de colonne	Type de données
<code>checkpoint_location</code>	<code>pg_lsn</code>
<code>prior_location</code>	<code>pg_lsn</code>
<code>redo_location</code>	<code>pg_lsn</code>
<code>redo_wal_file</code>	<code>text</code>
<code>timeline_id</code>	<code>integer</code>
<code>prev_timeline_id</code>	<code>integer</code>
<code>full_page_writes</code>	<code>boolean</code>
<code>next_xid</code>	<code>text</code>
<code>next_oid</code>	<code>oid</code>
<code>next_multixact_id</code>	<code>xid</code>
<code>next_multi_offset</code>	<code>xid</code>
<code>oldest_xid</code>	<code>xid</code>
<code>oldest_xid_dbid</code>	<code>oid</code>
<code>oldest_active_xid</code>	<code>xid</code>
<code>oldest_multi_xid</code>	<code>xid</code>
<code>oldest_multi_dbid</code>	<code>oid</code>
<code>oldest_commit_ts_xid</code>	<code>xid</code>
<code>newest_commit_ts_xid</code>	<code>xid</code>
<code>checkpoint_time</code>	<code>timestamp with time zone</code>

`pg_control_system` renvoie un enregistrement, détaillé dans Tableau 9.73, « Colonnes de `pg_control_system` ».

Tableau 9.73. Colonnes de pg_control_system

Nom de colonne	Type de données
pg_control_version	integer
catalog_version_no	integer
system_identifier	bigint
pg_control_last_modified	timestamp with time zone

`pg_control_init` renvoie un enregistrement, détaillé dans Tableau 9.74, « Colonnes de `pg_control_init` ».

Tableau 9.74. Colonnes de pg_control_init

Nom de la colonne	Type de données
max_data_alignment	integer
database_block_size	integer
blocks_per_segment	integer
wal_block_size	integer
bytes_per_wal_segment	integer
max_identifier_length	integer
max_index_columns	integer
max_toast_chunk_size	integer
large_object_chunk_size	integer
bigint_timestamps	boolean
float4_pass_by_value	boolean
float8_pass_by_value	boolean
data_page_checksum_version	integer

`pg_control_recovery` renvoie un enregistrement, montré dans Tableau 9.75, « Colonnes de `pg_control_recovery` »

Tableau 9.75. Colonnes de pg_control_recovery

Nom de la colonne	Type de données
min_recovery_end_location	pg_lsn
min_recovery_end_timeline	integer
backup_start_location	pg_lsn
backup_end_location	pg_lsn
end_of_backup_record_required	boolean

9.26. Fonctions d'administration système

Les fonctions décrites dans cette section sont utilisées pour contrôler et superviser une installation PostgreSQL™.

9.26.1. Fonctions pour le paramétrage

Le Tableau 9.76, « Fonctions agissant sur les paramètres de configuration » affiche les fonctions disponibles pour consulter et modifier les paramètres de configuration en exécution.

Tableau 9.76. Fonctions agissant sur les paramètres de configuration

Nom	Type de retour	Description
current_setting (<i>nom_paramètre</i> [, <i>missing_ok</i>])	text	valeur courante du paramètre
set_config (<i>nom_paramètre</i> , <i>nouvelle_valeur</i> , <i>est_local</i>)	text	configure le paramètre et renvoie la nouvelle valeur

La fonction `current_setting` renvoie la valeur courante du paramètre *nom_paramètre*. Elle correspond à la commande SQL `SHOW`. Par exemple :

```
SELECT current_setting('datestyle');

 current_setting
-----
 ISO, MDY
(1 row)
```

Si le paramètre *setting_name* n'existe pas, `current_setting` renvoie une erreur, sauf si *missing_ok* vaut `true`.

`set_config` positionne le paramètre *nom_paramètre* à *nouvelle_valeur*. Si *est_local* vaut `true`, la nouvelle valeur s'applique uniquement à la transaction en cours. Si la nouvelle valeur doit s'appliquer à la session en cours, on utilise `false`. La fonction correspond à la commande SQL `SET`. Par exemple :

```
SELECT set_config('log_statement_stats', 'off', false);

 set_config
-----
 off
(1 row)
```

9.26.2. Fonctions d'envoi de signal du serveur

Les fonctions présentées dans le Tableau 9.77, « Fonctions d'envoi de signal au serveur » envoient des signaux de contrôle aux autres processus serveur. L'utilisation de ces fonctions est restreinte aux superutilisateurs par défaut, mais un accès peut être fourni à d'autres utilisateurs avec une commande `GRANT`, sauf dans certains cas spécifiquement notés.

Tableau 9.77. Fonctions d'envoi de signal au serveur

Nom	Type de retour	Description
<code>pg_cancel_backend</code> (<i>pid int</i>)	boolean	Annule la requête courante d'un processus serveur. Ceci est également autorisé si le rôle appelant est membre du rôle possédant le processus serveur annulé ou si le rôle appelant s'est vu donné le droit <code>pg_signal_backend</code> . Cependant, seuls les superutilisateurs peuvent annuler des processus serveurs possédés par des superutilisateurs.
<code>pg_reload_conf()</code>	boolean	Impose le rechargeement des fichiers de configuration par les processus serveur
<code>pg_rotate_logfile()</code>	boolean	Impose une rotation du journal des traces du serveur
<code>pg_terminate_backend</code> (<i>pid int</i>)	boolean	Termine un processus serveur. Ceci est également autorisé si le rôle appelant est membre du rôle possédant le processus serveur terminé ou si le rôle appelant s'est vu donné le droit <code>pg_signal_backend</code> . Cependant, seuls les superutilisateurs peuvent terminer des processus serveurs possédés par des superutilisateurs.

Ces fonctions renvoient `true` en cas de succès, `false` en cas d'échec.

`pg_cancel_backend` et `pg_terminate_backend` envoient un signal (respectivement `SIGINT` ou `SIGTERM`) au processus serveur identifié par l'ID du processus. L'identifiant du processus serveur actif peut être trouvé dans la colonne `pid` dans la vue `pg_stat_activity` ou en listant les processus `postgres` sur le serveur avec `ps` sur Unix ou le Gestionnaire des tâches sur Windows™. Le rôle d'un processus serveur actif est récupérable à partir de la colonne `username` de la vue `pg_stat_activity`.

`pg_reload_conf` envoie un signal SIGHUP au serveur, ce qui impose le rechargement des fichiers de configuration par tous les processus serveur.

`pg_rotate_logfile` signale au gestionnaire de journaux de trace de basculer immédiatement vers un nouveau fichier de sortie. Cela ne fonctionne que lorsque le collecteur de traces interne est actif, puisqu'il n'y a pas de sous-processus de gestion des fichiers journaux dans le cas contraire.

9.26.3. Fonctions de contrôle de la sauvegarde

Les fonctions présentées dans le Tableau 9.78, « Fonctions de contrôle de la sauvegarde » aident à l'exécution de sauvegardes à chaud. Ces fonctions ne peuvent pas être exécutées lors d'une restauration (sauf `pg_is_in_backup`, `pg_backup_start_time` et `pg_xlog_location_diff`).

Tableau 9.78. Fonctions de contrôle de la sauvegarde

Nom	Type de retour	Description
<code>pg_create_restore_point(name text)</code>	<code>pg_lsn</code>	Crée un point nommé pour réaliser une restauration (fonction restreinte aux superutilisateurs par défaut, mais d'autres utilisateurs peuvent se voir donner le droit EXECUTE pour exécuter cette fonction).
<code>pg_current_xlog_flush_location()</code>	<code>pg_lsn</code>	Récupère l'emplacement actuel de vidage des journaux de transactions
<code>pg_current_xlog_insert_location()</code>	<code>text</code>	Récupération de l'emplacement d'insertion du journal de transactions courant
<code>pg_current_xlog_location()</code>	<code>pg_lsn</code>	Récupération de l'emplacement d'écriture du journal de transactions courant
<code>pg_start_backup(label text [, fast boolean [, exclusive boolean]])</code>	<code>pg_lsn</code>	Préparation de la sauvegarde à chaud (restreint aux superutilisateurs par défaut, mais d'autres utilisateurs peuvent se voir donner le droit d'exécuter cette fonction)
<code>pg_stop_backup()</code>	<code>pg_lsn</code>	Termine la sauvegarde exclusive en ligne (restreinte aux superutilisateurs par défaut, mais d'autres utilisateurs peuvent se voir donner le droit d'exécuter cette fonction)
<code>pg_stop_backup(exclusive boolean)</code>	setof record	Termine la sauvegarde en ligne, exclusive ou non (restreinte aux superutilisateurs par défaut, mais d'autres utilisateurs peuvent se voir donner le droit d'exécuter cette fonction)
<code>pg_is_in_backup()</code>	<code>bool</code>	Vrai si une sauvegarde exclusive en ligne est toujours en cours.
<code>pg_backup_start_time()</code>	timestamp with time zone	Récupère l'horodatage du début de la sauvegarde exclusive en ligne en progrès.
<code>pg_switch_xlog()</code>	<code>pg_lsn</code>	Passage forcé à un nouveau journal de transactions (restreint aux superutilisateurs par défaut, mais d'autres utilisateurs peuvent se voir donner le droit d'exécuter cette fonction)
<code>pg_xlogfile_name(location pg_lsn)</code>	<code>pg_lsn</code>	Conversion de la chaîne décrivant l'emplacement du journal de transactions en nom de fichier
<code>pg_xlogfile_name_offset(location pg_lsn)</code>	<code>pg_lsn, integer</code>	Conversion de la chaîne décrivant l'emplacement du journal de transactions en nom de fichier et décalage en octets dans le fichier
<code>pg_xlog_location_diff(location pg_lsn, location pg_lsn)</code>	<code>numeric</code>	Calcule la différence entre deux emplacements dans les journaux de transactions

`pg_start_backup` accepte un label arbitraire, défini par l'utilisateur pour la sauvegarde. (Typiquement, ce sera le nom sous lequel le fichier de sauvegarde sera enregistré.) Lorsqu'elle est utilisée en mode exclusif, la fonction écrit un fichier nommé `backup_label` et, s'il existe des liens dans le répertoire `pg_tblspc/`, un fichier de correspondance des tablespaces (`tablespace_label`) dans le même répertoire.

`pace_map`) dans le répertoire principal des données de l'instance, exécute un checkpoint, puis renvoie l'emplacement du début de sauvegarde au niveau des journaux de transactions sous la forme d'un champ texte. L'utilisateur peut ignorer le résultat. Cette donnée est fournie dans le cas où elle pourrait être utile. Lors de l'utilisation du mode non exclusif, le contenu de ces fichiers est renvoyé par la fonction `pg_stop_backup`, et doit être enregistré dans la sauvegarde par celui qui a exécuté la fonction.

```
postgres=# select pg_start_backup('le_label_ici');
 pg_start_backup
-----
 0/D4445B8
(1 row)
```

Il existe un second paramètre booléen optionnel. Si `true`, il précise l'exécution de `pg_start_backup` aussi rapidement que possible. Cela force un point de retour immédiat qui causera un pic dans les opérations d'entrées/sorties, ralentissant toutes les requêtes exécutées en parallèle.

Dans une sauvegarde exclusive, `pg_stop_backup` supprime le fichier `label` et, s'il existe, le fichier `tablespace_map` créés par la fonction `pg_start_backup`. Lors d'une sauvegarde non exclusive, le contenu des fichiers `backup_label` et `tablespace_map` est renvoyé comme résultat de la fonction et doit être écrit dans des fichiers de la sauvegarde, mais pas dans le répertoire des données.

Cette fonction crée aussi un fichier d'historique des sauvegardes dans le répertoire des journaux de transactions. Ce fichier contient le label passé à `pg_start_backup`, les emplacements de début et de fin des journaux de transactions correspondant à la sauvegarde et les heures de début et de fin de la sauvegarde. La valeur de retour est l'emplacement du journal de la transaction de fin de sauvegarde (de peu d'intérêt, là encore). Après notification de l'emplacement de fin, le point d'insertion courant du journal de transactions est automatiquement avancé au prochain journal de transactions, de façon à ce que le journal de transactions de fin de sauvegarde puisse être archivé immédiatement pour terminer la sauvegarde.

`pg_switch_xlog` bascule sur le prochain journal de transactions, ce qui permet d'archiver le journal courant (en supposant que l'archivage continu soit utilisé). La fonction retourne l'emplacement de la transaction finale + 1 dans le journal ainsi terminé. S'il n'y a pas eu d'activité dans les journaux de transactions depuis le dernier changement de journal, `pg_switch_xlog` ne fait rien et renvoie l'emplacement de fin du journal de transactions en cours.

`pg_create_restore_point` crée un enregistrement dans les journaux de transactions, pouvant être utilisé comme une cible de restauration, et renvoie l'emplacement correspondant dans les journaux de transactions. Le nom donné peut ensuite être utilisé avec `recovery_target_name` pour spécifier la fin de la restauration. Évitez de créer plusieurs points de restauration ayant le même nom car la restauration s'arrêtera au premier nom qui correspond à la cible de restauration.

`pg_current_xlog_location` affiche la position d'écriture du journal de transactions en cours dans le même format que celui utilisé dans les fonctions ci-dessus. De façon similaire, `pg_current_xlog_insert_location` affiche le point d'insertion dans le journal de transactions courant et `pg_current_xlog_flush_location` affiche le point de vidage des journaux de transactions. Le point d'insertion est la fin « logique » du journal de transactions à tout instant alors que l'emplacement d'écriture est la fin de ce qui a déjà été écrit à partir des tampons internes du serveur et l'emplacement de vidage est l'emplacement garanti comme étant écrit sur un stockage durable. La position d'écriture est la fin de ce qui peut être examiné extérieurement au serveur. C'est habituellement l'information nécessaire à qui souhaite archiver des journaux de transactions partiels. Les points d'insertion et de vidage ne sont donnés que pour des raisons de débogage du serveur. Il s'agit là d'opérations de lecture seule qui ne nécessitent pas de droits superutilisateur.

`pg_xlogfile_name_offset` peut être utilisée pour extraire le nom du journal de transactions correspondant et le décalage en octets à partir du résultat de n'importe quelle fonction ci-dessus. Par exemple :

```
postgres=# SELECT * FROM pg_xlogfile_name_offset(pg_stop_backup());
 file_name | file_offset
-----+-----
 00000001000000000000000D |      4039624
(1 row)
```

De façon similaire, `pg_xlogfile_name` n'extrait que le nom du journal de la transaction. Quand la position dans le journal de la transaction donnée est exactement sur une limite de journal, les deux fonctions renvoient le nom du journal précédent. C'est généralement le comportement souhaité pour gérer l'archivage des journaux, car le fichier précédent est le dernier à devoir être archivé.

`pg_xlog_location_diff` calcule la différence en octets entre deux emplacements dans les journaux de transactions. Cette fonction peut être utilisée avec `pg_stat_replication` ou avec les fonctions indiquées dans Tableau 9.78, « Fonctions de contrôle de la sauvegarde » pour obtenir le retard de la réPLICATION.

Pour les détails sur le bon usage de ces fonctions, voir la Section 25.3, « Archivage continu et récupération d'un instantané (PITR) ».

9.26.4. Fonctions de contrôle de la restauration

Les fonctions affichées dans Tableau 9.79, « Fonctions d'information sur la restauration » fournissent des informations sur le statut actuel du serveur en attente. Ces fonctions peuvent être utilisées lors d'une restauration mais aussi lors d'un fonctionnement normal.

Tableau 9.79. Fonctions d'information sur la restauration

Nom	Type du retour	Description
<code>pg_is_in_recovery()</code>	bool	True si la restauration est en cours.
<code>pg_last_xlog_receive_location()</code>	<code>pg_lsn</code>	Récupère l'emplacement de la dernière transaction reçue et synchronisée sur disque par la réPLICATION en flux. Lorsque cette dernière est en cours d'exécution, l'emplacement aura une progression monotone. Si la restauration a terminé, elle deviendra statique et aura comme valeur celui du dernier enregistrement de transaction reçu et synchronisé sur disque lors de la restauration. Si la réPLICATION en flux est désactivé ou si elle n'a pas encore commencé, la fonction renvoie NULL.
	<code>pg_lsn</code>	Récupère l'emplacement du dernier enregistrement WAL rejoué lors de la restauration. Si la restauration est toujours en cours, cela va augmenter progressivement. Si la restauration s'est terminée, alors cette valeur restera statique et dépendra du dernier enregistrement WAL reçu et synchronisé sur disque lors de cette restauration. Quand le serveur a été lancé sans restauration de flux, la valeur renvoyée par la fonction sera NULL.

Nom	Type du retour	Description
()		
<code>pg_last_xact_replay_timestamp()</code>	timestamp with time zone	Récupère la date et l'heure de la dernière transaction rejouée pendant la restauration. C'est l'heure à laquelle l'enregistrement du journal pour cette transaction a été généré sur le serveur principal, que la transaction soit validée ou annulée. Si aucune transaction n'a été rejouée pendant la restauration, cette fonction renvoie NULL. Sinon, si la restauration est toujours en cours, cette valeur augmentera continuellement. Si la restauration s'est terminée, alors cette valeur restera statique et indiquera la valeur correspondant à la dernière transaction rejouée pendant la restauration. Quand le serveur a été démarré normalement (autrement dit, sans restauration), cette fonction renvoie NULL.

Les fonctions affichées dans Tableau 9.80, « Fonctions de contrôle de la restauration » contrôlent la progression de la restauration. Ces fonctions sont seulement exécutables pendant la restauration.

Tableau 9.80. Fonctions de contrôle de la restauration

Nom	Type de la valeur de retour	Description
<code>pg_is_xlog_replay_paused()</code>	bool	True si la restauration est en pause.
<code>pg_xlog_replay_pause()</code>	void	Met en pause immédiatement (restreint aux superutilisateurs par défaut, mais d'autres utilisateurs peuvent se voir donner le droit d'exécuter cette fonction).
<code>pg_xlog_replay_resume()</code>	void	Relance la restauration si elle a été mise en pause (restreint aux superutilisateurs par défaut, mais d'autres utilisateurs peuvent se voir donner le droit d'exécuter cette fonction).

Quand la restauration est en pause, aucune modification de la base n'est appliquée. Si le serveur se trouve en Hot Standby, toutes les nouvelles requêtes verront la même image cohérente de la base et aucun conflit de requêtes ne sera rapporté jusqu'à la remise en route de la restauration.

Si la réPLICATION en flux est désactivée, l'état pause peut continuer indéfiniment sans problème. Si elle est activée, les enregistrements des journaux continueront à être reçus, ce qui peut éventuellement finir par remplir l'espace disque disponible, suivant la durée de la pause, le taux de génération des journaux et l'espace disque disponible.

9.26.5. Fonctions de synchronisation des images de base

PostgreSQL™ permet aux sessions de la base de synchroniser leur vue de la base (appelée aussi image ou *snapshot*). Le *snapshot* détermine les données visibles pour la transaction qui utilise le *snapshot*. Les snapshots synchronisés sont nécessaires quand deux sessions ou plus ont besoin de voir un contenu identique dans la base. Si deux sessions commencent leur transactions indépendamment, il existe toujours une possibilité pour qu'une troisième transaction enregistre des données entre l'exécution des deux commandes **START TRANSACTION**, ce qui aurait pour conséquence qu'une des transactions verrait les effets de cet enregistrement et pas la deuxième.

Pour résoudre ce problème, PostgreSQL™ permet à une transaction d'*exporter* le snapshot qu'elle utilise. Aussi longtemps que la transaction reste ouverte, les autres transactions peuvent *importer* son snapshot et ont ainsi la garantie qu'elles voient exactement les mêmes données que la transaction qui a fait l'export. Notez cependant que toute modification réalisée par une de ses transactions restera invisible aux autres transactions, ce qui est le comportement standard des transactions non validées. Donc les transactions sont synchronisées pour ce qui concerne les données pré-existantes, mais agissent normalement pour les modifications

qu'elles font.

Les snapshots sont exportés avec la fonction `pg_export_snapshot`, montrée dans Tableau 9.81, « Fonction de synchronisation de snapshot », et importés avec la commande `SET TRANSACTION(7)`.

Tableau 9.81. Fonction de synchronisation de snapshot

Nom	Type renvoyé	Description
<code>pg_export_snapshot()</code>	text	Sauvegarde le snapshot actuel et renvoie son identifiant

La fonction `pg_export_snapshot` sauvegarde le snapshot courant et renvoie une chaîne de type text identifiant le snapshot. Cette chaîne doit être passée (en dehors de la base de données) aux clients qui souhaitent importer le snapshot. Ce dernier est disponible en import jusqu'à la fin de la transaction qui l'a exporté. Une transaction peut exporter plus d'un snapshot si nécessaire. Notez que ceci n'est utile que dans le mode d'isolation `READ COMMITTED` car, dans le mode `REPEATABLE READ` et les niveaux d'isolation plus importants, les transactions utilisent le même snapshot tout au long de leur vie. Une fois qu'une transaction a exporté des snapshots, il ne peut plus être préparé avec `PREPARE TRANSACTION(7)`.

Voir `SET TRANSACTION(7)` pour des détails sur l'utilisation d'un snapshot exporté.

9.26.6. Fonctions de réPLICATION

Les fonctions décrites dans le Tableau 9.82, « Fonctions SQL pour la réPLICATION » permettent de contrôler et interagir avec les fonctionnalités de réPLICATION. Voir Section 26.2.5, « Streaming Replication », Section 26.2.6, « Slots de réPLICATION », et Chapitre 48, Tracer la progression de la réPLICATION pour des informations sur les fonctionnalités sous-jacentes. L'utilisation de ces fonctions est restreinte aux superutilisateurs.

La plupart de ces fonctions ont des commandes équivalentes dans le protocole de réPLICATION ; voir Section 51.4, « Protocole de réPLICATION en continu ».

Les fonctions décrites dans les Section 9.26.3, « Fonctions de contrôle de la sauvegarde », Section 9.26.4, « Fonctions de contrôle de la restauration », et Section 9.26.5, « Fonctions de synchronisation des images de base » concernent aussi la réPLICATION.

Tableau 9.82. Fonctions SQL pour la réPLICATION

Fonction	Type renvoyé	Description
<code>pg_create_physical_replication_slot(<i>nom_slot</i> name [, <i>immediately_reserve</i> boolean])</code>	(<i>nom_slot</i> name, <i>position_xlog_pg_lsn</i>)	Crée un slot physique de réPLICATION nommé <i>nom_slot</i> . Le deuxième paramètre, optionnel, indique si le LSN pour ce slot de réPLICATION doit être réservé immédiatement. Dans le cas contraire, le LSN est réservé à la première connexion à partir d'un client de réPLICATION en flux. Les modifications du flux à partir d'un slot physique est seulement disponible avec le protocole de réPLICATION en flux -- voir Section 51.4, « Protocole de réPLICATION en continu ». Cette fonction correspond à la commande du protocole de réPLICATION <code>CREATE_REPLICATION_SLOT ... PHYSICAL</code> .
<i>nom_slot</i> <code>pg_drop_replication_slot(<i>ot_name</i>)</code>	void	Supprime le slot physique ou logique de réPLICATION nommé <i>nom_slot</i> . Identique à la commande <code>DROP_REPLICATION_SLOT</code> du protocole de réPLICATION.
<code>pg_create_logical_replication_slot(<i>nom_slot</i> name, <i>plugin_name</i>)</code>	(<i>nom_slot</i> name, <i>position_xlog_pg_lsn</i>)	Crée un nouveau slot logique de réPLICATION nommé <i>nom_slot</i> en utilisant le plugin de sortie nommé <i>plugin</i> . Un appel à cette fonction a le même effet que la commande <code>CREATE_REPLICATION_SLOT ... LOGICAL</code> du protocole de réPLICATION.

Fonction	Type renvoyé	Description
	(<i>location pg_lsn, xid xid, data text</i>)	Renvoie les changements dans le slot <i>nom_slot</i> , en commençant à partir du premier changement non consommé. Si <i>jusqu_au_lsn</i> et <i>jusqu_au_n_changements</i> sont NULL, le décodage logique continuera jusqu'à la fin des WAL présents. Si <i>jusqu_au_lsn</i> est différent de NULL, le décodage incluera seulement les transactions dont la validation a précédé le LSN indiqué. Si <i>jusqu_au_n_changements</i> est différent de NULL, le décodage s'arrêtera quand le nombre de lignes produites par le décodage excède la valeur indiquée. Néanmoins, notez que le nombre réel de lignes renvoyées peut être plus grand car la limite n'est vérifiée qu'après l'ajout des lignes produites lors du décodage de chaque nouvelle validation de transaction.

Fonction	Type renvoyé	Description
<code>nom_slot name, jusqu_au_lsn pg_lsn, jusqu_au_n_changements int, VARIADIC options text[])</code>		
<code>pg_logical_slot_peek_changes (nom_slot name, jusqu_au_lsn pg_lsn, jusqu_au_n_changements int, VARIADIC options text[])</code>	(<i>location</i> text, <i>xid</i> xid, <i>data</i> text)	Se comporte exactement comme la fonction <code>pg_logical_slot_get_changes()</code> , sauf que les changements ne sont pas consommés ; c'est-à-dire que les changements seront de nouveau renvoyés lors des prochains appels.
<code>pg_replication_origin_create (node_name text)</code>	oid	Créé une origine de réPLICATION avec le nom externe indiqué, et renvoie l'id interne qui lui a été assigné.
<code>n o d e — n a m pg_replication_origin_drop(e text)</code>	void	Supprime une origine de réPLICATION créée antérieurement, y compris tous les rejeux associés en cours.
<code>no de — n am pg_replication_origin_oid(e text)</code>	oid	Recherche une origine de réPLICATION par son nom et renvoie son identifiant interne. S'il n'existe pas d'origine de réPLICATION correspondante, une erreur est levée.
<code>pg_replication_origin_session_setup(node_name text)</code>	void	Marque la session courante comme rejouant à partir de l'origine indiquée, permettant de suivre la progression du rejet. Utilisez <code>pg_replication_origin_session_reset</code> pour annuler. Peut seulement être utilisée si aucune origine précédente n'est configurée.
<code>pg_replication_origin_session_reset()</code>	void	Annule les effets de <code>pg_replication_origin_session_setup</code> .
<code>pg_replication_origin_session_is_setup()</code>	bool	Indique si une origine de réPLICATION a été configurée dans la session courante.
<code>pg_replication_origin_session_progress(flush bool)</code>	pg_lsn	Renvoie la position du rejet pour l'origine de réPLICATION configurée dans la session courante. Le paramètre <code>flush</code> indique si la transaction locale correspondante sera garantie avoir été écrite sur disque ou pas.
<code>pg_replication_origin_xact_setup(origin_lsn pg_lsn, origin_timestamp timestamptz)</code>	void	Marque la transaction courante comme rejouant une transaction qui a été validée au LSN et à l'horodatage indiqués. Peut seulement être appelé lorsqu'une origine de réPLICATION a été antérieurement configurée en utilisant <code>pg_replication_origin_session_setup()</code> .
<code>pg_replication_origin_xact_reset(origin_lsn pg_lsn, ori-</code>	void	Annule les effets de <code>pg_replication_origin_xact_setup</code> .

Fonction	Type renvoyé	Description
<code>gin_timestamp timestamptz)</code>		<code>etup()</code> .
<code>pg_replication_origin_advance(node_name text, pos pg_lsn)</code>	void	Positionne l'avancement de la réPLICATION pour le nœud indiqué à la position donnée. Ceci est principalement utile pour positionner la position initiale ou une nouvelle position après des modifications dans la configuration ou équivalent. Soyez conscient qu'un usage non réfléchi de cette fonction peut entraîner des données répliquées incohérentes.
<code>pg_replication_origin_progress(node_name text, flush bool)</code>	pg_lsn	Renvoie la position du rejeu pour l'origine de réPLICATION indiquée. Le paramètre <code>flush</code> détermine si la transaction locale correspondante sera garantie avoir été écrite sur disque ou pas.
<code>pg_logical_slot_get_binary_changes(slot_name name, jusqu_au_lsn pg_lsn, jusqu_au_n_changements int, VARIADIC options text[])</code>	(location pg_lsn, xid xid, data byt ea)	Se comporte comme la fonction <code>pg_logical_slot_get_changes()</code> , sauf que les changements sont renvoyées avec le type de données bytea.
<code>pg_logical_slot_peek_binary_changes(slot_name name, upto_lsn pg_lsn, upto_nchanges int, VARIADIC options text[])</code>	(location pg_lsn, xid xid, data byt ea)	Se comporte exactement comme la fonction <code>pg_logical_slot_get_changes()</code> , sauf que les changements sont renvoyées avec le type de données bytea et qu'ils ne sont pas consommés ; c'est-à-dire que les changements seront de nouveau renvoyés lors des prochains appels.
<code>tran pg_logical_emit_message(transactional bool, prefix text, content text)</code>	pg_lsn	Émet un message texte de décodage logique. Cette fonction peut être utilisée pour passer des messages génériques aux plugins de décodage logique via les journaux de transactions. Le paramètre <code>transactional</code> précise si le message doit faire partie de la transaction en cours ou s'il doit être écrit immédiatement et décodé dès que le décodage logique lit l'enregistrement. Le paramètre <code>prefix</code> est un préfixe texte utilisé par les plugins de décodage logique pour reconnaître facilement les messages intéressants. Le paramètre <code>content</code> est le texte du message.
<code>tran pg_logical_emit_message(transactional bool, prefix text, content bytea)</code>	pg_lsn	Émet un message binaire de décodage logique. Cette fonction peut être utilisée pour passer des messages génériques aux plugins de décodage logique via les journaux de transactions. Le paramètre <code>transactional</code> précise si le message doit faire partie de la transaction en cours ou s'il doit être écrit immédiatement et décodé dès que le décodage logique lit l'enregistrement. Le paramètre <code>prefix</code> est un préfixe texte utilisé par les plugins de décodage logique pour reconnaître facilement les messages intéressants. Le paramètre <code>content</code> est le contenu binaire du message.

9.26.7. Fonctions de gestion des objets du serveur

Les fonctions présentées dans le Tableau 9.83, « Fonctions de calcul de la taille des objets de la base de données » calculent l'utilisation de l'espace disque par les objets de la base de données.

Tableau 9.83. Fonctions de calcul de la taille des objets de la base de données

Nom	Code de retour	Description
<code>pg_column_size(any)</code>	int	Nombre d'octets utilisés pour stocker une valeur particulière (éventuellement compressée)
<code>pg_database_size(oid)</code>	bigint	Espace disque utilisé par la base de données d'OID indiqué
<code>pg_database_size(name)</code>	bigint	Espace disque utilisé par la base de données de nom indiqué
<code>pg_indexes_size(regclass)</code>	bigint	Espace disque total utilisé par les index attachés à la table dont l'OID ou le nom est indiqué
<code>pg_relation_size(relation regclass, fork text)</code>	bigint	Espace disque utilisé par le fork indiqué, 'main', 'fsm', 'vm' ou 'init', d'une table ou index d'OID ou de nom indiqué.
<code>pg_relation_size(relation regclass)</code>	bigint	Raccourci pour <code>pg_relation_size(..., 'main')</code>
<code>pg_size_bytes(text)</code>	bigint	Convertit une taille dans un format lisible par un humain avec des unités de taille en nombre d'octets
<code>pg_size_pretty(bigint)</code>	text	Convertit la taille en octets (entier sur 64 bits) en un format lisible par l'homme et avec une unité
<code>pg_size_pretty(numeric)</code>	text	Convertit la taille en octets (type numeric) en un format lisible par l'homme et avec une unité
<code>pg_table_size(regclass)</code>	bigint	Espace disque utilisé par la table spécifiée, en excluant les index (mais en incluant les données TOAST, la carte des espaces libres et la carte de visibilité)
<code>pg_tablespace_size(oid)</code>	bigint	Espace disque utilisé par le tablespace ayant cet OID
<code>pg_tablespace_size(name)</code>	bigint	Espace disque utilisé par le tablespace ayant ce nom
<code>pg_total_relation_size(regclass)</code>	bigint	Espace disque total utilisé par la table spécifiée, en incluant toutes les données TOAST et les index

`pg_column_size` affiche l'espace utilisé pour stocker toute valeur individuelle.

`pg_total_relation_size` accepte en argument l'OID ou le nom d'une table ou d'une table TOAST. Elle renvoie l'espace disque total utilisé par cette table, incluant les index associés. Cette fonction est équivalente à `pg_table_size + pg_indexes_size`.

`pg_table_size` accepte en argument l'OID ou le nom d'une table et renvoie l'espace disque nécessaire pour cette table, à l'exclusion des index (espace des données TOAST, carte des espaces libres et carte de visibilité inclus.)

`pg_indexes_size` accepte en argument l'OID ou le nom d'une table et renvoie l'espace disque total utilisé par tous les index attachés à cette table.

`pg_database_size` et `pg_tablespace_size` acceptent l'OID ou le nom d'une base de données ou d'un *tablespace* et renvoient l'espace disque total utilisé. To use `pg_database_size`, you must have CONNECT permission on the specified database (which is granted by default). To use `pg_tablespace_size`, you must have CREATE permission on the specified tablespace, unless it is the default tablespace for the current database.

`pg_relation_size` accepte l'OID ou le nom d'une table, d'un index ou de la partie TOAST d'une table. Elle renvoie la taille sur disque d'un des éléments de cet objet en octets. (Notez que, dans la plupart des cas, il est plus agréable d'utiliser les fonctions de haut niveau telles que `pg_total_relation_size` ou `pg_table_size`, qui additionnent les tailles de chaque partie.) Avec un seul argument, cette fonction renvoie la taille de la partie principale (le HEAP) de la relation. Le deuxième argument permet d'indiquer la partie à examiner :

- 'main' renvoie la taille de la partie principale (HEAP) de la relation.
- 'fsm' renvoie la taille de la partie Free Space Map (voir Section 65.3, « Carte des espaces libres ») associée à cette relation.

- 'vm' renvoie la taille de la partie *Visibility Map* (voir Section 65.4, « Carte de visibilité ») associée à cette relation.
- 'init' renvoie la taille de la partie initialisation, si elle existe, associée à la relation.

`pg_size.pretty` peut être utilisé pour formater le résultat d'une des autres fonctions de façon interprétable par l'utilisateur, en utilisant bytes, kB, MB, GB ou TB suivant le cas.

`pg_size_bytes` peut être utilisé pour obtenir la taille en octets à partir d'une chaîne dans un format lisible par un humain. L'entrée doit avoir des unités bytes, kB, MB, GB ou TB, et est analysée sans faire attention à la casse. Si aucune unité n'est indiquée, l'unité du nombre sera des octets.



Note

Les unités kB, MB, GB et TB utilisées par les fonctions `pg_size.pretty` et `pg_size_bytes` sont définies avec des puissances de 2 plutôt que des puissances de 10. Donc, 1kB est 1024 octets, 1MB est $1024^2 = 1048576$ octets, et ainsi de suite.

Les fonctions ci-dessus qui opèrent sur des tables ou des index acceptent un argument `regclass`, qui est simplement l'OID de la table ou de l'index dans le catalogue système `pg_class`. Vous n'avez pas à rechercher l'OID manuellement. Néanmoins, le convertisseur de type de données `regclass` fera ce travail pour vous. Écrivez simplement le nom de la table entre guillements simples pour qu'il ressemble à une constante littérale. Pour compatibilité avec la gestion des noms SQL standards, la chaîne sera convertie en minuscule sauf si elle est entourée de guillemets doubles.

Si un OID qui ne représente pas un objet existant est passé en tant qu'argument à une des fonctions ci-dessus, NULL est renvoyé.

Les fonctions affichées dans Tableau 9.84, « Fonctions de récupération de l'emplacement des objets de la base de données » facilitent l'identification des fichiers associées aux objets de la base de données.

Tableau 9.84. Fonctions de récupération de l'emplacement des objets de la base de données

Nom	Type en retour	Description
<code>pg_relation_filenode(<i>relation regclass</i>)</code>	oid	Numéro filenode de la relation indiquée
<code>pg_relation_filepath(<i>relation regclass</i>)</code>	text	Chemin et nom du fichier pour la relation indiquée
<code>pg_filenode_relation(<i>tablespace oid, filenode oid</i>)</code>	regclass	Trouve la relation associée au tablespace et au numéro de fichier indiqués

`pg_relation_filenode` accepte l'OID ou le nom d'une table, d'un index, d'une séquence ou d'une table TOAST. Elle renvoie le numéro « filenode » qui lui est affecté. Ce numéro est le composant de base du nom de fichier utilisé par la relation (voir Section 65.1, « Emplacement des fichiers de la base de données » pour plus d'informations). Pour la plupart des tables, le résultat est identique à `pg_class.relfilenode` mais pour certains catalogues système, `relfilenode` vaut zéro et cette fonction doit être utilisée pour obtenir la bonne valeur. La fonction renvoie NULL si l'objet qui lui est fourni est une relation qui n'a pas de stockage, par exemple une vue.

`pg_relation_filepath` est similaire à `pg_relation_filenode` mais elle renvoie le chemin complet vers le fichier (relatif au répertoire des données de l'instance, PGDATA) de la relation.

`pg_filenode_relation` est l'inverse de `pg_relation_filenode`. Avec l'OID du « tablespace » et le numéro de fichier (« filenode »), elle renvoie l'OID de la relation associée. Pour une table dans le tablespace par défaut de la base de données, le tablespace peut être spécifié avec le nombre 0.

9.26.8. Fonctions de maintenance des index

Tableau 9.85, « Fonctions de maintenance des index » indique les fonctions disponibles pour les tâches de maintenance des index. Ces fonctions ne peuvent pas être exécutées en mode de restauration. L'utilisation de ces fonctions est restreinte aux superutilisateurs et au propriétaire de l'index indiqué

Tableau 9.85. Fonctions de maintenance des index

Nom	Type en retour	Description
<code>in de brin_summarize_new_values(<i>x</i>)</code>	integer	Résume les pages des intervalles non résumés

Nom	Type en retour	Description
<code>regclass)</code>		
<code>gin_clean_pending_list(index regclass)</code>	<code>bigint</code>	Déplace les entrées de la liste d'attente GIN dans la structure principale de l'index

`brin_summarize_new_values` reçoit comme argument l'OID ou le nom d'un index BRIN et inspecte l'index pour trouver les pages d'intervalles dans la table de base qui ne sont actuellement pas résumées dans l'index ; pour tous ces intervalles, elle crée une nouvelle ligne de résumé dans l'index en parcourant les pages de la table. Elle renvoie le nombre de nouvelles pages des intervalles résumés qui ont été insérées dans l'index.

`gin_clean_pending_list` accepte l'OID ou le nom d'un index GIN et nettoie la liste d'attente de l'index spécifié en déplaçant les enregistrements qui y sont dans la structure de données principale de GIN. Elle renvoie le nombre de blocs supprimés dans la liste d'attente. Notez que si l'index indiqué est un index GIN construit avec l'option `fastupdate` désactivée, le nettoyage n'a pas lieu et la valeur de retour est 0 parce que l'index n'a pas de liste d'attente. Merci de voir Section 63.4.1, « Technique GIN de mise à jour rapide » et Section 63.5, « Conseils et astuces GIN » pour des détails sur la liste d'attente et l'option `fastupdate`.

9.26.9. Fonctions génériques d'accès aux fichiers

Les fonctions présentées dans le Tableau 9.86, « Fonctions d'accès générique aux fichiers » fournissent un accès natif aux fichiers situés sur le serveur. Seuls les fichiers contenus dans le répertoire du cluster et ceux du répertoire `log_directory` sont accessibles. On utilise un chemin relatif pour les fichiers contenus dans le répertoire du cluster et un chemin correspondant à la configuration du paramètre `log_directory` pour les journaux de trace. L'utilisation de ces fonctions est restreinte aux superutilisateurs.

Tableau 9.86. Fonctions d'accès générique aux fichiers

Nom	Code de retour	Description
<code>pg_ls_dir(nom_répertoire text [, missing_ok boolean, include_dot_dirs boolean])</code>	<code>setof text</code>	Liste le contenu d'un répertoire
<code>pg_read_file(filename text [, offset bigint, length bigint [, missing_ok boolean]])</code>	<code>text</code>	Renvoie le contenu d'un fichier texte
<code>pg_read_binary_file(filename text [, offset bigint, length bigint [, missing_ok boolean]])</code>	<code>bytea</code>	Renvoie le contenu d'un fichier
<code>pg_stat_file(filename text[, missing_ok boolean])</code>	<code>record</code>	Renvoie les informations concernant un fichier

Toutes ces fonctions prennent un paramètre optionnel `missing_ok` qui indique le comportement lorsque le fichier ou le répertoire n'existe pas. Si `true`, la fonction renvoie `NULL` (sauf `pg_ls_dir`, qui renvoie un ensemble vide comme résultat). Si `false`, une erreur est levée. Il est positionné à `false` par défaut.

`pg_ls_dir` renvoie les noms de tous les fichiers (ainsi que les répertoires ou fichiers spéciaux) dans le répertoire indiqué. Le paramètre `include_dot_dirs` indique si « .. » et « .. » sont inclus dans l'ensemble résultat. Le défaut est de les exclure (`false`), mais les inclure peut être utile lorsque `missing_ok` est `true`, pour faire la distinction entre un répertoire vide et un répertoire inexistant.

`pg_read_file` renvoie une partie d'un fichier texte, débutant au `décalage` indiqué, renvoyant au plus `longueur` octets (moins si la fin du fichier est atteinte avant). Si le `décalage` est négatif, il est relatif à la fin du fichier. Si `offset` et `length` sont omis, le fichier entier est renvoyé. Les octets lus à partir de ce fichier sont interprétés comme une chaîne dans l'encodage du serveur. Une erreur est affichée si l'encodage est mauvais.

`pg_read_binary_file` est similaire à `pg_read_file`, sauf que le résultat est une valeur de type `bytea` ; du coup, aucune vérification d'encodage n'est réalisée. Avec la fonction `convert_from`, cette fonction peut être utilisée pour lire un fichier dans un encodage spécifié :

```
SELECT convert_from(pg_read_binary_file('fichier_en_utf8.txt'), 'UTF8');
```

`pg_stat_file` renvoie un enregistrement contenant la taille du fichier, les date et heure de dernier accès, les date et heure de dernière modification, les date et heure de dernier changement de statut (plateformes Unix seulement), les date et heure de création (Windows seulement) et un booléen indiquant s'il s'agit d'un répertoire. Les usages habituels incluent :

```
SELECT * FROM pg_stat_file('nomfichier');
SELECT (pg_stat_file('nomfichier')).modification;
```

9.26.10. Fonctions pour les verrous consultatifs

Les fonctions présentées dans Tableau 9.87, « Fonctions de verrous consultatifs » gèrent les verrous consultatifs. Pour les détails sur le bon usage de ces fonctions, voir Section 13.3.5, « Verrous informatifs ».

Tableau 9.87. Fonctions de verrous consultatifs

Nom	Type renvoyé	Description
<code>pg_advisory_lock(key bigint)</code>	void	Obtient un verrou consultatif exclusif au niveau session
<code>pg_advisory_lock(key1 int, key2 int)</code>	void	Obtient un verrou consultatif exclusif au niveau session
<code>pg_advisory_lock_shared(key bigint)</code>	void	Obtient un verrou consultatif partagé au niveau session
<code>pg_advisory_lock_shared(key1 int, key2 int)</code>	void	Obtient un verrou consultatif partagé au niveau session
<code>pg_try_advisory_lock(key bigint)</code>	boolean	Obtient un verrou consultatif exclusif si disponible
<code>pg_try_advisory_lock(key1 int, key2 int)</code>	boolean	Obtient un verrou consultatif exclusif si disponible
	boolean	Obtient un verrou consultatif partagé si disponible

Nom	Type renvoyé	Description
<code>key bigint)</code>		
	boolean	Obtient un verrou consultatif partagé si disponible

Nom	Type renvoyé	Description
<code>key1 int, key2 int)</code>		
<code>pg_advisory_unlock(key bigint)</code>	boolean	Relâche un verrou consultatif exclusif au niveau session
<code>pg_advisory_unlock(key1 int, key2 int)</code>	boolean	Relâche un verrou consultatif exclusif au niveau session
<code>pg_advisory_unlock_all()</code>	void	Relâche tous les verrous consultatifs au niveau session détenus par la session courante
<code>key pg_advisory_unlock_shared(y bigint)</code>	boolean	Relâche un verrou consultatif partagé au niveau session
<code>key pg_advisory_unlock_shared(y1 int, key2 int)</code>	boolean	Relâche un verrou consultatif partagé au niveau session
<code>pg_advisory_xact_lock(key bigint)</code>	void	Obtient un verrou consultatif exclusif au niveau transaction
<code>pg_advisory_xact_lock(key1 int, key2 int)</code>	void	Obtient un verrou consultatif exclusif au niveau transaction
<code>pg_advisory_xact_lock_shared(key bigint)</code>	void	Obtient un verrou consultatif partagé au niveau transaction
<code>pg_advisory_xact_lock_shared(key1 int, key2 int)</code>	void	Obtient un verrou consultatif partagé au niveau transaction
<code>pg_try_advisory_lock(key bigint)</code>	boolean	Obtient un verrou consultatif exclusif au niveau session si disponible
<code>pg_try_advisory_lock(key1 int, key2 int)</code>	boolean	Obtient un verrou consultatif exclusif au niveau session si disponible
	boolean	Obtient un verrou consultatif partagé au niveau session si disponible

Nom	Type renvoyé	Description
<code>key bigint)</code>	boolean	Obtient un verrou consultatif partagé au niveau session si disponible

Nom	Type renvoyé	Description
<code>key1 int, key2 int)</code>		
<code>ke pg_try_advisory_xact_lock(y bigint)</code>	boolean	Obtient un verrou consultatif exclusif au niveau transaction si disponible
<code>ke pg_try_advisory_xact_lock(y1 int, key2 int)</code>	boolean	Obtient un verrou consultatif exclusif au niveau transaction si disponible
<code>pg_try_advisory_xact_lock_sh ared(key bigint)</code>	boolean	Obtient un verrou consultatif partagé au niveau transaction si disponible
<code>pg_try_advisory_xact_lock_sh ared(key1 int, key2 int)</code>	boolean	Obtient un verrou consultatif partagé au niveau transaction si disponible

`pg_advisory_lock` verrouille une ressource applicative qui peut être identifiée soit par une valeur de clé sur 64 bits soit par deux valeurs de clé sur 32 bits (les deux espaces de clé ne se surchargent pas). Si une autre session détient déjà un verrou sur le même identifiant de ressource, la fonction attend que la ressource devienne disponible. Le verrou est exclusif. Les demandes de verrou s'empilent de sorte que, si une même ressource est verrouillée trois fois, elle doit être déverrouillée trois fois pour être disponible par les autres sessions.

`pg_advisory_lock_shared` fonctionne de façon identique à `pg_advisory_lock` sauf que le verrou peut être partagé avec d'autres sessions qui réclament des verrous partagés. Seules les demandes de verrou exclusif sont bloquées.

`pg_try_advisory_lock` est similaire à `pg_advisory_lock` sauf que la fonction n'attend pas la disponibilité du verrou. Si le verrou peut être obtenu immédiatement, la fonction renvoie `true`, sinon, elle renvoie `false`.

`pg_try_advisory_lock_shared` fonctionne de la même façon que `pg_try_advisory_lock` sauf qu'elle tente d'acquérir un verrou partagé au lieu d'un verrou exclusif.

`pg_advisory_unlock` relâche un verrou consultatif exclusif précédemment acquis au niveau session. Elle retourne `true` si le verrou est relâché avec succès. Si le verrou n'était pas détenu, `false` est renvoyé et un message d'avertissement SQL est émis par le serveur.

`pg_advisory_unlock_shared` fonctionne de la même façon que `pg_advisory_unlock` mais pour relâcher un verrou partagé au niveau session.

`pg_advisory_unlock_all` relâche tous les verrous consultatifs au niveau session détenus par la session courante. (Cette fonction est appelée implicitement à la fin de la session, même si le client se déconnecte brutalement.)

`pg_advisory_xact_lock` fonctionne de la même façon que `pg_advisory_lock`, sauf que le verrou est automatiquement relâché à la fin de la transaction courante et ne peut pas être relâché de façon explicite.

`pg_advisory_xact_lock_shared` fonctionne de la même façon que `pg_advisory_lock_shared`, sauf que le verrou est automatiquement relâché à la fin de la transaction courante et ne peut pas être relâché de façon explicite.

`pg_try_advisory_xact_lock` fonctionne de la même façon que `pg_try_advisory_lock`, sauf que le verrou, s'il est acquis, est automatiquement relâché à la fin de la transaction courante et ne peut pas être relâché de façon explicite.

`pg_try_advisory_xact_lock_shared` fonctionne de la même façon que `pg_try_advisory_lock_shared`, sauf que le verrou, s'il est acquis, est automatiquement relâché à la fin de la transaction courante et ne peut pas être relâché de façon explicite.

9.27. Fonctions trigger

Actuellement, PostgreSQL™ fournit une fonction de trigger interne, `suppress_redundant_updates_trigger`, qui empêchera toute mise à jour qui ne modifie pas réellement les données de cette ligne, en contraste au comportement normal qui réalise toujours une mise à jour, que les données soient réellement changées ou pas. (Ce comportement normal fait que les mises à jour s'exécutent rapidement car aucune vérification n'est nécessaire et c'est aussi utile dans certains cas.)

Idéalement, vous devriez normalement éviter d'exécuter des mises à jour qui ne modifient pas réellement les données de l'enregistrement. Les mise à jour redondantes peuvent coûter considérablement en temps d'exécution, tout spécialement si vous avez beaucoup d'index à modifier, et en espace dans des lignes mortes que vous devrez finir par VACUUMées. Néanmoins, la détection de telles situations dans le code client n'est pas toujours facile, voire même possible, et écrire des expressions pour détecter ce type de cas peut facilement amener des erreurs. Une alternative est d'utiliser `suppress_redundant_updates_trigger`, qui ignorera les mises à jour qui ne modifient pas réellement les données. Néanmoins, vous devez être très prudent quant à son utilisation. Le trigger consomme un temps petit, mais à ne pas négliger, pour

vérifier que la mise à jour doit se faire. Autrement dit, si la plupart des enregistrements affectés par une mise à jour seront réellement modifiés, utiliser ce trigger rendra la mise à jour bien plus lente.

La fonction `suppress_redundant_updates_trigger` peut être ajoutée à une table de cette façon :

```
CREATE TRIGGER z_min_update
BEFORE UPDATE ON tablename
FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE suppress_redundant_updates_trigger();
```

Dans la plupart des cas, vous voudrez déclencher ce trigger en dernier pour chaque ligne. Gardez en tête que les triggers sont déclenchés dans l'ordre alphabétique de leur nom, vous choisissez donc un nom de trigger qui vient après le nom des autres triggers que vous pourriez avoir sur la table.

Pour plus d'informations sur la création des trigger, voir CREATE TRIGGER(7).

9.28. Fonctions des triggers sur les événements

PostgreSQL™ fournit ces fonctions utilitaires pour retrouver des informations à partir des triggers sur événements.

Pour plus d'informations sur les triggers sur événements, voir Chapitre 38, Déclencheurs (triggers) sur évènement.

9.28.1. Récupérer les modifications à la fin de la commande

`pg_event_trigger_ddl_commands` renvoie une liste des commandes DDL exécutées par chaque action de l'utilisateur lorsqu'elle est appelée à partir d'une fonction attachée à un trigger sur événement `ddl_command_end`. Si elle est appelée dans tout autre contexte, une erreur est levée. `pg_event_trigger_ddl_commands` renvoie une ligne pour chaque commande de base exécutée ; certaines commandes qui sont une simple instruction SQL peuvent retourner plus d'une ligne. Cette fonction renvoie les colonnes suivantes :

Nom	Type	Description
<code>classid</code>	Oid	OID du catalogue auquel appartient l'objet
<code>objid</code>	Oid	OID de l'objet dans le catalogue
<code>objsubid</code>	integer	Sous-identifiant de l'objet (exemple le numéro d'attribut pour les colonnes)
<code>command_tag</code>	text	La marque (tag) de la commande
<code>object_type</code>	text	Type de l'objet
<code>schema_name</code>	text	Nom du schéma auquel appartient l'objet, si applicable ; sinon NULL. Aucun guillemet n'est utilisé.
<code>object_identity</code>	text	Version textuelle de l'identité de l'objet, qualifié du schéma. Tous les identifiants présent dans l'identité sont placés entre guillemets si nécessaire.
<code>in_extension</code>	bool	Indique si la commande est incluse dans un script d'une extension
<code>command</code>	<code>pg_ddl_command</code>	Une représentation complète de la commande, dans un format interne. Elle ne peut être envoyée en sortie directement, mais elle peut être communiquée à d'autres fonctions pour obtenir différentes informations à propos de la commande.

9.28.2. Traitement des objets supprimés par une commande DDL

`pg_event_trigger_dropped_objects` renvoie une liste de tous les objets supprimés par la commande qui a déclenché l'appel à l'événement `sql_drop`. Si elle est appelée dans un autre contexte, `pg_event_trigger_dropped_objects` lève une erreur. `pg_event_trigger_dropped_objects` renvoie les colonnes suivantes :

Nom	Type	Description
classid	Oid	OID du catalogue auquel appartient l'objet
objid	Oid	OID de l'objet dans le catalogue
objsubid	int32	Sous-identifiant de l'objet (par exemple, numéro d'attribut pour les colonnes)
original	bool	Utilisé pour identifier l'objet détruit à l'origine
normal	bool	Indique qu'il existe une relation de dépendance normale dans le graphe des dépendances menant à cet objet
is_temporary	bool	Indique que l'objet était un objet temporaire.
object_type	text	Type de l'objet
schema_name	text	Nom du schéma auquel appartient l'objet. NULL dans le cas contraire. Aucun guillemet n'est utilisé.
object_name	text	Nom de l'objet si la combinaison nom du schéma et nom de l'objet peut être utilisée comme identifiant unique pour l'objet, NULL dans les autres cas. Aucun guillemet n'est utilisé et le nom n'est jamais qualifié du nom du schéma.
object_identity	text	Version textuelle de l'identité de l'objet, qualifié du schéma. Tous les identifiants présents dans l'identité sont placés entre guillemets si nécessaire.
address_names	text[]	Un tableau qui, avec object_type et address_args, peut être utilisé par la fonction pg_get_object_address() pour recréer l'adresse de l'objet dans un serveur distant qui contient un objet de même type nommé à l'identique.
address_args	text[]	Complément pour address_names ci-dessus.

La fonction pg_event_trigger_dropped_objects peut être utilisée dans un trigger d'événement comme ici :

```

CREATE FUNCTION test_trigger_evenement_pour_suppression()
    RETURNS event_trigger LANGUAGE plpgsql AS $$
DECLARE
    obj record;
BEGIN
    FOR obj IN SELECT * FROM pg_event_trigger_dropped_objects()
    LOOP
        RAISE NOTICE '% objet supprimé : % %.% %',
        tg_tag,
        obj.object_type,
        obj.schema_name,
        obj.object_name,
        obj.object_identity;
    END LOOP;
END
$$;
CREATE EVENT TRIGGER test_trigger_evenement_pour_suppression
    ON sql_drop
    EXECUTE PROCEDURE test_trigger_evenement_pour_suppression();

```

9.28.3. Gérer un événement de modification de table

Les fonctions décrites à Tableau 9.88, « Table Rewrite information » fournissent des informations sur une table pour laquelle un événement `table_rewrite` vient juste d'être lancé. Si elles sont appellées dans un autre contexte, une erreur est levée.

Tableau 9.88. Table Rewrite information

Nom	Type en retour	Description
<code>pg_event_trigger_table_rewrite_oid()</code>	Oid	L'OID de la table sur le point d'être modifiée.
<code>pg_event_trigger_table_rewrite_reason()</code>	int	Le(s) code(s) expliquant la raison de la modification. La signification exacte de ces codes dépend de la version (release).

La fonction `pg_event_trigger_table_rewrite_oid` peut être utilisée dans un trigger sur événement comme suit :

```

CREATE FUNCTION test_event_trigger_table_rewrite_oid()
RETURNS event_trigger
LANGUAGE plpgsql AS
$$
BEGIN
    RAISE NOTICE 'modification de table % pour la raison %',
                  pg_event_trigger_table_rewrite_oid()::regclass,
                  pg_event_trigger_table_rewrite_reason();
END;
$$;

CREATE EVENT TRIGGER test_table_rewrite_oid
    ON table_rewrite
    EXECUTE PROCEDURE test_event_trigger_table_rewrite_oid();

```

Chapitre 10. Conversion de types

Le mélange de différents types de données dans la même expression peut être requis, intentionnellement ou pas, par les instructions SQL. PostgreSQL™ possède des fonctionnalités étendues pour évaluer les expressions de type mixte.

Dans la plupart des cas, un utilisateur n'aura pas besoin de comprendre les détails du mécanisme de conversion des types. Cependant, les conversions implicites faites par PostgreSQL™ peuvent affecter le résultat d'une requête. Quand cela est nécessaire, ces résultats peuvent être atteints directement en utilisant la conversion *explicite* de types.

Ce chapitre introduit les mécanismes et les conventions sur les conversions de types dans PostgreSQL™. Référez-vous aux sections appropriées du Chapitre 8, Types de données et du Chapitre 9, Fonctions et opérateurs pour plus d'informations sur les types de données spécifiques, les fonctions et les opérateurs autorisés.

10.1. Aperçu

SQL est un langage fortement typé. C'est-à-dire que chaque élément de données est associé à un type de données qui détermine son comportement et son utilisation permise. PostgreSQL™ a un système de types extensible qui est beaucoup plus général et flexible que les autres implémentations de SQL. Par conséquent, la plupart des comportements de conversion de types dans PostgreSQL™ est régie par des règles générales plutôt que par une heuristique *ad hoc*. Cela permet aux expressions de types mixtes d'être significatives même avec des types définis par l'utilisateur.

L'analyseur de PostgreSQL™ divise les éléments lexicaux en cinq catégories fondamentales : les entiers, les nombres non entiers, les chaînes de caractères, les identificateurs et les mots-clé. Les constantes de la plupart des types non-numériques sont d'abord classifiées comme chaînes de caractères. La définition du langage SQL permet de spécifier le nom des types avec une chaîne et ce mécanisme peut être utilisé dans PostgreSQL™ pour lancer l'analyseur sur le bon chemin. Par exemple, la requête :

```
SELECT text 'Origin' AS "label", point '(0,0)' AS "value";  
  
label | value  
-----+-----  
Origin | (0,0)  
(1 row)
```

a deux constantes littérales, de type text et point. Si un type n'est pas spécifié pour une chaîne littérale, alors le type unknown est assigné initialement pour être résolu dans les étapes ultérieures comme décrit plus bas.

Il y a quatre constructions SQL fondamentales qui exigent des règles distinctes de conversion de types dans l'analyseur de PostgreSQL™ :

Les appels de fonctions

Une grande partie du système de types de PostgreSQL™ est construit autour d'un riche ensemble de fonctions. Les fonctions peuvent avoir un ou plusieurs arguments. Puisque que PostgreSQL™ permet la surcharge des fonctions, le nom seul de la fonction n'identifie pas de manière unique la fonction à appeler ; l'analyseur doit sélectionner la bonne fonction par rapport aux types des arguments fournis.

Les opérateurs

PostgreSQL™ autorise les expressions avec des opérateurs de préfixe et de suffixe unaires (un argument) aussi bien que binaires (deux arguments). Comme les fonctions, les opérateurs peuvent être surchargés. Du coup, le même problème existe pour sélectionner le bon opérateur.

Le stockage des valeurs

Les instructions SQL **INSERT** et **UPDATE** placent le résultat des expressions dans une table. Les expressions dans une instruction doivent être en accord avec le type des colonnes cibles et peuvent être converties vers celles-ci.

Les constructions UNION, CASE et des constructions relatives

Comme toutes les requêtes issues d'une instruction **SELECT** utilisant une union doivent apparaître dans un ensemble unique de colonnes, les types de résultats de chaque instruction **SELECT** doivent être assortis et convertis en un ensemble uniforme. De façon similaire, les expressions de résultats d'une construction **CASE** doivent être converties vers un type commun de façon à ce que l'ensemble de l'expression **CASE** ait un type de sortie connu. Cela est la même chose pour les constructions avec **ARRAY** et pour les fonctions **GREATEST** et **LEAST**.

Les catalogues systèmes stockent les informations concernant l'existence de conversions entre certains types de données et la façon d'exécuter ces conversions. Les conversions sont appelées *casts* en anglais. Des conversions de types supplémentaires peuvent être ajoutées par l'utilisateur avec la commande **CREATE CAST**(7) (c'est habituellement réalisé en conjonction avec la définition de nouveaux types de données. L'ensemble des conversions entre les types prédéfinis a été soigneusement choisi et le mieux est de ne pas le modifier).

Une heuristique supplémentaire est fournie dans l'analyseur pour permettre de meilleures estimations sur la bonne conversion de type parmi un groupe de types qui ont des conversions implicites. Les types de données sont divisées en plusieurs *catégories de type* basiques, incluant boolean, numeric, string, bitstring, datetime, timespan, geometric, network et définis par l'utilisateur. (Pour une liste, voir Tableau 50.56, « Codes `typcategory` » ; mais notez qu'il est aussi possible de créer des catégories de type personnalisées.) À l'intérieur de chaque catégorie, il peut y avoir une ou plusieurs *types préférés*, qui sont sélectionnés quand il y a un choix possible de types. Avec une sélection attentive des types préférés et des conversions implicites disponibles, il est possible de s'assurer que les expressions ambiguës (celles avec plusieurs solutions candidates) peuvent être résolus d'une façon utile.

Toutes les règles de conversions de types sont écrites en gardant à l'esprit plusieurs principes :

- Les conversions implicites ne doivent jamais avoir de résultats surprenants ou imprévisibles.
- Il n'y aura pas de surcharge depuis l'analyseur ou l'exécuteur si une requête n'a pas besoin d'une conversion implicite de types. C'est-à-dire que si une requête est bien formulée et si les types sont déjà bien distinguables, alors la requête devra s'exécuter sans perte de temps supplémentaire et sans introduire à l'intérieur de celle-ci des appels à des conversions implicites non nécessaires.
- De plus, si une requête nécessite habituellement une conversion implicite pour une fonction et si l'utilisateur définit une nouvelle fonction avec les types des arguments corrects, l'analyseur devrait utiliser cette nouvelle fonction et ne fera plus des conversions implicites en utilisant l'ancienne fonction.

10.2. Opérateurs

L'opérateur spécifique qui est référence par une expression d'opérateur est déterminé par la procédure ci-dessous. Notez que cette procédure est indirectement affectée par l'ordre d'insertion des opérateurs car cela va déterminer les sous-expressions prises en entrée des opérateurs. Voir la Section 4.1.6, « Précédence d'opérateurs » pour plus d'informations.

Procédure 10.1. Résolution de types pour les opérateurs

1. Sélectionner les opérateurs à examiner depuis le catalogue système `pg_operator`. Si un nom non-qualifié d'opérateur était utilisé (le cas habituel), les opérateurs examinés sont ceux avec un nom et un nombre d'arguments corrects et qui sont visibles dans le chemin de recherche courant (voir la Section 5.8.3, « Chemin de parcours des schémas »). Si un nom qualifié d'opérateur a été donné, seuls les opérateurs dans le schéma spécifié sont examinés.
 - Si un chemin de recherche trouve de nombreux opérateurs avec des types d'arguments identiques, seul sera examiné celui apparaissant le plus tôt dans le chemin. Mais les opérateurs avec des types d'arguments différents sont examinés sur une base d'égalité indépendamment de leur position dans le chemin de recherche.
2. Vérifier que l'opérateur accepte le type exact des arguments en entrée. Si un opérateur existe (il peut en avoir uniquement un qui corresponde exactement dans l'ensemble des opérateurs considérés), utiliser cet opérateur.
 - a. Si un argument lors d'une invocation d'opérateur binaire est de type `unknown` (NdT : inconnu), alors considérer pour ce contrôle que c'est le même type que l'autre argument. Les invocations impliquant deux entrées de type `unknown`, ou un opérateur unitaire avec en entrée une donnée de type `unknown` ne trouveront jamais une correspondance à ce niveau.
 - b. Si un argument d'un opérateur binaire est de type `unknown` et que l'autre est un domaine, vérifier ensuite s'il existe un opérateur qui accepte le type de base du domaine des deux côtés ; si c'est le cas, l'utiliser.
3. Rechercher la meilleure correspondance.
 - a. Se débarrasser des opérateurs candidats pour lesquels les types en entrée ne correspondent pas et qui ne peuvent pas être convertis (en utilisant une conversion implicite) dans le type correspondant. Le type `unknown` est supposé être convertible vers tout. Si un candidat reste, l'utiliser, sinon aller à la prochaine étape.
 - b. Si l'argument en entrée est d'un type de domaine, le traiter comme étant le type de base du domaine pour les étapes suivantes. Ceci nous assure que les domaines se comportent comme leur type de base pour la résolution d'opérateurs ambigus.
 - c. Parcourir tous les candidats et garder ceux avec la correspondance la plus exacte par rapport aux types en entrée. Garder tous les candidats si aucun n'a de correspondance exacte. Si un seul candidat reste, l'utiliser ; sinon, aller à la prochaine étape.
 - d. Parcourir tous les candidats et garder ceux qui acceptent les types préférés (de la catégorie des types de données en entrée).

trée) aux positions où la conversion de types aurait été requise. Garder tous les candidats si aucun n'accepte les types préférés. Si seulement un candidat reste, l'utiliser ; sinon aller à la prochaine étape.

- e. Si des arguments en entrée sont unknown, vérifier la catégorie des types acceptés à la position de ces arguments par les candidats restants. À chaque position, sélectionner la catégorie chaîne de caractères si un des candidats accepte cette catégorie (cette préférence vers les chaînes de caractères est appropriée car le terme type-inconnu ressemble à une chaîne de caractères). Dans le cas contraire, si tous les candidats restants acceptent la même catégorie de types, sélectionner cette catégorie. Dans le cas contraire, échouer car le choix correct ne peut pas être déduit sans plus d'indices. Se débarrasser maintenant des candidats qui n'acceptent pas la catégorie sélectionnée. De plus, si des candidats acceptent un type préféré de cette catégorie, se débarrasser des candidats qui acceptent, pour cet argument, les types qui ne sont pas préférés. Conserver tous les candidats si aucun ne survit à ces tests. Si un candidat survit, utilisez-le ; sinon continuer avec l'étape suivante.
- f. S'il y a des arguments à fois unknown et connus, et que tous les arguments de type connu ont le même type, supposer que les arguments unknown sont de ce même type, et vérifier les candidats qui acceptent ce type aux positions des arguments de type unknown. Si un seul candidat réussit ce test, utilisez-le. Sinon, échec.

Quelques exemples suivent.

Exemple 10.1. Résolution du type d'opérateur factoriel

Il n'existe qu'un seul opérateur factoriel (! postfix) défini dans le catalogue standard. Il prend un argument de type bigint. Le scanner affecte au début le type integer à l'argument dans cette expression :

```
SELECT 40 ! AS "40 factorial";
        40 factorial
-----
815915283247897734345611269596115894272000000000
(1 row)
```

L'analyseur fait donc une conversion de types sur l'opérande et la requête est équivalente à

```
SELECT CAST(40 AS bigint) ! AS "40 factorial";
```

Exemple 10.2. Résolution de types pour les opérateurs de concaténation de chaînes

La syntaxe d'une chaîne de caractères est utilisée pour travailler avec les types chaînes mais aussi avec les types d'extensions complexes. Les chaînes de caractères avec un type non spécifié sont comparées avec les opérateurs candidats probables.

Un exemple avec un argument non spécifié :

```
SELECT text 'abc' || 'def' AS "text and unknown";
        text and unknown
-----
abcdef
(1 row)
```

Dans ce cas, l'analyseur cherche à voir s'il existe un opérateur prenant text pour ses deux arguments. Comme il y en a, il suppose que le second argument devra être interprété comme un type text.

Voici une concaténation sur des valeurs de type non spécifié :

```
SELECT 'abc' || 'def' AS "unspecified";
        unspecified
-----
abcdef
(1 row)
```

Dans ce cas, il n'y a aucune allusion initiale sur quel type utiliser puisqu'aucun type n'est spécifié dans la requête. Donc,

l'analyseur regarde pour tous les opérateurs candidats et trouve qu'il existe des candidats acceptant en entrée la catégorie chaîne de caractères (string) et la catégorie morceaux de chaînes (bit-string). Puisque la catégorie chaînes de caractères est préférée quand elle est disponible, cette catégorie est sélectionnée. Le type préféré pour la catégorie chaînes étant text, ce type est utilisé comme le type spécifique pour résoudre les types inconnus.

Exemple 10.3. Résolution de types pour les opérateurs de valeur absolue et de négation

Le catalogue d'opérateurs de PostgreSQL™ a plusieurs entrées pour l'opérateur de préfixe @. Ces entrées implémentent toutes des opérations de valeur absolue pour des types de données numériques variées. Une de ces entrées est pour le type float8 (réel) qui est le type préféré dans la catégorie des numériques. Par conséquent, PostgreSQL™ utilisera cette entrée quand il sera en face d'un argument de type unknown :

```
SELECT @ '-4.5' AS "abs";
      abs
-----
  4.5
(1 row)
```

Le système a compris implicitement que le littéral de type unknown est de type float8 (réel) avant d'appliquer l'opérateur choisi. Nous pouvons vérifier que float8, et pas un autre type, a été utilisé :

```
SELECT @ '-4.5e500' AS "abs";
ERROR:  "-4.5e500" is out of range for type double precision
```

D'un autre côté, l'opérateur préfixe ~ (négation bit par bit) est défini seulement pour les types entiers et non pas pour float8 (réel). Ainsi, si nous essayons un cas similaire avec ~, nous obtenons :

```
SELECT ~ '20' AS "negation";
ERROR:  operator is not unique: ~ "unknown"
HINT:  Could not choose a best candidate operator. You might need to add explicit
      type casts.
```

Ceci se produit parce que le système ne peut pas décider quel opérateur doit être préféré parmi les différents opérateurs ~ possibles. Nous pouvons l'aider avec une conversion explicite :

```
SELECT ~ CAST('20' AS int8) AS "negation";
      negation
-----
     -21
(1 row)
```

Exemple 10.4. Résolution du type d'opérateur avec des inclusions de tableaux

Voici un autre exemple de résolution d'un opérateur avec une entrée de type connu et une entrée de type inconnu :

```
SELECT array[1,2] <@ '{1,2,3}' as "is subset";
      is subset
-----
      t
(1 row)
```

Le catalogue d'opérateurs pour PostgreSQL™ dispose de plusieurs entrées pour un opérateur <@, mais les deux seuls qui peuvent accepter un tableau d'entiers en argument gauche sont ceux d'inclusion de tableaux (anyarray <@ anyarray) et d'inclusion d'intervalles (anyelement <@ anyrange). Comme aucun de ces pseudo-types polymorphiques (voir Section 8.20, « Pseudo-Types ») n'est considéré comme préféré, l'analyseur ne peut pas résoudre l'ambiguité sur cette base. Néanmoins, Étape 3.f dit de supposer que le littéral de type inconnu est du même type que l'autre entrée, c'est-à-dire dans cet exemple le tableau d'entiers. Maintenant seul un des deux opérateurs peut correspondre, donc l'inclusion de tableaux est sélectionné. (Si l'inclusion d'intervalles avait été sélectionnée, nous aurions obtenu une erreur car la chaîne n'a pas le bon format pour une intervalle.)

Exemple 10.5. Opérateur personnalisé sur un domaine

Les utilisateurs essaient parfois de déclarer des opérateurs s'appliquant juste à un domaine. Ceci est possible mais pas aussi intéressant que cela paraît car les règles de résolution des opérateurs sont conçues pour sélectionner des opérateurs s'appliquant au type de base du domaine. Voici un exemple :

```
CREATE DOMAIN mon_texte AS text CHECK(...);
CREATE FUNCTION mon_texte_eq_text (mon_texte, text) RETURNS boolean AS ...;
CREATE OPERATOR = (procedure=mon_texte_eq_text, leftarg=mon_texte, rightarg=text);
CREATE TABLE ma_table (val mon_texte);

SELECT * FROM ma_table WHERE val = 'foo';
```

Cette dernière requête n'utilisera pas l'opérateur personnalisé. L'analyseur verra tout d'abord s'il existe un opérateur `mon_texte = mon_texte` (Étape 2.a), qui n'existe pas ; puis il considérera le type de base du domaine et verra s'il existe un opérateur `text = text` (Étape 2.b), ce qui est vrai ; donc il résout le littéral de type `unknown` comme un type `text` et utilise l'opérateur `text = text`. La seule façon d'obtenir l'opérateur personnalisé à utiliser est de convertir explicitement la valeur littérale :

```
SELECT * FROM ma_table WHERE val = text 'foo';
```

de façon à ce que l'opérateur `mon_texte = text` est immédiatement trouvé suivant la règle de correspondance exacte. Si les règles de meilleure correspondance sont atteintes, elles discriminent complètement contre les opérateurs sur les domaines. Dans le cas contraire, un tel opérateur créerait trop d'échecs sur des opérateurs ambigus car les règles de conversion considèrent en permanence un domaine comme réductible à son type de base, et de ce fait, l'opérateur du domaine serait considéré comme utilisable dans les mêmes cas qu'un opérateur de même nom sur le type de base.

10.3. Fonctions

La fonction spécifique référencée par un appel de fonction est déterminée selon les étapes suivantes.

Procédure 10.2. Résolution de types pour les fonctions

1. Sélectionner les fonctions à examiner depuis le catalogue système `pg_proc`. Si un nom non-qualifié de fonction était utilisé, les fonctions examinées sont celles avec un nom et un nombre d'arguments corrects et qui sont visibles dans le chemin de recherche courant (voir la Section 5.8.3, « Chemin de parcours des schémas »). Si un nom qualifié de fonctions a été donné, seules les fonctions dans le schéma spécifique sont examinées.
 - a. Si un chemin de recherche trouve de nombreuses fonctions avec des types d'arguments identiques, seule celle apparaissant le plus tôt dans le chemin sera examinée. Mais les fonctions avec des types d'arguments différents sont examinées sur une base d'égalité indépendamment de leur position dans le chemin de recherche.
 - b. Si une fonction est déclarée avec un paramètre `VARIADIC` et que l'appel n'utilise pas le mot clé `VARIADIC`, alors la fonction est traitée comme si le paramètre tableau était remplacé par une ou plusieurs occurrences de son type élémentaire, autant que nécessaire pour correspondre à l'appel. Après cette expansion, la fonction pourrait avoir des types d'arguments identiques à certaines fonctions non variadic. Dans ce cas, la fonction apparaissant plus tôt dans le chemin de recherche est utilisée ou, si les deux fonctions sont dans le même schéma, celle qui n'est pas `VARIADIC` est préférée.
 - c. Les fonctions qui ont des valeurs par défaut pour les paramètres sont considérés comme correspondant à un appel qui omet zéro ou plus des paramètres ayant des valeurs par défaut. Si plus d'une fonction de ce type correspondent à un appel, celui apparaissant en premier dans le chemin des schémas est utilisé. S'il existe deux ou plus de ces fonctions dans le même schéma avec les mêmes types de paramètres pour les paramètres sans valeur par défaut (ce qui est possible s'ils ont des ensembles différents de paramètres par défaut), le système ne sera pas capable de déterminer laquelle sélectionnée, ce qui résultera en une erreur « `ambiguous function call` ».
2. Vérifier que la fonction accepte le type exact des arguments en entrée. Si une fonction existe (il peut en avoir uniquement une qui correspond exactement dans tout l'ensemble des fonctions considérées), utiliser cette fonction (les cas impliquant le type `unknown` ne trouveront jamais de correspondance à cette étape).
3. Si aucune correspondance n'est trouvée, vérifier si l'appel à la fonction apparaît être une requête spéciale de conversion de

types. Cela arrive si l'appel à la fonction a juste un argument et si le nom de la fonction est le même que le nom (interne) de certains types de données. De plus, l'argument de la fonction doit être soit un type inconnu soit un type qui a une compatibilité binaire avec le type de données nommés, soit un type qui peut être converti dans le type de données indiqué en appliquant les fonctions d'entrées/sorties du type (c'est-à-dire que la conversion est vers ou à partir d'un type standard de chaîne). Quand ces conditions sont rencontrées, l'appel de la fonction est traité sous la forme d'une spécification CAST.¹

4. Regarder pour la meilleure correspondance.
 - a. Se débarrasser des fonctions candidates pour lesquelles les types en entrée ne correspondent pas et qui ne peuvent pas être convertis (en utilisant une conversion implicite) pour correspondre. Le type unknown est supposé être convertible vers n'importe quoi. Si un seul candidat reste, utiliser le ; sinon, aller à la prochaine étape.
 - b. Si tout argument en entrée est un type domaine, le traiter comme son type de base pour toutes les étapes suivantes. Ceci nous assure que les domaines agissent comme leur types de base pour la résolution des fonctions ambiguës.
 - c. Parcourir tous les candidats et garder ceux avec la correspondance la plus exacte par rapport aux types en entrée. Garder tous les candidats si aucun n'a de correspondance exacte. Si un seul candidat reste, utiliser le ; sinon, aller à la prochaine étape.
 - d. Parcourir tous les candidats et garder ceux qui acceptent les types préférés (de la catégorie des types de données en entrée) aux positions où la conversion de types aurait été requise. Garder tous les candidats si aucun n'accepte les types préférés. Si un seul candidat reste, utiliser le ; sinon, aller à la prochaine étape.
 - e. Si des arguments en entrée sont unknown, vérifier les catégories de types acceptées à la position de ces arguments par les candidats restants. À chaque position, sélectionner la catégorie chaîne de caractères si un des candidats accepte cette catégorie (cette préférence envers les chaînes de caractères est appropriée depuis que le terme type-inconnu ressemble à une chaîne de caractères). Dans le cas contraire, si tous les candidats restants acceptent la même catégorie de types, sélectionner cette catégorie. Dans le cas contraire, échouer car le choix correct ne peut pas être déduit sans plus d'indices. Se débarrasser maintenant des candidats qui n'acceptent pas la catégorie sélectionnée. De plus, si des candidats acceptent un type préféré dans cette catégorie, se débarrasser des candidats qui acceptent, pour cet argument, les types qui ne sont pas préférés. Garder tous les candidats si aucun ne survit à ces tests. Si un seul candidat reste, utilisez-le. Sinon continuez avec l'étape suivante.
 - f. S'il y a des arguments à fois unknown et connus, et que tous les arguments de type connu ont le même type, supposer que les arguments unknown sont de ce même type, et vérifier les candidats qui acceptent ce type aux positions des arguments de type unknown. Si un seul candidat réussit ce test, utilisez-le. Sinon, échec.

Notez que les règles de « correspondance optimale » sont identiques pour la résolution de types concernant les opérateurs et les fonctions. Quelques exemples suivent.

Exemple 10.6. Résolution de types pour les arguments de la fonction arroundie

Il n'existe qu'une seule fonction round avec deux arguments (le premier est de type numeric, le second est de type integer). Ainsi, la requête suivante convertie automatiquement le type du premier argument de integer vers numeric.

```
SELECT round(4, 4);
round
-----
4.0000
(1 row)
```

La requête est en fait transformée par l'analyseur en

```
SELECT round(CAST (4 AS numeric), 4);
```

Puisque le type numeric est initialement assigné aux constantes numériques avec un point décimal, la requête suivante ne requiert pas une conversion de types et pourra par conséquent être un peu plus efficace :

```
SELECT round(4.0, 4);
```

Exemple 10.7. Résolution de types pour les fonctions retournant un segment de chaîne

¹La fonction CAST est la fonction de spécifications de conversion en format fonction pour laquelle la partie fonction de conversion n'existe pas. S'il existe une fonction de conversion, elle est habituellement nommée suivant le nom du type en sortie et donc il n'est pas nécessaire d'avoir un cas spécial. Pour plus d'informations, voir CREATE CAST(7).

constante de chaînes d'un type inconnu, le système choisit la fonction candidate qui accepte un argument issu de la catégorie préférée string (c'est-à-dire de type text).

```
SELECT substr('1234', 3);

substr
-----
 34
(1 row)
```

Si la chaîne de caractères est déclarée comme étant du type varchar (chaîne de caractères de longueur variable), ce qui peut être le cas si elle vient d'une table, alors l'analyseur essaiera de la convertir en text :

```
SELECT substr(varchar '1234', 3);

substr
-----
 34
(1 row)
```

Ceci est transformé par l'analyseur en

```
SELECT substr(CAST (varchar '1234' AS text), 3);
```



Note

L'analyseur apprend depuis le catalogue pg_cast que les types text et varchar ont une compatibilité binaire, ce qui veut dire que l'un peut être passé à une fonction qui accepte l'autre sans avoir à faire aucune conversion physique. Par conséquent, aucun appel de conversion de types n'est réellement inséré dans ce cas.

Et si la fonction est appelée avec un argument de type integer, l'analyseur essaie de le convertir en text :

```
SELECT substr(1234, 3);
ERROR:  function substr(integer, integer) does not exist
HINT:  No function matches the given name and argument types. You might need
      to add explicit type casts.
```

Ceci ne fonctionne pas car integer n'a pas de conversion implicite vers text. Néanmoins, une conversion explicite fonctionnera :

```
SELECT substr(CAST (1234 AS text), 3);

substr
-----
 34
(1 row)
```

10.4. Stockage de valeurs

Les valeurs qui doivent être insérées dans une table sont converties vers le type de données de la colonne de destination selon les règles suivantes.

Procédure 10.3. Conversion de types pour le stockage de valeurs

1. Vérifier qu'il y a une correspondance exacte avec la cible.
2. Dans le cas contraire, essayer de convertir l'expression vers le type cible. Cela réussira s'il y a une conversion d'affectation (cast) enregistrée entre ces deux types dans le catalogue pg_cast (voir CREATE CAST(7)). Si une expression est de type inconnu, le contenu de la chaîne littérale sera fourni à l'entrée de la routine de conversion pour le type cible.
3. Vérifier s'il y a une conversion de taille pour le type cible. Une conversion de taille est une conversion d'un type vers lui-même. Si elle est trouvée dans le catalogue pg_cast, appliquez-la à l'expression avant de la stocker dans la colonne de destination. La fonction d'implémentation pour une telle conversion prend toujours un paramètre supplémentaire de type integer,

qui reçoit la valeur `atttypmod` de la colonne de destination (en fait, sa valeur déclarée ; l'interprétation de `atttypmod` varie pour les différents types de données). La fonction de conversion est responsable de l'application de toute sémantique dépendante de la longueur comme la vérification de la taille ou une troncature.

Exemple 10.8. Conversion de types pour le stockage de character

Pour une colonne cible déclarée comme `character(20)`, la déclaration suivante montre que la valeur stockée a la taille correcte :

```
CREATE TABLE vv (v character(20));
INSERT INTO vv SELECT 'abc' || 'def';
SELECT v, octet_length(v) FROM vv;
```

v	octet_length
abcdef	20

(1 row)

Voici ce qui s'est réellement passé ici : les deux types inconnus sont résolus en text par défaut, permettant à l'opérateur `||` de les résoudre comme une concaténation de text. Ensuite, le résultat text de l'opérateur est converti en bpchar (« blank-padded char », le nom interne du type de données character (caractère)) pour correspondre au type de la colonne cible (comme la conversion de text à bpchar est compatible binairement, cette conversion n'insère aucun appel réel à une fonction). Enfin, la fonction de taille `bpchar(bpchar, integer, boolean)` est trouvée dans le catalogue système et appliquée au résultat de l'opérateur et à la longueur de la colonne stockée. Cette fonction de type spécifique effectue le contrôle de la longueur requise et ajoute des espaces pour combler la chaîne.

10.5. Constructions UNION, CASE et constructions relatives

Les constructions SQL avec des UNION doivent potentiellement faire correspondre des types différents pour avoir un ensemble unique dans le résultat. L'algorithme de résolution est appliqué séparément à chaque colonne de sortie d'une requête d'union. Les constructions INTERSECT et EXCEPT résolvent des types différents de la même manière qu'UNION. Les constructions CASE, ARRAY, VALUES, GREATEST et LEAST utilisent le même algorithme pour faire correspondre les expressions qui les composent et sélectionner un type de résultat.

Procédure 10.4. Résolution des types pour UNION, CASE et les constructions relatives

- Si toutes les entrées sont du même type et qu'il ne s'agit pas du type unknown, résoudre comme étant de ce type.
- Si un type en entrée est un domaine, le traiter comme le type de base du domaine pour toutes les étapes suivantes.²
- Si toutes les entrées sont du type unknown, résoudre comme étant du type text (le type préféré de la catégorie chaîne). Dans le cas contraire, les entrées unknown seront ignorées.
- Si toutes les entrées non-inconnues ne sont pas toutes de la même catégorie, échouer.
- Choisir la première entrée non-inconnue qui est un type préféré dans sa catégorie, s'il y en a une.
- Sinon, choisir le dernier type en entrée qui ne soit pas inconnu et qui permet à toutes les entrées précédentes qui ne sont pas inconnues à être implicitement converties. (Il y a toujours un type de ce genre car au moins le premier type dans la liste doit satisfaire cette condition.)
- Convertir toutes les entrées du type sélectionné. Échoue s'il n'y a pas de conversion à partir de l'entrée donnée vers le type sélectionné.

Quelques exemples suivent.

Exemple 10.9. Résolution de types avec des types sous-spécifiés dans une union

```
SELECT text 'a' AS "text" UNION SELECT 'b';

text
-----
2un utilisateur rencontrera ce que toutes les entrées soient explicitement ou implicitement du type exact. Dans le cas contraire, le type de base du domaine sera préféré.
```

```
a  
b  
(2 rows)
```

Ici, la chaîne de type inconnu 'b' sera convertie vers le type text.

Exemple 10.10. Résolution de types dans une union simple

```
SELECT 1.2 AS "numeric" UNION SELECT 1;  
  
numeric  
-----  
      1  
    1.2  
(2 rows)
```

Le littéral 1.2 est du type numeric et la valeur 1, de type integer, peut être convertie implicitement vers un type numeric, donc ce type est utilisé.

Exemple 10.11. Résolution de types dans une union transposée

```
SELECT 1 AS "real" UNION SELECT CAST('2.2' AS REAL);  
  
real  
-----  
      1  
    2.2  
(2 rows)
```

Dans cet exemple, le type real (réel) ne peut pas être implicitement converti en integer (entier) mais un integer peut être implicitement converti en real ; le résultat de l'union est résolu comme étant un real.

Chapitre 11. Index

L'utilisation d'index est une façon habituelle d'améliorer les performances d'une base de données. Un index permet au serveur de bases de données de retrouver une ligne spécifique bien plus rapidement. Mais les index ajoutent aussi une surcharge au système de base de données dans son ensemble, si bien qu'ils doivent être utilisés avec discernement.

11.1. Introduction

Soit une table définie ainsi :

```
CREATE TABLE test1 (
    id integer,
    contenu varchar
);
```

et une application qui utilise beaucoup de requêtes de la forme :

```
SELECT contenu FROM test1 WHERE id = constante;
```

Sans préparation, le système doit lire la table test1 dans son intégralité, ligne par ligne, pour trouver toutes les lignes qui correspondent. S'il y a beaucoup de lignes dans test1, et que seules quelques lignes correspondent à la requête (peut-être même zéro ou une seule), alors, clairement, la méthode n'est pas efficace. Mais si le système doit maintenir un index sur la colonne *id*, alors il peut utiliser une manière beaucoup plus efficace pour trouver les lignes recherchées. Il se peut qu'il n'ait ainsi qu'à parcourir quelques niveaux d'un arbre de recherche.

Une approche similaire est utilisée dans la plupart des livres autres que ceux de fiction : les termes et concepts fréquemment recherchés par les lecteurs sont listés par ordre alphabétique à la fin du livre. Le lecteur qui recherche un mot particulier peut facilement parcourir l'index, puis aller directement à la page (ou aux pages) indiquée(s). De la même façon que l'auteur doit anticiper les sujets que les lecteurs risquent de rechercher, il est de la responsabilité du programmeur de prévoir les index qui sont utiles.

La commande suivante peut être utilisée pour créer un index sur la colonne *id* :

```
CREATE INDEX test1_id_index ON test1 (id);
```

Le nom test1_id_index peut être choisi librement mais il est conseillé de choisir un nom qui rappelle le but de l'index.

Pour supprimer l'index, on utilise la commande **DROP INDEX**. Les index peuvent être ajoutés et retirés des tables à tout moment.

Une fois un index créé, aucune intervention supplémentaire n'est nécessaire : le système met à jour l'index lorsque la table est modifiée et utilise l'index dans les requêtes lorsqu'il pense que c'est plus efficace qu'une lecture complète de la table. Il faut néanmoins lancer la commande **ANALYZE** régulièrement pour permettre à l'optimiseur de requêtes de prendre les bonnes décisions. Voir le Chapitre 14, Conseils sur les performances pour comprendre quand et pourquoi l'optimiseur décide d'utiliser ou de ne *pas* utiliser un index.

Les index peuvent aussi bénéficier aux commandes **UPDATE** et **DELETE** à conditions de recherche. De plus, les index peuvent être utilisés dans les jointures. Ainsi, un index défini sur une colonne qui fait partie d'une condition de jointure peut aussi accélérer significativement les requêtes avec jointures.

Créer un index sur une grosse table peut prendre beaucoup de temps. Par défaut, PostgreSQL™ autorise la lecture (**SELECT**) sur la table pendant la création d'un index sur celle-ci, mais interdit les écritures (**INSERT**, **UPDATE**, **DELETE**). Elles sont bloquées jusqu'à la fin de la construction de l'index. Dans des environnements de production, c'est souvent inacceptable. Il est possible d'autoriser les écritures en parallèle de la création d'un index, mais quelques précautions sont à prendre. Pour plus d'informations, voir la section intitulée « Construire des index en parallèle ».

Après la création d'un index, le système doit le maintenir synchronisé avec la table. Cela rend plus lourdes les opérations de manipulation de données. C'est pourquoi les index qui sont peu, voire jamais, utilisés doivent être supprimés.

11.2. Types d'index

PostgreSQL™ propose plusieurs types d'index : B-tree, Hash, GiST, SP-GiST, GIN et BRIN. Chaque type d'index utilise un algorithme différent qui convient à un type particulier de requêtes. Par défaut, la commande **CREATE INDEX** crée un index B-tree, ce qui convient dans la plupart des situations. Les index B-tree savent traiter les requêtes d'égalité et par tranches sur des données qu'il est possible de trier. En particulier, l'optimiseur de requêtes de PostgreSQL™ considère l'utilisation d'un index B-tree lorsqu'une colonne indexée est utilisée dans une comparaison qui utilise un de ces opérateurs :

<

```
<=
=
>=
>
```

Les constructions équivalentes à des combinaisons de ces opérateurs, comme BETWEEN et IN, peuvent aussi être implantées avec une recherche par index B-tree. Une condition IS NULL ou IS NOT NULL sur une colonne indexée peut aussi être utilisé avec un index B-tree.

L'optimiseur peut aussi utiliser un index B-tree pour des requêtes qui utilisent les opérateurs de recherche de motif LIKE et ~ si le motif est une constante et se trouve au début de la chaîne à rechercher -- par exemple, col LIKE 'foo%' ou col ~ '^foo', mais pas col LIKE '%bar'. Toutefois, si la base de données n'utilise pas la locale C, il est nécessaire de créer l'index avec une classe d'opérateur spéciale pour supporter l'indexation à correspondance de modèles. Voir la Section 11.9, « Classes et familles d'opérateurs » ci-dessous. Il est aussi possible d'utiliser des index B-tree pour ILIKE et ~*, mais seulement si le modèle débute par des caractères non alphabétiques, c'est-à-dire des caractères non affectés par les conversions majuscules/minuscules.

Les index B-tree peuvent aussi être utilisés pour récupérer des données triées. Ce n'est pas toujours aussi rapide qu'un simple parcours séquentiel suivi d'un tri mais c'est souvent utile.

Les index hash ne peuvent gérer que des comparaisons d'égalité simple. Le planificateur de requêtes considère l'utilisation d'un index hash quand une colonne indexée est impliquée dans une comparaison avec l'opérateur =. La commande suivante est utilisée pour créer un index hash :

```
CREATE INDEX nom ON table USING HASH (column);
```



Attention

Les opérations sur les index de hachage ne sont pas tracées par les journaux de transactions. Il est donc généralement nécessaire de les reconstruire avec REINDEX après un arrêt brutal de la base de données si des modifications n'ont pas été écrites. De plus, les modifications dans les index hash ne sont pas répliquées avec la réplication Warm Standby après la sauvegarde de base initiale, donc ces index donneront de mauvaises réponses aux requêtes qui les utilisent. Pour ces raisons, l'utilisation des index hash est actuellement déconseillée.

Les index GiST ne constituent pas un unique type d'index, mais plutôt une infrastructure à l'intérieur de laquelle plusieurs stratégies d'indexage peuvent être implantées. De cette façon, les opérateurs particuliers avec lesquels un index GiST peut être utilisé varient en fonction de la stratégie d'indexage (la *classe d'opérateur*). Par exemple, la distribution standard de PostgreSQL™ inclut des classes d'opérateur GiST pour plusieurs types de données géométriques à deux dimensions, qui supportent des requêtes indexées utilisant ces opérateurs :

```
<<
&<
&>
>>
<< |
&< |
| &>
| >>
@>
<@
~=
&&
```

Voir la Section 9.11, « Fonctions et opérateurs géométriques » pour connaître la signification de ces opérateurs. Les classes d'opérateur GiST inclus dans la distribution standard sont documentées dans Tableau 61.1, « Classes d'opérateur GiST internes ». Beaucoup de classes d'opérateur GiST sont disponibles dans l'ensemble des contrib ou comme projet séparé. Pour plus d'informations, voir Chapitre 61, Index GiST.

Les index GiST sont aussi capables d'optimiser des recherches du type « voisin-le-plus-proche » (*nearest-neighbor*), comme par exemple :

```
SELECT * FROM places ORDER BY location <-> point '(101,456)' LIMIT 10;
```

qui trouve les dix places les plus proches d'une cible donnée. Cette fonctionnalité dépend de nouveau de la classe d'opérateur utili-

sée. Dans Tableau 61.1, « Classes d'opérateur GiST internes », les opérateurs pouvant être utilisés de cette façon sont listés dans la colonne « Opérateurs de tri ».

Les index SP-GiST, tout comme les index GiST, offrent une infrastructure qui supporte différents types de recherches. SP-GiST permet l'implémentation d'une grande étendue de structures de données non balancées, stockées sur disque comme les *quadtrees*, les arbres k-d, et les arbres *radix*. PostgreSQL™ inclut les classes d'opérateur SP-GiST pour les points à deux dimensions, qui supportent les requêtes indexées en utilisant les opérateurs suivants :

```
<<
>>
~=
```

(Voir Section 9.11, « Fonctions et opérateurs géométriques » pour la signification de ces opérateurs.) The SP-GiST operator classes included in the standard distribution are documented in Tableau 62.1, « Classes d'opérateur SP-GiST internes ». Pour plus d'informations, voir Chapitre 62, Index SP-GiST.

Les index GIN sont des « index inversés » qui sont appropriés quand les valeurs à index contiennent plusieurs valeurs composantes, comme par exemple les tableaux. Un index inversé contient une entrée séparée pour chaque valeur composante, et peut gérer efficacement les requêtes testant la présence de valeurs composantes spécifiques.

Comme GiST et SP-GiST, GIN supporte différentes stratégies d'indexation utilisateur. Les opérateurs particuliers avec lesquels un index GIN peut être utilisé varient selon la stratégie d'indexation. Par exemple, la distribution standard de PostgreSQL™ inclut des classes d'opérateurs GIN pour des tableaux à une dimension qui supportent les requêtes indexées utilisant ces opérateurs :

```
<@
@>
=
&&
```

Voir Section 9.18, « Fonctions et opérateurs de tableaux » pour la signification de ces opérateurs. Les classes d'opérateur GIN inclus dans la distribution standard sont documentés dans Tableau 63.1, « Classes d'opérateur GIN internes ». Beaucoup d'autres classes d'opérateurs GIN sont disponibles dans les modules `contrib` ou dans des projets séparés. Pour plus d'informations, voir Chapitre 63, Index GIN.

Les index BRIN (raccourci pour *Block Range Indexes*) stockent des résumées sur les valeurs enregistrées dans des blocs physiques successifs de la table. Comme GiST, SP-GiST et GIN, BRIN supporte plusieurs stratégies d'indexation, et les opérateurs compatibles avec un index BRIN varient suivant la stratégie d'indexation. Pour les types de données qui ont un ordre de tri linéaire, la donnée indexée correspond aux valeurs minimale et maximale des valeurs de la colonne pour chaque ensemble de blocs. Cela supporte les requêtes indexées utilisant ces opérateurs :

```
<
<=
=
>=
>
```

Les classes d'opérateur BRIN inclus dans la distribution standard sont documentées dans Tableau 64.1, « Classe d'opérateur BRIN intégrée ». Pour plus d'informations, voir Chapitre 64, Index BRIN.

11.3. Index multicolonnes

Un index peut porter sur plusieurs colonnes d'une table. Soit, par exemple, une table de la forme :

```
CREATE TABLE test2 (
    majeur int,
    mineur int,
    nom varchar
);
```

(cas d'un utilisateur gardant son répertoire `/dev` dans une base de données...) et que des requêtes comme :

```
SELECT nom FROM test2 WHERE majeur = constante AND mineur = constante;
```

sont fréquemment exécutées. Il peut alors être souhaitable de définir un index qui porte sur les deux colonnes `majeur` et `mineur`. Ainsi, par exemple :

```
CREATE INDEX test2_mm_idx ON test2 (majeur, mineur);
```

Actuellement, seuls les types d'index B-trees, GiST, GIN et BRIN supportent les index multicolonnes. 32 colonnes peuvent être

précisées, au maximum. Cette limite peut être modifiée à la compilation de PostgreSQL™. Voir le fichier `pg_config_manual.h`.

Un index B-tree multicolonne peut être utilisé avec des conditions de requêtes impliquant un sous-ensemble quelconque de colonnes de l'index. L'index est toutefois plus efficace lorsqu'il y a des contraintes sur les premières colonnes (celles de gauche). La règle exacte est la suivante : les contraintes d'égalité sur les premières colonnes, et toute contrainte d'inégalité sur la première colonne qui ne possède pas de contrainte d'égalité sont utilisées pour limiter la partie parcourue de l'index. Les contraintes sur les colonnes à droite de ces colonnes sont vérifiées dans l'index, et limitent ainsi les visites de la table, mais elles ne réduisent pas la partie de l'index à parcourir.

Par exemple, avec un index sur `(a, b, c)` et une condition de requête `WHERE a = 5 AND b >= 42 AND c < 77`, l'index est parcouru à partir de la première entrée pour laquelle `a = 5` et `b = 42` jusqu'à la dernière entrée pour laquelle `a = 5`. Les entrées de l'index avec `c >= 77` sont sautées, mais elles sont toujours parcourues. En principe, cet index peut être utilisé pour les requêtes qui ont des contraintes sur `b` et/ou `c` sans contrainte sur `a` -- mais l'index entier doit être parcouru, donc, dans la plupart des cas, le planificateur préfère un parcours séquentiel de la table à l'utilisation de l'index.

Un index GiST multicolonne peut être utilisé avec des conditions de requête qui impliquent un sous-ensemble quelconque de colonnes de l'index. Les conditions sur des colonnes supplémentaires restreignent les entrées renvoyées par l'index, mais la condition sur la première colonne est la plus importante pour déterminer la part de l'index parcourue. Un index GiST est relativement inefficace si sa première colonne n'a que quelques valeurs distinctes, même s'il y a beaucoup de valeurs distinctes dans les colonnes supplémentaires.

Un index multi-colonnes GIN peut être utilisé avec des conditions de requête qui implique tout sous-ensemble des colonnes de l'index. Contrairement à B-tree ou GiST, la qualité de la recherche dans l'index est identique quelque soit les colonnes de l'index que la requête utilise

Un index BRIN multi-colonnes peut être utilisé avec des conditions dans la requête qui impliquent tout sous-ensemble de colonnes dans l'index. Comme GIN et contrairement à B-tree ou GiST, l'efficacité de la recherche par l'index est la même quelque soit les colonnes utilisées dans les conditions de la requête. La seule raison d'avoir plusieurs index BRIN au lieu d'un index BRIN multi-colonnes sur une table est d'avoir un paramétrage de stockage `pages_per_range` différent.

Chaque colonne doit évidemment être utilisée avec des opérateurs appropriés au type de l'index ; les clauses qui impliquent d'autres opérateurs ne sont pas pris en compte.

Il est préférable d'utiliser les index multicolonnes avec parcimonie. Dans la plupart des cas, un index sur une seule colonne est suffisant et préserve espace et temps. Les index de plus de trois colonnes risquent fort d'être inefficaces, sauf si l'utilisation de cette table est extrêmement stylisée. Voir aussi la Section 11.5, « Combiner des index multiples » and Section 11.11, « Parcours d'index seul » pour les discussions sur les mérites des différentes configurations d'index.

11.4. Index et ORDER BY

Au delà du simple fait de trouver les lignes à renvoyer à une requête, un index peut les renvoyer dans un ordre spécifique. Cela permet de résoudre une clause `ORDER BY` sans étape de tri séparée. De tous les types d'index actuellement supportés par PostgreSQL™, seuls les B-tree peuvent produire une sortie triée -- les autres types d'index renvoient les lignes correspondantes dans un ordre imprécis, dépendant de l'implantation.

Le planificateur répond à une clause `ORDER BY` soit en parcourant un index disponible qui correspond à la clause, soit en parcourant la table dans l'ordre physique et en réalisant un tri explicite. Pour une requête qui nécessite de parcourir une fraction importante de la table, le tri explicite est probablement plus rapide que le parcours d'un index car il nécessite moins d'entrées/sorties disque, du fait de son accès séquentiel. Les index sont plus utiles lorsqu'il s'agit de ne récupérer que quelques lignes être récupérées. `ORDER BY` combiné à `LIMIT n` est un cas spécial très important : un tri explicite doit traiter toutes les données pour identifier les `n` première lignes, mais s'il y a un index qui correspond à l'`ORDER BY`, alors les `n` premières lignes peuvent être récupérées directement sans qu'il soit nécessaire de parcourir les autres.

Par défaut, les index B-tree stockent leurs entrées dans l'ordre ascendant, valeurs `NULL` en dernier. Cela signifie que le parcours avant d'un index sur une colonne `x` produit une sortie satisfaisant `ORDER BY x` (ou en plus verbeux `ORDER BY x ASC NULLS LAST`). L'index peut aussi être parcouru en arrière, produisant ainsi une sortie satisfaisant un `ORDER BY x DESC` (ou en plus verbeux `ORDER BY x DESC NULLS FIRST` car `NULLS FIRST` est la valeur par défaut pour un `ORDER BY DESC`).

L'ordre d'un index B-tree peut être défini à la création par l'inclusion des options `ASC`, `DESC`, `NULLS FIRST`, et/ou `NULLS LAST` lors de la création de l'index ; par exemple :

```
CREATE INDEX test2_info_nulls_low ON test2 (info NULLS FIRST);
CREATE INDEX test3_desc_index ON test3 (id DESC NULLS LAST);
```

Un index stocké en ordre ascendant avec les valeurs NULL en premier peut satisfaire soit ORDER BY *x* ASC NULLS FIRST soit ORDER BY *x* DESC NULLS LAST selon la direction du parcours.

On peut s'interroger sur l'intérêt de proposer quatre options, alors que deux options associées à la possibilité d'un parcours inverse semblent suffire à couvrir toutes les variantes d'ORDER BY. Dans les index mono-colonne, les options sont en effet redondantes, mais pour un index à plusieurs colonnes, elles sont utiles. Si l'on considère un index à deux colonnes (*x*, *y*), il peut satisfaire une clause ORDER BY *x*, *y* sur un parcours avant, ou ORDER BY *x* DESC, *y* DESC sur un parcours inverse. Mais il se peut que l'application utilise fréquemment ORDER BY *x* ASC, *y* DESC. Il n'y a pas moyen d'obtenir cet ordre à partir d'un index plus simple, mais c'est possible si l'index est défini comme (*x* ASC, *y* DESC) or (*x* DESC, *y* ASC).

Les index d'ordre différent de celui par défaut sont visiblement une fonctionnalité très spécialisée, mais ils peuvent parfois être à l'origine d'accélérations spectaculaires des performances sur certaines requêtes. L'intérêt de maintenir un tel index dépend de la fréquence des requêtes qui nécessitent un tri particulier.

11.5. Combiner des index multiples

Un parcours unique d'index ne peut utiliser que les clauses de la requête qui utilisent les colonnes de l'index avec les opérateurs de sa classe d'opérateur et qui sont jointes avec AND. Par exemple, étant donné un index sur (*a*, *b*), une condition de requête WHERE *a* = 5 AND *b* = 6 peut utiliser l'index, mais une requête WHERE *a* = 5 OR *b* = 6 ne peut pas l'utiliser directement.

Heureusement, PostgreSQL™ peut combiner plusieurs index (y compris plusieurs utilisations du même index) pour gérer les cas qui ne peuvent pas être résolus par des parcours d'index simples. Le système peut former des conditions AND et OR sur plusieurs parcours d'index. Par exemple, une requête comme WHERE *x* = 42 OR *x* = 47 OR *x* = 53 OR *x* = 99 peut être divisée en quatre parcours distincts d'un index sur *x*, chaque parcours utilisant une des clauses de la requête. Les résultats de ces parcours sont alors assemblés par OR pour produire le résultat. Autre exemple, s'il existe des index séparés sur *x* et *y*, une résolution possible d'une requête comme WHERE *x* = 5 AND *y* = 6 consiste à utiliser chaque index avec la clause de la requête appropriée et d'assembler les différents résultats avec un AND pour identifier les lignes résultantes.

Pour combiner plusieurs index, le système parcourt chaque index nécessaire et prépare un *bitmap* en mémoire qui donne l'emplacement des lignes de table qui correspondent aux conditions de l'index. Les bitmaps sont ensuite assemblés avec des opérateurs AND ou OR selon les besoins de la requête. Enfin, les lignes réelles de la table sont visitées et renvoyées. Elles sont visitées dans l'ordre physique parce c'est ainsi que le bitmap est créé ; cela signifie que l'ordre des index originaux est perdu et que, du coup, une étape de tri séparée est nécessaire si la requête comprend une clause ORDER BY. Pour cette raison, et parce que chaque parcours d'index supplémentaire ajoute un temps additionnel, le planificateur choisit quelque fois d'utiliser un parcours d'index simple même si des index supplémentaires sont disponibles et peuvent être utilisés.

Le nombre de combinaisons d'index possibles croît parallèlement à la complexité des applications. Il est alors de la responsabilité du développeur de la base de décider des index à fournir. Il est quelques fois préférable de créer des index multi-colonnes, mais il est parfois préférable de créer des index séparés et de s'appuyer sur la fonctionnalité de combinaison des index.

Par exemple, si la charge inclut un mélange de requêtes qui impliquent parfois uniquement la colonne *x*, parfois uniquement la colonne *y* et quelques fois les deux colonnes, on peut choisir deux index séparés sur *x* et *y* et s'appuyer sur la combinaison d'index pour traiter les requêtes qui utilisent les deux colonnes. On peut aussi créer un index multi-colonnes sur (*x*, *y*). Cet index est typiquement plus efficace que la combinaison d'index pour les requêtes impliquant les deux colonnes mais, comme discuté dans la Section 11.3, « Index multicolonnes », il est pratiquement inutile pour les requêtes n'impliquant que *y*. Il ne peut donc pas être le seul index. Une combinaison de l'index multi-colonnes et d'un index séparé sur *y* est une solution raisonnable. Pour les requêtes qui n'impliquent que *x*, l'index multi-colonnes peut être utilisé, bien qu'il soit plus large et donc plus lent qu'un index sur *x* seul. La dernière alternative consiste à créer les trois index, mais cette solution n'est raisonnable que si la table est lue bien plus fréquemment qu'elle n'est mise à jour et que les trois types de requête sont communs. Si un des types de requête est bien moins courant que les autres, il est préférable de ne créer que les deux index qui correspondent le mieux aux types communs.

11.6. Index d'unicité

Les index peuvent aussi être utilisés pour garantir l'unicité des valeurs d'une colonne, ou l'unicité des valeurs combinées de plusieurs colonnes.

```
CREATE UNIQUE INDEX nom ON table (colonne [ , ... ]);
```

À ce jour, seuls les index B-trees peuvent être déclarés uniques.

Lorsqu'un index est déclaré unique, il ne peut exister plusieurs lignes d'une table qui possèdent la même valeur indexée. Les valeurs NULL ne sont pas considérées égales. Un index d'unicité multi-colonnes ne rejette que les cas où toutes les colonnes indexées sont égales dans plusieurs lignes.

PostgreSQL™ crée automatiquement un index d'unicité à la déclaration d'une contrainte d'unicité ou d'une clé primaire sur une table. L'index porte sur les colonnes qui composent la clé primaire ou la contrainte d'unicité (au besoin, il s'agit d'un index multi-

colonnes). C'est cet index qui assure le mécanisme de vérification de la contrainte.



Note

Il n'est pas nécessaire de créer manuellement un index sur les colonnes uniques. Cela duplique l'index créé automatiquement.

11.7. Index d'expressions

Une colonne d'index ne correspond pas nécessairement exactement à une colonne de la table associée, mais peut être une fonction ou une expression scalaire calculée à partir d'une ou plusieurs colonnes de la table. Cette fonctionnalité est utile pour obtenir un accès rapide aux tables en utilisant les résultats de calculs.

Par exemple, une façon classique de faire des comparaisons indépendantes de la casse est d'utiliser la fonction `lower` :

```
SELECT * FROM test1 WHERE lower(col1) = 'valeur';
```

Si un index a été défini sur le résultat de `lower(col1)`, cette requête peut l'utiliser. Un tel index est créé avec la commande :

```
CREATE INDEX test1_lower_col1_idx ON test1 (lower(col1));
```

Si l'index est déclaré `UNIQUE`, il empêche la création de lignes dont les valeurs de la colonne `col1` ne diffèrent que par la casse, ainsi que celle de lignes dont les valeurs de la colonne `col1` sont identiques. Ainsi, les index d'expressions peuvent être utilisés pour appliquer des contraintes qui ne peuvent être définies avec une simple contrainte d'unicité.

Autre exemple. Lorsque des requêtes comme :

```
SELECT * FROM personnes WHERE (prenom || ' ' || nom) = 'Jean Dupont';
```

sont fréquentes, alors il peut être utile de créer un index comme :

```
CREATE INDEX personnes_noms ON personnes ((prenom || ' ' || nom));
```

La syntaxe de la commande `CREATE INDEX` nécessite normalement de mettre des parenthèses autour de l'expression indexée, comme dans l'exemple précédent. Les parenthèses peuvent être omises quand l'expression est un simple appel de fonction, comme dans le premier exemple.

Les expressions d'index sont relativement coûteuses à calculer car l'expression doit être recalculée à chaque insertion ou mise à jour de ligne. Néanmoins, les expressions d'index ne sont *pas* recalculées lors d'une recherche par index car elles sont déjà stockées dans l'index. Dans les deux exemples ci-dessus, le système voit la requête comme un `WHERE colonne_indexée = 'constante'`. De ce fait, la recherche est aussi rapide que toute autre requête d'index. Ainsi, les index d'expressions sont utiles lorsque la rapidité de recherche est plus importante que la rapidité d'insertion et de mise à jour.

11.8. Index partiels

Un *index partiel* est un index construit sur un sous-ensemble d'une table ; le sous-ensemble est défini par une expression conditionnelle (appelée *prédictat* de l'index partiel). L'index ne contient des entrées que pour les lignes de la table qui satisfont au prédictat. Les index partiels sont une fonctionnalité spécialisée, mais ils trouvent leur utilité dans de nombreuses situations.

Une raison majeure à l'utilisation d'index partiels est d'éviter d'indexer les valeurs courantes. Puisqu'une requête qui recherche une valeur courante (qui correspond à plus de quelques pourcents de toutes les lignes) n'utilise, de toute façon, pas cet index, il ne sert à rien de garder ces lignes dans l'index. Cela réduit la taille de l'index, ce qui accélérera les requêtes qui l'utilisent. Cela accélère aussi nombre d'opérations de mise à jour de la table, car l'index n'a pas à être mis à jour à chaque fois. L'Exemple 11.1, « Mettre en place un index partiel pour exclure des valeurs courantes » montre une application possible de cette idée.

Exemple 11.1. Mettre en place un index partiel pour exclure des valeurs courantes

Soit l'enregistrement d'un journal d'accès à un serveur web dans une base de données. La plupart des accès proviennent de classes d'adresses IP internes à l'organisation, mais certaines proviennent de l'extérieur (des employés connectés par modem, par exemple). Si les recherches par adresses IP concernent essentiellement les accès extérieurs, il est inutile d'indexer les classes d'adresses IP qui correspondent au sous-réseau de l'organisation.

Si la table ressemble à :

```
CREATE TABLE access_log (
    url varchar,
    client_ip inet,
```

```
) ; ...
```

Pour créer un index partiel qui corresponde à l'exemple, il faut utiliser une commande comme celle-ci :

```
CREATE INDEX access_log_client_ip_ix ON access_log (client_ip)
    WHERE NOT (client_ip > inet '192.168.100.0' AND
               client_ip < inet '192.168.100.255');
```

Une requête typique qui peut utiliser cet index est :

```
SELECT *
FROM access_log
WHERE url = '/index.html' AND client_ip = inet '212.78.10.32';
```

Une requête qui ne peut pas l'utiliser est :

```
SELECT *
FROM access_log
WHERE client_ip = inet '192.168.100.23';
```

Ce type d'index partiel nécessite que les valeurs courantes soient prédéterminées, de façon à ce que ce type d'index soit mieux utilisé avec une distribution des données qui ne change pas. Les index peuvent être recréés occasionnellement pour s'adapter aux nouvelles distributions de données, mais cela ajoute de la maintenance.

Une autre utilisation possible d'index partiel revient à exclure des valeurs de l'index qui ne correspondent pas aux requêtes courantes ; ceci est montré dans l'Exemple 11.2, « Mettre en place un index partiel pour exclure les valeurs inintéressantes ». Cette méthode donne les mêmes avantages que la précédente mais empêche l'accès par l'index aux valeurs « sans intérêt ». Évidemment, mettre en place des index partiels pour ce genre de scénarios nécessite beaucoup de soin et d'expérimentation.

Exemple 11.2. Mettre en place un index partiel pour exclure les valeurs inintéressantes

Soit une table qui contient des commandes facturées et des commandes non facturées, avec les commandes non facturées qui ne prennent qu'une petite fraction de l'espace dans la table, et qu'elles sont les plus accédées. Il est possible d'améliorer les performances en créant un index limité aux lignes non facturées. La commande pour créer l'index ressemble à :

```
CREATE INDEX index_commandes_nonfacturees ON commandes (no_commande)
    WHERE facturee is not true;
```

La requête suivante utilise cet index :

```
SELECT * FROM commandes WHERE facturee is not true AND no_commande < 10000;
```

Néanmoins, l'index peut aussi être utilisé dans des requêtes qui n'utilisent pas *no_commande*, comme :

```
SELECT * FROM commandes WHERE facturee is not true AND montant > 5000.00;
```

Ceci n'est pas aussi efficace qu'un index partiel sur la colonne *montant*, car le système doit lire l'index en entier. Néanmoins, s'il y a assez peu de commandes non facturées, l'utilisation de cet index partiel pour trouver les commandes non facturées peut être plus efficace.

La requête suivante ne peut pas utiliser cet index :

```
SELECT * FROM commandes WHERE no_commande = 3501;
```

La commande 3501 peut faire partie des commandes facturées ou non facturées.

L'Exemple 11.2, « Mettre en place un index partiel pour exclure les valeurs inintéressantes » illustre aussi le fait que la colonne indexée et la colonne utilisée dans le prédictat ne sont pas nécessairement les mêmes. PostgreSQL™ supporte tous les prédictats sur les index partiels, tant que ceux-ci ne portent que sur des champs de la table indexée. Néanmoins, il faut se rappeler que le prédictat doit correspondre aux conditions utilisées dans les requêtes qui sont supposées profiter de l'index. Pour être précis, un index partiel ne peut être utilisé pour une requête que si le système peut reconnaître que la clause WHERE de la requête implique mathématiquement le prédictat de l'index. PostgreSQL™ n'a pas de méthode sophistiquée de démonstration de théorème pour reconnaître que des expressions apparemment différentes sont mathématiquement équivalentes. (Non seulement une telle méthode générale de démonstration serait extrêmement complexe à créer mais, en plus, elle serait probablement trop lente pour être d'une quelconque utilité). Le système peut reconnaître des implications d'inégalités simples, par exemple « *x* < 1 » implique « *x* < 2 » ; dans les autres cas, la condition du prédictat doit correspondre exactement à une partie de la clause WHERE de la requête, sans quoi l'index ne peut pas être considéré utilisable. La correspondance prend place lors de l'exécution de la planification de la requête, pas lors de

l'exécution. À ce titre, les clauses de requêtes à paramètres ne fonctionnent pas avec un index partiel. Par exemple, une requête préparée avec un paramètre peut indiquer « $x < ?$ » qui n'implique jamais « $x < 2$ » pour toutes les valeurs possibles du paramètre.

Un troisième usage possible des index partiels ne nécessite pas que l'index soit utilisé dans des requêtes. L'idée ici est de créer un index d'unicité sur un sous-ensemble de la table, comme dans l'Exemple 11.3, « Mettre en place un index d'unicité partiel ». Cela permet de mettre en place une unicité parmi le sous-ensemble des lignes de la table qui satisfont au prédictat, sans contraindre les lignes qui n'y satisfont pas.

Exemple 11.3. Mettre en place un index d'unicité partiel

Soit une table qui décrit des résultats de tests. On souhaite s'assurer qu'il n'y a qu'une seule entrée « succès » (succes) pour chaque combinaison de sujet et de résultat, alors qu'il peut y avoir un nombre quelconque d'entrées « echec ». Une façon de procéder :

```
CREATE TABLE tests (
    sujet text,
    resultat text,
    succes boolean,
    ...
);

CREATE UNIQUE INDEX contrainte_tests_reussis ON tests (sujet, resultat)
    WHERE succes;
```

C'est une méthode très efficace quand il y a peu de tests réussis et beaucoup de tests en échec.

Enfin, un index partiel peut aussi être utilisé pour surcharger les choix de plan d'exécution de requête du système. De plus, des jeux de données à distribution particulière peuvent inciter le système à utiliser un index alors qu'il ne devrait pas. Dans ce cas, on peut mettre en place l'index de telle façon qu'il ne soit pas utilisé pour la requête qui pose problème. Normalement, PostgreSQL™ fait des choix d'usage d'index raisonnables. Par exemple, il les évite pour rechercher les valeurs communes, si bien que l'exemple précédent n'économise que la taille de l'index, il n'est pas nécessaire pour éviter l'utilisation de l'index. En fait, les choix de plan d'exécution incorrects doivent être traités comme des bogues, et être transmis à l'équipe de développement.

Mettre en place un index partiel indique une connaissance au moins aussi étendue que celle de l'analyseur de requêtes, en particulier, savoir quand un index peut être profitable. Une telle connaissance nécessite de l'expérience et une bonne compréhension du fonctionnement des index de PostgreSQL™. Dans la plupart des cas, les index partiels ne représentent pas un gros gain par rapport aux index classiques.

Plus d'informations sur les index partiels est disponible dans Stonebraker, M, 1989b, olson93 et Seshardri, 1995.

11.9. Classes et familles d'opérateurs

Une définition d'index peut indiquer une *classe d'opérateurs* pour chaque colonne de l'index.

```
CREATE INDEX nom ON table (colonne classe_operateur [options de tri][, ...]);
```

La classe d'opérateurs identifie les opérateurs que l'index doit utiliser sur cette colonne. Par exemple, un index B-tree sur une colonne de type int4 utilise la classe int4_ops. Cette classe d'opérateurs comprend des fonctions de comparaison pour les valeurs de type int4. En pratique, la classe d'opérateurs par défaut pour le type de données de la colonne est généralement suffisante. Les classes d'opérateurs sont utiles pour certains types de données, pour lesquels il peut y avoir plus d'un comportement utile de l'index. Par exemple, une donnée de type nombre complexe peut être classée par sa valeur absolue, ou par sa partie entière. Cela peut s'obtenir en définissant deux classes d'opérateurs pour ce type de données et en sélectionnant la bonne classe à la création de l'index. La classe d'opérateur détermine l'ordre de tri basique (qui peut ensuite être modifié en ajoutant des options de tri comme COLLATE, ASC/DESC et/ou NULLS FIRST/NULLS LAST).

Il y a quelques classes d'opérateurs en plus des classes par défaut :

- Les classes d'opérateurs text_pattern_ops, varchar_pattern_ops et bpchar_pattern_ops supportent les index B-tree sur les types text, varchar et char, respectivement. À la différence des classes d'opérateurs par défaut, les valeurs sont comparées strictement caractère par caractère plutôt que suivant les règles de tri spécifiques à la localisation. Cela rend ces index utilisables pour des requêtes qui utilisent des recherches sur des motifs (LIKE ou des expressions régulières POSIX) quand la base de données n'utilise pas la locale standard « C ». Par exemple, on peut indexer une colonne varchar comme ci :

```
CREATE INDEX test_index ON test_table (col varchar_pattern_ops);
```

Il faut créer un index avec la classe d'opérateurs par défaut pour que les requêtes qui utilisent une comparaison <, <=, > ou >= ordinaire utilisent un index. De telles requêtes ne peuvent pas utiliser les classes d'opérateurs xxx_pattern_ops. Néan-

moins, des comparaisons d'égalité ordinaires peuvent utiliser ces classes d'opérateur. Il est possible de créer plusieurs index sur la même colonne avec différentes classes d'opérateurs. Si la locale C est utilisée, les classes d'opérateur `xxx_pattern_ops` ne sont pas nécessaires, car un index avec une classe d'opérateurs par défaut est utilisable pour les requêtes de correspondance de modèles dans la locale C.

Les requêtes suivantes montrent les classes d'opérateurs prédéfinies :

```
SELECT am.amname AS index_method,
       opc.opcname AS opclass_name,
       opc.opcintype::regtype AS indexed_type,
       opc.opcdefault AS is_default
  FROM pg_am am, pg_opclass opc
 WHERE opc.opcmethod = am.oid
 ORDER BY index_method, opclass_name;
```

Une classe d'opérateurs n'est qu'un sous-ensemble d'une structure plus large appelée *famille d'opérateurs*. Dans les cas où plusieurs types de données ont des comportements similaires, il est fréquemment utile de définir des opérateurs identiques pour plusieurs types de données et d'autoriser leur utilisation avec des index. Pour cela, les classes d'opérateur de chacun de ces types doivent être groupés dans la même famille d'opérateurs. Les opérateurs inter-types sont membres de la famille, mais ne sont pas associés avec une seule classe de la famille.

Cette version étendue de la requête précédente montre la famille d'opérateur à laquelle appartient chaque classe d'opérateur :

```
SELECT am.amname AS index_method,
       opc.opcname AS opclass_name,
       opf.opfname AS opfamily_name,
       opc.opcintype::regtype AS indexed_type,
       opc.opcdefault AS is_default
  FROM pg_am am, pg_opclass opc, pg_opfamily opf
 WHERE opc.opcmethod = am.oid AND
       opc.opcfamily = opf.oid
 ORDER BY index_method, opclass_name;
```

Cette requête affiche toutes les familles d'opérateurs définies et tous les opérateurs inclus dans chaque famille :

```
SELECT am.amname AS index_method,
       opf.opfname AS opfamily_name,
       amop.amopopr::regoperator AS opfamily_operator
  FROM pg_am am, pg_opfamily opf, pg_amop amop
 WHERE opf.opfmETHOD = am.oid AND
       amop.amopfamily = opf.oid
 ORDER BY index_method, opfamily_name, opfamily_operator;
```

11.10. Index et collationnements

Un index peut supporter seulement un collationnement par colonne d'index. Si plusieurs collationnements ont un intérêt, plusieurs index pourraient être nécessaires.

Regardez ces requêtes :

```
CREATE TABLE test1c (
    id integer,
    content varchar COLLATE "x"
);

CREATE INDEX test1c_content_index ON test1c (content);
```

L'index utilise automatiquement le collationnement de la colonne sous-jacente. Donc une requête de la forme

```
SELECT * FROM test1c WHERE content > constant;
```

peut utiliser l'index car la comparaison utilisera par défaut le collationnement de la colonne. Néanmoins, cet index ne peut pas accélérer les requêtes qui impliquent d'autres collationnements. Donc, pour des requêtes de cette forme

```
SELECT * FROM test1c WHERE content > constant COLLATE "y";
```

un index supplémentaire, supportant le collationnement "y" peut être ajouté ainsi :

```
CREATE INDEX test1c_content_y_index ON test1c (content COLLATE "y");
```

11.11. Parcours d'index seul

Tous les index dans PostgreSQL™ sont des index *secondaires*, ceci signifiant que chaque index est stocké séparément des données de la table (ce qui est appelé le *heap* dans la terminologie PostgreSQL™). Ceci signifie que, dans un parcours d'index habituel, chaque récupération de ligne nécessite de récupérer les données de l'index et du heap. De plus, bien que les entrées d'un index correspondant à une condition WHERE indexable sont habituellement proches dans l'index, les lignes de la table qu'elles réfèrent peuvent se trouver n'importe où dans le heap. La portion accédée du heap pendant un parcours d'index implique donc beaucoup d'accès aléatoire au heap, ce qui peut être lent, tout particulièrement sur les disques magnétiques traditionnels. (Comme décrit dans Section 11.5, « Combiner des index multiples », les parcours de bitmap essaient de diminuer ce coût en réalisant les accès au heap de façon ordonnée, mais cette méthode a ces limites.)

Pour résoudre ce problème de performance, PostgreSQL™ supporte les *parcours d'index seul*, qui peuvent répondre aux requêtes à partir d'un index seul sans aucun accès au heap. L'idée de base est de renvoyer les valeurs directement à partir de chaque entrée dans l'index au lieu de consulter l'entrée associée dans le heap. Il existe deux restrictions fondamentales pour l'utilisation de cette méthode :

1. Le type d'index doit supporter les parcours d'index seul. Les index B-tree peuvent toujours le faire. Les index GiST et SP-GiST supportent les parcours d'index seul uniquement pour certaines classes d'opérateur, mais pas pour les autres. D'autres types d'index n'ont aucun support. Le pré-requis sous-jacent est que l'index doit enregistrer physiquement, ou être capable de reconstruire, les données originales pour chaque entrée d'index. En contre exemple, les index GIN ne supportent pas les parcours d'index seul car chaque entrée d'index contient typiquement seulement une partie de la valeur originale.
2. La requête doit référencer seulement les colonnes enregistrées dans l'index. Par exemple, avec un index sur les colonnes x et y d'une table qui a aussi une colonne z, ces requêtes peuvent utiliser des parcours d'index seul :

```
SELECT x, y FROM tab WHERE x = 'key';
SELECT x FROM tab WHERE x = 'key' AND y < 42;
```

alors que ces requêtes ne le peuvent pas :

```
SELECT x, z FROM tab WHERE x = 'key';
SELECT x FROM tab WHERE x = 'key' AND z < 42;
```

(Les index fonctionnels et les index partiels compliquent cette règle, comme expliqué ci-dessous.)

Si ces deux pré-requis fondamentaux sont rencontrés, alors toutes les valeurs requises par la requête sont disponibles dans l'index, donc un parcours d'index seul est physiquement possible. Mais il existe un pré-requis supplémentaire pour tout parcours de table dans PostgreSQL™ : il doit vérifier que chaque ligne récupérée soit « visible » dans le cadre du snapshot MVCC de la requête, comme indiqué dans Chapitre 13, Contrôle d'accès simultané. Les informations de visibilité ne sont pas enregistrées dans les entrées de l'index, uniquement dans les entrées de la table. Donc a priori, cela voudrait dire que chaque récupération de ligne nécessite un accès au heap la table. Et c'est bien le cas si la ligne de la table a été modifiée récemment. Néanmoins, pour les données changeant peu, il y a toujours un moyen de contourner ce problème. PostgreSQL™ trace pour chaque page dans le heap de la table, si toutes les lignes enregistrées dans cette page sont suffisamment anciennes pour être visibles par toutes les transactions en cours et futures. Cette information est enregistrée dans un bit de la *carte de visibilité* de la table. Un parcours d'index seul, pour trouver une entrée d'index candidate, vérifie le bit de la carte de visibilité pour la page correspondante du heap. Si ce bit est vrai, la ligne est connue comme étant visible et donc la donnée peut être renvoyée sans plus de tests. Dans le cas contraire, l'entrée heap doit être visitée pour trouver si elle est visible, donc aucune amélioration des performances n'est obtenue par rapport à un parcours d'index standard. Même dans le cas d'une réussite, cette approche remplace des accès au heap par des accès à la carte de visibilité. Comme la carte de visibilité est quatre fois plus petite que le heap qu'elle décrit, moins d'accès IO sont nécessaires pour accéder à l'information. Dans la plupart des cas, la carte de visibilité reste en mémoire tout le temps.

En bref, quand un parcours d'index seul est possible d'après les deux pré-requis fondamentaux, son utilisation ne sera réellement intéressante que si une fraction significative des blocs du heap de la table ont leur bit all-visible configuré. Mais les tables dont une

large fraction des lignes ne changent pas sont suffisamment habituellement pour que ce type de parcours se révèle très utile en pratique.

Pour une utilisation efficace de la fonctionnalité du parcours d'index seul, vous pouvez choisir de créer les index dans lesquels seuls les premières colonnes auront une importante pour les correspondances avec les clauses WHERE, alors que les colonnes en fin sont des données supplémentaires (« payload ») pouvant être utilisées pour répondre à la requête. Par exemple, si vous exécutez fréquemment des requêtes comme :

```
SELECT y FROM tab WHERE x = 'key';
```

l'approche habituelle pour accélérer de telles requêtes est de créer un index uniquement sur `x`. Néanmoins, un index sur `(x, y)` offrira la possibilité d'exécuter cette requête avec un parcours d'index seul. Comme demandé précédemment, un tel index serait plus volumineux et donc plus efficace qu'un index uniquement sur `x`, donc c'est intéressant seulement si la table est connue pour être principalement statique. Notez qu'il est important que l'index soit déclarée sur `(x, y)`, et non pas sur `(y, x)`, car pour la plupart des types d'index (et tout particulièrement les B-tree), les recherches qui ne concernent pas les premières colonnes de l'index ne sont pas très efficaces.

En principe, les parcours d'index seul peuvent être utilisés avec des index fonctionnels. Par exemple, avec un index sur `f(x)` où `x` est une colonne de table, il est possible de l'utiliser avec la requête suivante :

```
SELECT f(x) FROM tab WHERE f(x) < 1;
```

pour un parcours d'index seul ; et c'est très intéressant si `f()` est une fonction coûteuse à l'exécution. Néanmoins, l'optimiseur de PostgreSQL™ n'est pas très intelligent actuellement avec de tels cas. Il considère qu'une requête est réalisable avec un parcours d'index seul seulement quand toutes les *colonnes* nécessaires pour la requête sont disponibles à partir de l'index. Dans cet exemple, `x` n'est pas nécessaire, sauf dans le contexte `f(x)`, mais le planificateur ne le remarque pas et conclut qu'un parcours d'index seul n'est pas possible. Si un parcours d'index seul semble suffisamment intéressante, ceci peut être contourner en déclarant l'index sur `(f(x), x)`, où on ne s'attend pas à ce que la deuxième colonne soit utilisée en pratique mais qu'elle est seulement là pour convaincre l'optimiseur qu'un parcours d'index seul est possible. Si le but est d'éviter de recalculer `f(x)`, une autre astuce est que l'optimiseur ne fera pas forcément une correspondance entre les utilisations de `f(x)` qui ne sont pas dans les clauses WHERE indexables et la colonne de l'index. Généralement, le test sera efficace pour les requêtes simples comme indiquées ci-dessus mais par pour les requêtes qui impliquent des jointures. Ces déficiences pourraient être corrigées dans les versions futures de PostgreSQL™.

Les index partiels ont aussi des interactions intéressantes avec les parcours d'index seul. Considérez l'index partiel indiqué dans Exemple 11.3, « Mettre en place un index d'unicité partiel » :

```
CREATE UNIQUE INDEX tests_success_constraint ON tests (subject, target)
    WHERE success;
```

En principe, nous pouvons faire un parcours d'index seul sur cet index pour satisfaire une requête du type :

```
SELECT target FROM tests WHERE subject = 'some-subject' AND success;
```

Mais il reste un problème : la clause WHERE fait référence à `success` qui n'est pas disponible comme colonne de résultat de l'index. Néanmoins, un parcours d'index seul est possible parce que le plan n'a pas besoin de vérifier de nouveau cette partie de la clause WHERE à l'exécution : toutes les entrées trouvées dans l'index ont obligatoirement `success = true`, donc il n'est pas nécessaire de le vérifier explicitement dans le plan. Les versions 9.6 et ultérieures de PostgreSQL™ reconnaîtront de tels cas et permettront aux parcours d'index seul d'être générés, mais les anciennes versions ne le pourront pas.

11.12. Examiner l'utilisation des index

Bien que les index de PostgreSQL™ n'aient pas besoin de maintenance ou d'optimisation, il est important de s'assurer que les index sont effectivement utilisés sur un système en production. On vérifie l'utilisation d'un index pour une requête particulière avec la commande EXPLAIN(7). Son utilisation dans notre cas est expliquée dans la Section 14.1, « Utiliser EXPLAIN ». Il est aussi possible de rassembler des statistiques globales sur l'utilisation des index sur un serveur en cours de fonctionnement, comme décrit dans la Section 28.2, « Le récupérateur de statistiques ».

Il est difficile de donner une procédure générale pour déterminer les index à créer. Plusieurs cas typiques ont été cités dans les exemples précédents. Une bonne dose d'expérimentation est souvent nécessaire dans de nombreux cas. Le reste de cette section donne quelques pistes.

- La première chose à faire est de lancer ANALYZE(7). Cette commande collecte les informations sur la distribution des valeurs dans la table. Cette information est nécessaire pour estimer le nombre de lignes renvoyées par une requête. L'optimiseur

de requêtes en a besoin pour donner des coûts réalistes aux différents plans de requêtes possibles. En l'absence de statistiques réelles, le système utilise quelques valeurs par défaut, qui ont toutes les chances d'être inadaptées. Examiner l'utilisation des index par une application sans avoir lancé **ANALYZE** au préalable est, de ce fait, peine perdue. Voir Section 24.1.3, « Maintenir les statistiques du planificateur » et Section 24.1.6, « Le démon auto-vacuum » pour plus d'informations.

- Utiliser des données réelles pour l'expérimentation. Utiliser des données de test pour mettre en place des index permet de trouver les index utiles pour les données de test, mais c'est tout.

Il est particulièrement néfaste d'utiliser des jeux de données très réduits. Alors qu'une requête sélectionnant 1000 lignes parmi 100000 peut utiliser un index, il est peu probable qu'une requête sélectionnant 1 ligne dans une table de 100 le fasse, parce que les 100 lignes tiennent probablement dans une seule page sur le disque, et qu'il n'y a aucun plan d'exécution qui puisse aller plus vite que la lecture d'une seule page.

Être vigilant en créant des données de test. C'est souvent inévitable quand l'application n'est pas encore en production. Des valeurs très similaires, complètement aléatoires, ou insérées déjà triées peuvent modifier la distribution des données et fausser les statistiques.

- Quand les index ne sont pas utilisés, il peut être utile pour les tests de forcer leur utilisation. Certains paramètres d'exécution du serveur peuvent interdire certains types de plans (voir la Section 19.7.1, « Configuration de la méthode du planificateur »). Par exemple, en interdisant les lectures séquentielles de tables `enable_seqscan` et les jointures à boucles imbriquées (`enable_nestloop`), qui sont les deux plans les plus basiques, on force le système à utiliser un plan différent. Si le système continue néanmoins à choisir une lecture séquentielle ou une jointure à boucles imbriquées, alors il y a probablement une raison plus fondamentale qui empêche l'utilisation de l'index ; la condition peut, par exemple, ne pas correspondre à l'index. (Les sections précédentes expliquent quelles sortes de requêtes peuvent utiliser quelles sortes d'index.)
- Si l'index est effectivement utilisé en forçant son utilisation, alors il y a deux possibilités : soit le système a raison et l'utilisation de l'index est effectivement inappropriée, soit les coûts estimés des plans de requêtes ne reflètent pas la réalité. Il faut alors comparer la durée de la requête avec et sans index. La commande **EXPLAIN ANALYZE** peut être utile pour cela.
- S'il apparaît que les estimations de coûts sont fausses, il y a de nouveau deux possibilités. Le coût total est calculé à partir du coût par ligne de chaque nœud du plan, multiplié par l'estimation de sélectivité du nœud de plan. Le coût estimé des nœuds de plan peut être ajusté avec des paramètres d'exécution (décrits dans la Section 19.7.2, « Constantes de coût du planificateur »). Une estimation de sélectivité inadaptée est due à des statistiques insuffisantes. Il peut être possible de les améliorer en optimisant les paramètres de collecte de statistiques. Voir **ALTER TABLE**(7).

Si les coûts ne peuvent être ajustés à une meilleure représentation de la réalité, alors il faut peut-être forcer l'utilisation de l'index explicitement. Il peut aussi s'avérer utile de contacter les développeurs de PostgreSQL™ afin qu'ils examinent le problème.

Chapitre 12. Recherche plein texte

12.1. Introduction

La recherche plein texte (ou plus simplement la *recherche de texte*) permet de sélectionner des *documents* en langage naturel qui satisfont une *requête* et, en option, de les trier par intérêt suivant cette requête. Le type le plus fréquent de recherche concerne la récupération de tous les documents contenant les *termes de recherche* indiqués et de les renvoyer dans un ordre dépendant de leur *similarité* par rapport à la requête. Les notions de *requête* et de *similarité* peuvent beaucoup varier et dépendent de l'application réelle. La recherche la plus simple considère une *requête* comme un ensemble de mots et la *similarité* comme la fréquence des mots de la requête dans le document.

Les opérateurs de recherche plein texte existent depuis longtemps dans les bases de données. PostgreSQL™ dispose des opérateurs `~`, `~*`, `LIKE` et `ILIKE` pour les types de données texte, mais il lui manque un grand nombre de propriétés essentielles requises par les systèmes d'information modernes :

- Aucun support linguistique, même pour l'anglais. Les expressions rationnelles ne sont pas suffisantes car elles ne peuvent pas gérer facilement les mots dérivées, par exemple `satisfait` et `satisfaire`. Vous pouvez laisser passer des documents qui contiennent `satisfait` bien que vous souhaiteriez quand même les trouver avec une recherche sur `satisfaire`. Il est possible d'utiliser OR pour rechercher plusieurs formes dérivées mais cela devient complexe et augmente le risque d'erreur (certains mots peuvent avoir des centaines de variantes).
- Ils ne fournissent aucun classement (score) des résultats de la recherche, ce qui les rend inefficaces quand des centaines de documents correspondants sont trouvés.
- Ils ont tendance à être lent car les index sont peu supportés, donc ils doivent traiter tous les documents à chaque recherche.

L'indexage pour la recherche plein texte permet au document d'être *pré-traité* et qu'un index de ce pré-traitement soit sauvegardé pour une recherche ultérieure plus rapide. Le pré-traitement inclut :

Analyse des documents en jetons. Il est utile d'identifier les différentes classes de jetons, c'est-à-dire nombres, mots, mots complexes, adresses email, pour qu'ils puissent être traités différemment. En principe, les classes de jeton dépendent de l'application mais, dans la plupart des cas, utiliser un ensemble prédéfinie de classes est adéquat. PostgreSQL™ utilise un *analyseur* pour réaliser cette étape. Un analyseur standard est fourni, mais des analyseurs personnalisés peuvent être écrits pour des besoins spécifiques.

Conversion des jetons en lexèmes. Un lexème est une chaîne, identique à un jeton, mais elle a été *normalisée* pour que différentes formes du même mot soient découvertes. Par exemple, la normalisation inclut pratiquement toujours le remplacement des majuscules par des minuscules, ainsi que la suppression des suffixes (comme `s` ou `es` en anglais). Ceci permet aux recherches de trouver les variantes du même mot, sans avoir besoin de saisir toutes les variantes possibles. De plus, cette étape élimine typiquement les *termes courants*, qui sont des mots si courants qu'il est inutile de les rechercher. Donc, les jetons sont des fragments bruts du document alors que les lexèmes sont des mots supposés utiles pour l'indexage et la recherche. PostgreSQL™ utilise des *dictionnaires* pour réaliser cette étape. Différents dictionnaires standards sont fournis et des dictionnaires personnalisés peuvent être créés pour des besoins spécifiques.

Stockage des documents pré-traités pour optimiser la recherche. Chaque document peut être représenté comme un tableau trié de lexèmes normalisés. Avec ces lexèmes, il est souvent souhaitable de stocker des informations de position à utiliser pour obtenir un *score de proximité*, pour qu'un document qui contient une région plus « dense » des mots de la requête se voit affecté un score plus important qu'un document qui en a moins.

Les dictionnaires autorisent un contrôle fin de la normalisation des jetons. Avec des dictionnaires appropriés, vous pouvez :

- Définir les termes courants qui ne doivent pas être indexés.
- Établir une liste des synonymes pour un simple mot en utilisant Ispell.
- Établir une correspondance entre des phrases et un simple mot en utilisant un thésaurus.
- Établir une correspondance entre différentes variations d'un mot et une forme canonique en utilisant un dictionnaire Ispell.
- Établir une correspondance entre différentes variations d'un mot et une forme canonique en utilisant les règles du « stemmer » Snowball.

Un type de données tsvector est fourni pour stocker les documents pré-traités, avec un type tsquery pour représenter les requêtes traitées (Section 8.11, « Types de recherche plein texte »). Il existe beaucoup de fonctions et d'opérateurs disponibles pour ces types de données (Section 9.13, « Fonctions et opérateurs de la recherche plein texte »), le plus important étant l'opérateur de correspondance @@, dont nous parlons dans la Section 12.1.2, « Correspondance de base d'un texte ». Les recherches plein texte peuvent être accélérées en utilisant des index (Section 12.9, « Types d'index GiST et GIN »).

12.1.1. Qu'est-ce qu'un document ?

Un *document* est l'unité de recherche dans un système de recherche plein texte, par exemple un article de magazine ou un message email. Le moteur de recherche plein texte doit être capable d'analyser des documents et de stocker les associations de lexèmes (mots clés) avec les documents parents. Ensuite, ces associations seront utilisées pour rechercher les documents contenant des mots de la requête.

Pour les recherches dans PostgreSQL™, un document est habituellement un champ texte à l'intérieur d'une ligne d'une table de la base ou une combinaison (concaténation) de champs, parfois stockés dans différentes tables ou obtenus dynamiquement. En d'autres termes, un document peut être construit à partir de différentes parties pour l'indexage et il peut ne pas être stocké quelque part. Par exemple :

```
SELECT titre || ' ' || auteur || ' ' || resume || ' ' || corps AS document
FROM messages
WHERE mid = 12;

SELECT m.titre || ' ' || m.auteur || ' ' || m.resume || ' ' || d.corps AS document
FROM messages m, docs d
WHERE mid = did AND mid = 12;
```



Note

En fait, dans ces exemples de requêtes, `coalesce` devrait être utilisé pour empêcher un résultat NULL pour le document entier à cause d'une seule colonne NULL.

Une autre possibilité est de stocker les documents dans de simples fichiers texte du système de fichiers. Dans ce cas, la base est utilisée pour stocker l'index de recherche plein texte et pour exécuter les recherches, et un identifiant unique est utilisé pour retrouver le document sur le système de fichiers. Néanmoins, retrouver les fichiers en dehors de la base demande les droits d'un superutilisateur ou le support de fonctions spéciales, donc c'est habituellement moins facile que de conserver les données dans PostgreSQL™. De plus, tout conserver dans la base permet un accès simple aux métadonnées du document pour aider l'indexage et l'affichage.

Dans le but de la recherche plein texte, chaque document doit être réduit au format de pré-traitement, `tsvector`. La recherche et le calcul du score sont réalisés entièrement à partir de la représentation `tsvector` d'un document -- le texte original n'a besoin d'être retrouvé que lorsque le document a été sélectionné pour être montré à l'utilisateur. Nous utilisons souvent `tsvector` pour le document mais, bien sûr, il ne s'agit que d'une représentation compacte du document complet.

12.1.2. Correspondance de base d'un texte

La recherche plein texte dans PostgreSQL™ est basée sur l'opérateur de correspondance `@@`, qui renvoie `true` si un `tsvector` (document) correspond à un `tsquery` (requête). Peu importe le type de données indiqué en premier :

```
SELECT 'a fat cat sat on a mat and ate a fat rat'::tsvector @@ 'cat & rat'::tsquery;
?column?
-----
t

SELECT 'fat & cow'::tsquery @@ 'a fat cat sat on a mat and ate a fat rat'::tsvector;
?column?
-----
f
```

Comme le suggère l'exemple ci-dessus, un `tsquery` n'est pas un simple texte brut, pas plus qu'un `tsvector` ne l'est. Un `tsquery` contient des termes de recherche qui doivent déjà être des lexèmes normalisés, et peut combiner plusieurs termes en utilisant les opérateurs AND, OR, NOT et FOLLOWED BY. (Pour les détails sur la syntaxe, voir la Section 8.11.2, « `tsquery` ».) Les fonctions `to_tsquery`, `plainto_tsquery` et `phraseto_tsquery` sont utiles pour convertir un texte écrit par un utilisateur dans un `tsquery` correct, principalement en normalisant les mots apparaissant dans le texte. De façon similaire, `to_tsvector` est utilisé pour analyser et normaliser un document. Donc, en pratique, une correspondance de recherche ressemblerait plutôt à ceci :

```
SELECT to_tsvector('fat cats ate fat rats') @@ to_tsquery('fat & rat');
?column?
-----
```

```
t
```

Observez que cette correspondance ne réussit pas si elle est écrite ainsi :

```
SELECT 'fat cats ate fat rats':::tsvector @@ to_tsquery('fat & rat');
?column?
-----
f
```

car ici aucune normalisation du mot `rats` n'interviendra. Les éléments d'un `tsvector` sont des lexèmes, qui sont supposés déjà normalisés, donc `rats` ne correspond pas à `rat`.

L'opérateur `@@` supporte aussi une entrée de type `text`, permettant l'oubli de conversions explicites de `text` vers `tsvector` ou `tsquery` dans les cas simples. Les variantes disponibles sont :

```
tsvector @@ tsquery
tsquery @@ tsvector
text @@ tsquery
text @@ text
```

Nous avons déjà vu les deux premières. La forme `text @@ tsquery` est équivalente à `to_tsvector(x) @@ y`. La forme `text @@ text` est équivalente à `to_tsvector(x) @@ plainto_tsquery(y)`.

Dans un `tsquery`, l'opérateur `&` (AND) spécifie que ses deux arguments doivent être présents dans le document pour qu'il y ait correspondance. De même, l'opérateur `|` (OR) spécifie qu'au moins un de ses arguments doit être présent dans le document, alors que l'opérateur `!` (NOT) spécifie que son argument ne doit *pas* être présent pour qu'il y ait une correspondance. Par exemple, la requête `fat & ! rat` correspond aux documents contenant `fat` mais pas `rat`.

Chercher des phrases est possible à l'aide de l'opérateur `<->` (FOLLOWED BY) `tsquery`, qui établit la correspondance seulement si tous ses arguments sont adjacents et dans l'ordre indiqué. Par exemple :

```
SELECT to_tsvector('fatal error') @@ to_tsquery('fatal <-> error');
?column?
-----
t

SELECT to_tsvector('error is not fatal') @@ to_tsquery('fatal <-> error');
?column?
-----
f
```

Il existe une version plus générale de l'opérateur FOLLOWED BY qui s'écrit `<N>`, où `N` est un entier représentant la différence entre les positions des lexèmes correspondants. L'opérateur `<1>` est identique à `<->`, tandis que l'opérateur `<2>` n'établit la correspondance que si exactement un lexème différent apparaît entre les deux lexèmes en argument, et ainsi de suite. La fonction `phraseto_tsquery` exploite cet opérateur pour construire un `tsquery` permettant de reconnaître une phrase quand certains des mots sont des termes courants. Par exemple :

```
SELECT phraseto_tsquery('cats ate rats');
phraseto_tsquery
-----
'cat' <-> 'ate' <-> 'rat'

SELECT phraseto_tsquery('the cats ate the rats');
phraseto_tsquery
-----
'cat' <-> 'ate' <2> 'rat'
```

Un cas particulier potentiellement utile est `<0>` qui peut être utilisé pour vérifier que deux motifs correspondent à un même mot.

On peut utiliser des parenthèses pour contrôler l'imbrication des opérateurs `tsquery`. En l'absence de parenthèses, l'opérateur `|` a une priorité moindre que `&`, puis `<->`, et finalement `!`.

Il est important de noter que les opérateurs AND/OR/NOT ont une signification légèrement différentes quand ils sont les arguments d'un opérateur FOLLOWED BY que quand ils ne le sont pas. La raison en est que, dans un FOLLOWED BY, la position

exacte de la correspondance a une importante. Par exemple, habituellement, $!x$ ne fait une correspondance qu'avec les documents qui ne contiennent pas x quelque part. Mais $!x \sim y$ correspond à y s'il n'est pas immédiatement après un x ; un occurrence de x quelque part dans le document n'empêche pas une correspondance. Un autre exemple est que $x \& y$ nécessite seulement que x et y apparaissent quelque part dans le document, mais $(x \& y) \sim z$ nécessite que x et y réalisent une correspondance immédiatement avant un z . De ce fait, cette requête se comporte différemment de $x \sim z \& y \sim z$, qui correspondra à un document contenant deux séquences séparées $x z$ et $y z$. (Cette requête spécifique est inutile quand elle est écrite ainsi car x et y ne peuvent pas être exactement à la même place ; mais avec des situations plus complexes comme les motifs de correspondance avec préfixe, une requête de cette forme pourrait être utile.)

12.1.3. Configurations

Les exemples ci-dessus ne sont que des exemples simples de recherche plein texte. Comme mentionné précédemment, la recherche plein texte permet de faire beaucoup plus : ignorer l'indexation de certains mots (termes courants), traiter les synonymes et utiliser une analyse sophistiquée, c'est-à-dire une analyse basée sur plus qu'un espace blanc. Ces fonctionnalités sont contrôlées par les *configurations de recherche plein texte*. PostgreSQL™ arrive avec des configurations prédefinies pour de nombreux langages et vous pouvez facilement créer vos propres configurations (la commande `\dF` de psql affiche toutes les configurations disponibles).

Lors de l'installation, une configuration appropriée est sélectionnée et `default_text_search_config` est configuré dans `postgresql.conf` pour qu'elle soit utilisée par défaut. Si vous utilisez la même configuration de recherche plein texte pour le cluster entier, vous pouvez utiliser la valeur de `postgresql.conf`. Pour utiliser différentes configurations dans le cluster mais avec la même configuration pour une base, utilisez `ALTER DATABASE ... SET`. Sinon, vous pouvez configurer `default_text_search_config` dans chaque session.

Chaque fonction de recherche plein texte qui dépend d'une configuration a un argument `regconfig` en option, pour que la configuration utilisée puisse être précisée explicitement. `default_text_search_config` est seulement utilisé quand cet argument est omis.

Pour rendre plus facile la construction de configurations de recherche plein texte, une configuration est construite à partir d'objets de la base de données. La recherche plein texte de PostgreSQL™ fournit quatre types d'objets relatifs à la configuration :

- Les *analyseurs de recherche plein texte* cassent les documents en jetons et classifient chaque jeton (par exemple, un mot ou un nombre).
- Les *dictionnaires de recherche plein texte* convertissent les jetons en une forme normalisée et rejettent les termes courants.
- Les *modèles de recherche plein texte* fournissent les fonctions nécessaires aux dictionnaires. (Un dictionnaire spécifie uniquement un modèle et un ensemble de paramètres pour ce modèle.)
- Les *configurations de recherche plein texte* sélectionnent un analyseur et un ensemble de dictionnaires à utiliser pour normaliser les jetons produit par l'analyseur.

Les analyseurs de recherche plein texte et les modèles sont construits à partir de fonctions bas niveau écrites en C ; du coup, le développement de nouveaux analyseurs ou modèles nécessite des connaissances en langage C, et les droits superutilisateur pour les installer dans une base de données. (Il y a des exemples d'analyseurs et de modèles en addon dans la partie `contrib/` de la distribution PostgreSQL™.) Comme les dictionnaires et les configurations utilisent des paramètres et se connectent aux analyseurs et modèles, aucun droit spécial n'est nécessaire pour créer un nouveau dictionnaire ou une nouvelle configuration. Les exemples de création de dictionnaires et de configurations personnalisés seront présentés plus tard dans ce chapitre.

12.2. Tables et index

Les exemples de la section précédente illustrent la correspondance plein texte en utilisant des chaînes simples. Cette section montre comment rechercher les données de la table, parfois en utilisant des index.

12.2.1. Rechercher dans une table

Il est possible de faire des recherches plein texte sans index. Une requête qui ne fait qu'afficher le champ `title` de chaque ligne contenant le mot `friend` dans son champ `body` ressemble à ceci :

```
SELECT title
FROM pgweb
WHERE to_tsvector('english', body) @@ to_tsquery('english', 'friend');
```

Ceci trouve aussi les mots relatifs comme `friends` et `friendly` car ils ont tous la même racine, le même lexème normalisé.

La requête ci-dessus spécifie que la configuration `english` doit être utilisée pour analyser et normaliser les chaînes. Nous pouvons aussi omettre les paramètres de configuration :

```
SELECT title
FROM pgweb
WHERE to_tsvector(body) @@ to_tsquery('friend');
```

Cette requête utilisera l'ensemble de configuration indiqué par `default_text_search_config`.

Un exemple plus complexe est de sélectionner les dix documents les plus récents qui contiennent les mots `create` et `table` dans les champs `title` ou `body` :

```
SELECT title
FROM pgweb
WHERE to_tsvector(title || ' ' || body) @@ to_tsquery('create & table')
ORDER BY last_mod_date DESC LIMIT 10;
```

Pour plus de clarté, nous omettons les appels à la fonction `coalesce` qui est nécessaire pour rechercher les lignes contenant `NULL` dans un des deux champs.

Bien que ces requêtes fonctionnent sans index, la plupart des applications trouvent cette approche trop lente, sauf peut-être pour des recherches occasionnelles. Une utilisation pratique de la recherche plein texte réclame habituellement la création d'un index.

12.2.2. Créer des index

Nous pouvons créer un index GIN (Section 12.9, « Types d'index GiST et GIN ») pour accélérer les recherches plein texte :

```
CREATE INDEX pgweb_idx ON pgweb USING GIN(to_tsvector('english', body));
```

Notez que la version à deux arguments de `to_tsvector` est utilisée. Seules les fonctions de recherche plein texte qui spécifient un nom de configuration peuvent être utilisées dans les index sur des expressions (Section 11.7, « Index d'expressions »). Ceci est dû au fait que le contenu de l'index ne doit pas être affecté par `default_text_search_config`. Dans le cas contraire, le contenu de l'index peut devenir incohérent parce que différentes entrées pourraient contenir des `tsvector` créés avec différentes configurations de recherche plein texte et qu'il ne serait plus possible de deviner à quelle configuration fait référence une entrée. Il serait impossible de sauvegarder et restaurer correctement un tel index.

Comme la version à deux arguments de `to_tsvector` a été utilisée dans l'index ci-dessus, seule une référence de la requête qui utilise la version à deux arguments de `to_tsvector` avec le même nom de configuration utilise cet index. C'est-à-dire que `WHERE to_tsvector('english', body) @@ 'a & b'` peut utiliser l'index, mais `WHERE to_tsvector(body) @@ 'a & b'` ne le peut pas. Ceci nous assure qu'un index est seulement utilisé avec la même configuration que celle utilisée pour créer les entrées de l'index.

Il est possible de configurer des index avec des expressions plus complexes où le nom de la configuration est indiqué dans une autre colonne. Par exemple :

```
CREATE INDEX pgweb_idx ON pgweb USING GIN(to_tsvector(config_name, body));
```

où `config_name` est une colonne de la table `pgweb`. Ceci permet l'utilisation de configuration mixe dans le même index tout en enregistrant la configuration utilisée pour chaque entrée d'index. Ceci est utile dans le cas d'une bibliothèque de documents dans différentes langues. Encore une fois, les requêtes voulant utiliser l'index doivent être écrites pour correspondre à l'index, donc `WHERE to_tsvector(config_name, body) @@ 'a & b'`.

Les index peuvent même concaténer des colonnes :

```
CREATE INDEX pgweb_idx ON pgweb USING GIN(to_tsvector('english', title || ' ' || body));
```

Une autre approche revient à créer une colonne `tsvector` séparée pour contenir le résultat de `to_tsvector`. Cet exemple est une concaténation de `title` et `body`, en utilisant `coalesce` pour s'assurer qu'un champ est toujours indexé même si l'autre vaut `NULL` :

```
ALTER TABLE pgweb ADD COLUMN textsearchable_index_col tsvector;
UPDATE pgweb SET textsearchable_index_col =
```

```
to_tsvector('english', coalesce(title, '') || ' ' || coalesce(body, ''));
```

Puis nous créons un index GIN pour accélérer la recherche :

```
CREATE INDEX textsearch_idx ON pgweb USING GIN(textsearchable_index_col);
```

Maintenant, nous sommes prêt pour des recherches plein texte rapides :

```
SELECT title
FROM pgweb
WHERE textsearchable_index_col @@ to_tsquery('create & table')
ORDER BY last_mod_date DESC
LIMIT 10;
```

Lors de l'utilisation d'une colonne séparée pour stocker la représentation tsvector, il est nécessaire d'ajouter un trigger pour obtenir une colonne tsvector à jour à tout moment suivant les modifications de `title` et `body`. La Section 12.4.3, « Triggers pour les mises à jour automatiques » explique comment le faire.

Un avantage de l'approche de la colonne séparée sur un index par expression est qu'il n'est pas nécessaire de spécifier explicitement la configuration de recherche plein texte dans les requêtes pour utiliser l'index. Comme indiqué dans l'exemple ci-dessus, la requête peut dépendre de `default_text_search_config`. Un autre avantage est que les recherches seront plus rapides car il n'est plus nécessaire de refaire des appels à `to_tsvector` pour vérifier la correspondance de l'index. (Ceci est plus important lors de l'utilisation d'un index GiST par rapport à un index GIN ; voir la Section 12.9, « Types d'index GiST et GIN ».) Néanmoins, l'approche de l'index par expression est plus simple à configurer et elle réclame moins d'espace disque car la représentation tsvector n'est pas réellement stockée.

12.3. Contrôler la recherche plein texte

Pour implémenter la recherche plein texte, une fonction doit permettre la création d'un tsvector à partir d'un document et la création d'un tsquery à partir de la requête d'un utilisateur. De plus, nous avons besoin de renvoyer les résultats dans un ordre utile, donc nous avons besoin d'une fonction de comparaison des documents suivant leur adéquation à la recherche. Il est aussi important de pouvoir afficher joliment les résultats. PostgreSQL™ fournit un support pour toutes ces fonctions.

12.3.1. Analyser des documents

PostgreSQL™ fournit la fonction `to_tsvector` pour convertir un document vers le type de données tsvector.

```
to_tsvector([ config regconfig, ] document text) returns tsvector
```

`to_tsvector` analyse un document texte et le convertit en jetons, réduit les jetons en des lexèmes et renvoie un tsvector qui liste les lexèmes avec leur position dans le document. Ce dernier est traité suivant la configuration de recherche plein texte spécifiée ou celle par défaut. Voici un exemple simple :

```
SELECT to_tsvector('english', 'a fat cat sat on a mat - it ate a fat rats');
          to_tsvector
-----
'ate':9 'cat':3 'fat':2,11 'mat':7 'rat':12 'sat':4
```

Dans l'exemple ci-dessus, nous voyons que le tsvector résultant ne contient pas les mots `a`, `on` et `it`, le mot `rats` est devenu `rat` et le signe de ponctuation `-` a été ignoré.

En interne, la fonction `to_tsvector` appelle un analyseur qui casse le texte en jetons et affecte un type à chaque jeton. Pour chaque jeton, une liste de dictionnaires (Section 12.6, « Dictionnaires ») est consultée, liste pouvant varier suivant le type de jeton. Le premier dictionnaire qui reconnaît le jeton émet un ou plusieurs *lexèmes* pour représenter le jeton. Par exemple, `rats` devient `rat` car un des dictionnaires sait que le mot `rats` est la forme pluriel de `rat`. Certains mots sont reconnus comme des *termes courants* (Section 12.6.1, « Termes courants »), ce qui fait qu'ils sont ignorés car ils surviennent trop fréquemment pour être utile dans une recherche. Dans notre exemple, il s'agissait de `a`, `on` et `it`. Si aucun dictionnaire de la liste ne reconnaît le jeton, il est aussi ignoré. Dans cet exemple, il s'agit du signe de ponctuation `-` car il n'existe aucun dictionnaire affecté à ce type de jeton (`Space symbols`), ce qui signifie que les jetons espace ne seront jamais indexés. Le choix de l'analyseur, des dictionnaires et

des types de jetons à indexer est déterminé par la configuration de recherche plein texte sélectionné (Section 12.7, « Exemple de configuration »). Il est possible d'avoir plusieurs configurations pour la même base, et des configurations prédéfinies sont disponibles pour différentes langues. Dans notre exemple, nous avons utilisé la configuration par défaut, à savoir `english` pour l'anglais.

La fonction `setweight` peut être utilisée pour ajouter un label aux entrées d'un `tsvector` avec un *poids* donné. Ce poids consiste en une lettre : A, B, C ou D. Elle est utilisée typiquement pour marquer les entrées provenant de différentes parties d'un document, comme le titre et le corps. Plus tard, cette information peut être utilisée pour modifier le score des résultats.

Comme `to_tsvector(NULL)` renvoie `NULL`, il est recommandé d'utiliser `coalesce` quand un champ peut être `NULL`. Voici la méthode recommandée pour créer un `tsvector` à partir d'un document structuré :

```
UPDATE tt SET ti =
    setweight(to_tsvector(coalesce(title,'')), 'A')
    setweight(to_tsvector(coalesce(keyword,'')), 'B') |||
    setweight(to_tsvector(coalesce(abstract,'')), 'C') ||
    setweight(to_tsvector(coalesce(body,'')), 'D');
```

Ici nous avons utilisé `setweight` pour ajouter un label au source de chaque lexème dans le `tsvector` final, puis assemblé les valeurs `tsvector` en utilisant l'opérateur de concaténation des `tsvector`, `|||`. (La Section 12.4.1, « Manipuler des documents » donne des détails sur ces opérations.)

12.3.2. Analyser des requêtes

PostgreSQL™ fournit les fonctions `to_tsquery`, `plainto_tsquery` et `phraseto_tsquery` pour convertir une requête dans le type de données `tsquery`. `to_tsquery` offre un accès à d'autres fonctionnalités que `plainto_tsquery` et `phrase-to_tsquery` mais est moins indulgent sur ses arguments.

```
to_tsquery([ config regconfig, ] querytext text) returns tsquery
```

`to_tsquery` crée une valeur `tsquery` à partir de `querytext` qui doit contenir un ensemble de jetons individuels séparés par les opérateurs `tsquery` & (AND), | (OR) et ! (NOT), et l'opérateur de recherche de phrase `<->` (FOLLOWED BY), possiblement groupés en utilisant des parenthèses. En d'autres termes, les arguments de `to_tsquery` doivent déjà suivre les règles générales pour un `tsquery` comme décrit dans la Section 8.11.2, « `tsquery` ». La différence est que, alors qu'un `tsquery` basique prend les jetons bruts, `to_tsquery` normalise chaque jeton en un lexème en utilisant la configuration spécifiée ou par défaut, et annule tout jeton qui est un terme courant d'après la configuration. Par exemple :

```
SELECT to_tsquery('english', 'The & Fat & Rats');
          to_tsquery
-----
'fat' & 'rat'
```

Comme une entrée `tsquery` basique, des poids peuvent être attachés à chaque lexème à restreindre pour établir une correspondance avec seulement des lexèmes `tsvector` de ces poids. Par exemple :

```
SELECT to_tsquery('english', 'Fat | Rats:AB');
          to_tsquery
-----
'fat' | 'rat':AB
```

De plus, * peut être attaché à un lexème pour demander la correspondance d'un préfixe :

```
SELECT to_tsquery('supern:*A & star:A*B');
          to_tsquery
-----
'supern':*A & 'star':*AB
```

Un tel lexème correspondra à tout mot dans un `tsvector` qui commence par la chaîne indiquée.

`to_tsquery` peut aussi accepter des phrases avec des guillemets simples. C'est utile quand la configuration inclut un dictionnaire théâtre qui peut se déclencher sur de telles phrases. Dans l'exemple ci-dessous, un théâtre contient la règle `superno-`

```
vae stars : sn:
```

```
SELECT to_tsquery(''supernovae stars'' & !crab');
      to_tsquery
-----
'sn' & '!crab'
```

sans guillemets, `to_tsquery` génère une erreur de syntaxe pour les jetons qui ne sont pas séparés par un opérateur AND, ou FOLLOWED BY.

```
plainto_tsquery([ config regconfig, ] querytext text) returns tsquery
```

`plainto_tsquery` transforme le texte non formaté `querytext` en `tsquery`. Le texte est analysé et normalisé un peu comme pour `to_tsvector`, ensuite l'opérateur `tsquery &` (AND) est inséré entre les mots restants.

Exemple :

```
SELECT plainto_tsquery('english', 'The Fat Rats');
      plainto_tsquery
-----
'fat' & 'rat'
```

Notez que `plainto_tsquery` ne reconnaîtra pas un opérateur `tsquery`, des labels de poids en entrée ou des labels de correspondance de préfixe :

```
SELECT plainto_tsquery('english', 'The Fat & Rats:C');
      plainto_tsquery
-----
'fat' & 'rat' & 'c'
```

Ici, tous les symboles de ponctuation ont été annulés car ce sont des symboles espace.

```
phraseto_tsquery([ config regconfig, ] querytext text) returns tsquery
```

`phraseto_tsquery` se comporte largement comme `plainto_tsquery`, sauf qu'elle insère l'opérateur `<->` (FOLLOWED BY) entre les mots restants plutôt que l'opérateur `&` (AND). De plus, les termes courants ne sont pas simplement écartés, mais sont comptabilisés par l'utilisation d'opérateurs `<N>` plutôt que d'opérateurs `<->`. Cette fonction est utile quand on recherche des séquences exactes de lexèmes, puisque l'opérateur FOLLOWED BY vérifie l'ordre des lexèmes et pas seulement la présence de tous les lexèmes.

Exemple :

```
SELECT phraseto_tsquery('english', 'The Fat Rats');
      phraseto_tsquery
-----
'fat' <-> 'rat'
```

Comme `plainto_tsquery`, la fonction `phraseto_tsquery` ne reconnaît ni les opérateurs `tsquery`, ni les labels de poids, ni les labels de correspondance de préfixe dans ses arguments :

```
SELECT phraseto_tsquery('english', 'The Fat & Rats:C');
      phraseto_tsquery
-----
'fat' <-> 'rat' <-> 'c'
```

12.3.3. Ajouter un score aux résultats d'une recherche

Les tentatives de score pour mesurer l'adéquation des documents se font par rapport à une certaine requête. Donc, quand il y a beaucoup de correspondances, les meilleurs doivent être montrés en premier. PostgreSQL™ fournit deux fonctions prédéfinies de score, prenant en compte l'information lexicale, la proximité et la structure ; en fait, elles considèrent le nombre de fois où les termes de la requête apparaissent dans le document, la proximité des termes de la recherche avec ceux de la requête et l'importance

du passage du document où se trouvent les termes du document. Néanmoins, le concept d'adéquation pourrait demander plus d'informations pour calculer le score, par exemple la date et l'heure de modification du document. Les fonctions internes de calcul de score sont seulement des exemples. Vous pouvez écrire vos propres fonctions de score et/ou combiner leur résultats avec des facteurs supplémentaires pour remplir un besoin spécifique.

Les deux fonctions de score actuellement disponibles sont :

```
ts_rank([ weights float4[], ] vector tsvector, query tsquery [, normalization integer]) returns float4
```

Calcule un score sur les vecteurs en se basant sur la fréquence des lexèmes correspondants à la recherche.

```
ts_rank_cd([ weights float4[], ] vector tsvector, query tsquery [, normalization integer]) returns float4
```

Cette fonction calcule le score de la *densité de couverture* pour le vecteur du document et la requête données, comme décrit dans l'article de Clarke, Cormack et Tudhope, « Relevance Ranking for One to Three Term Queries », article paru dans le journal « Information Processing and Management » en 1999. La densité de couverture est similaire au classement effectué par `ts_rank`, à la différence que la proximité de correspondance des lexèmes les uns par rapport aux autres est prise en compte.

Cette fonction a besoin d'information sur la position des lexèmes pour effectuer son travail. Par conséquent, elle ignore les lexèmes « stripés » dans le `tsvector`. S'il n'y a aucun lexème « non-stripé » en entrée, le résultat sera zéro. (Voir Section 12.4.1, « Manipuler des documents » pour plus d'information sur la fonction `strip` et les informations de position dans les `tsvector`.)

Pour ces deux fonctions, l'argument optionnel des *poids* offre la possibilité d'impacter certains mots plus ou moins suivant la façon dont ils sont marqués. Le tableau de poids indique à quel point chaque catégorie de mots est marquée. Dans l'ordre :

```
{poids-D, poids-C, poids-B, poids-A}
```

Si aucun *poids* n'est fourni, alors ces valeurs par défaut sont utilisées :

```
{0.1, 0.2, 0.4, 1.0}
```

Typiquement, les poids sont utilisés pour marquer les mots compris dans des aires spéciales du document, comme le titre ou le résumé initial, pour qu'ils puissent être traités avec plus ou moins d'importance que les mots dans le corps du document.

Comme un document plus long a plus de chance de contenir un terme de la requête, il est raisonnable de prendre en compte la taille du document, par exemple un document de cent mots contenant cinq fois un mot de la requête est probablement plus intéressant qu'un document de mille mots contenant lui-aussi cinq fois un mot de la requête. Les deux fonctions de score prennent une option *normalization*, de type `integer`, qui précise si la longueur du document doit impacter son score. L'option contrôle plusieurs comportements, donc il s'agit d'un masque de bits : vous pouvez spécifier un ou plusieurs comportements en utilisant | (par exemple, 2 | 4).

- 0 (valeur par défaut) ignore la longueur du document
- 1 divise le score par $1 + \log(\text{longueur du document})$
- 2 divise le score par la longueur du document
- 4 divise le score par la moyenne harmonique de la distance entre les mots (ceci est implémenté seulement par `ts_rank_cd`)
- 8 divise le score par le nombre de mots uniques dans le document
- 16 divise le score par $1 + \log(\text{nombre de mots uniques})$
- 32 divise le score par lui-même + 1

Si plus d'un bit de drapeau est indiqué, les transformations sont appliquées dans l'ordre indiqué.

Il est important de noter que les fonctions de score n'utilisent aucune information globale donc il est impossible de produire une normalisation de 1% ou 100%, comme c'est parfois demandé. L'option de normalisation 32 ($\text{score}/(\text{score}+1)$) peut s'appliquer pour échelonner tous les scores dans une échelle de zéro à un mais, bien sûr, c'est une petite modification cosmétique, donc l'ordre des résultats ne changera pas.

Voici un exemple qui sélectionne seulement les dix correspondances de meilleur score :

```
SELECT title, ts_rank_cd(textsearch, query) AS rank
FROM apod, to_tsquery('neutrino|(dark & matter)') query
WHERE query @@ textsearch
ORDER BY rank DESC
LIMIT 10;
```

title	rank
Neutrinos in the Sun	3.1
The Sudbury Neutrino Detector	2.4
A MACHO View of Galactic Dark Matter	2.01317
Hot Gas and Dark Matter	1.91171
The Virgo Cluster: Hot Plasma and Dark Matter	1.90953
Rafting for Solar Neutrinos	1.9
NGC 4650A: Strange Galaxy and Dark Matter	1.85774
Hot Gas and Dark Matter	1.6123
Ice Fishing for Cosmic Neutrinos	1.6
Weak Lensing Distorts the Universe	0.818218

Voici le même exemple en utilisant un score normalisé :

```
SELECT title, ts_rank_cd(textsearch, query, 32 /* rank/(rank+1) */ ) AS rank
FROM apod, to_tsquery('neutrino|(dark & matter)') query
WHERE query @@ textsearch
ORDER BY rank DESC
LIMIT 10;
```

title	rank
Neutrinos in the Sun	0.756097569485493
The Sudbury Neutrino Detector	0.705882361190954
A MACHO View of Galactic Dark Matter	0.668123210574724
Hot Gas and Dark Matter	0.65655958650282
The Virgo Cluster: Hot Plasma and Dark Matter	0.656301290640973
Rafting for Solar Neutrinos	0.655172410958162
NGC 4650A: Strange Galaxy and Dark Matter	0.650072921219637
Hot Gas and Dark Matter	0.617195790024749
Ice Fishing for Cosmic Neutrinos	0.615384618911517
Weak Lensing Distorts the Universe	0.450010798361481

Le calcul du score peut consommer beaucoup de ressources car il demande de consulter le tsvector de chaque document correspondant, ce qui est très consommateur en entrées/sorties et du coup lent. Malheureusement, c'est presque impossible à éviter car les requêtes intéressantes ont un grand nombre de correspondances.

12.3.4. Surligner les résultats

Pour présenter les résultats d'une recherche, il est préférable d'afficher une partie de chaque document et en quoi cette partie concerne la requête. Habituellement, les moteurs de recherche affichent des fragments du document avec des marques pour les termes recherchés. PostgreSQL™ fournit une fonction `ts_headline` qui implémente cette fonctionnalité.

```
ts_headline([ config regconfig, ] document text, query tsquery [, options text ])
returns text
```

`ts_headline` accepte un document avec une requête et renvoie un résumé du document. Les termes de la requête sont surlignés dans les extractions. La configuration à utiliser pour analyser le document peut être précisée par `config`; si `config` est omis, le paramètre `default_text_search_config` est utilisé.

Si une chaîne `options` est spécifiée, elle doit consister en une liste de une ou plusieurs paires `option=valeur` séparées par des virgules. Les options disponibles sont :

- `StartSel`, `StopSel` : les chaînes qui permettent de délimiter les mots de la requête parmi le reste des mots. Vous devez mettre ces chaînes entre guillemets doubles si elles contiennent des espaces ou des virgules.
- `MaxWords`, `MinWords` : ces nombres déterminent les limites minimum et maximum des résumés à afficher.
- `ShortWord` : les mots de cette longueur et les mots plus petits seront supprimés au début et à la fin d'un résumé. La valeur par défaut est de trois pour éliminer les articles anglais communs.
- `HighlightAll` : booléen ; si `true`, le document complet sera utilisé pour le surlignage, en ignorant les trois paramètres précédents.
- `MaxFragments` : nombre maximum d'extraits ou de fragments de texte à afficher. La valeur par défaut, 0, sélectionne une méthode de génération d'extraits qui n'utilise pas les fragments. Une valeur positive et non nulle sélectionne la génération d'extraits basée sur les fragments. Cette méthode trouve les fragments de texte avec autant de mots de la requête que possible

et restreint ces fragments autour des mots de la requête. Du coup, les mots de la requête se trouvent au milieu de chaque fragment et ont des mots de chaque côté. Chaque fragment sera au plus de MaxWords et les mots auront une longueur maximum de ShortWord. Si tous les mots de la requête ne sont pas trouvés dans le document, alors un seul fragment de MinWords sera affiché.

- `FragmentDelimiter` : quand plus d'un fragment est affiché, alors les fragments seront séparés par ce délimiteur.

Toute option omise recevra une valeur par défaut :

```
StartSel=<b>, StopSel=</b>,
MaxWords=35, MinWords=15, ShortWord=3, HighlightAll=FALSE,
MaxFragments=0, FragmentDelimiter=" ... "
```

Par exemple :

```
SELECT ts_headline('english',
    'The most common type of search
is to find all documents containing given query terms
and return them in order of their similarity to the
query.',
    to_tsquery('query & similarity'));
    ts_headline
-----
containing given <b>query</b> terms
and return them in order of their <b>similarity</b> to the
<b>query</b>.

SELECT ts_headline('english',
    'The most common type of search
is to find all documents containing given query terms
and return them in order of their similarity to the
query.',
    to_tsquery('query & similarity'),
    'StartSel = <, StopSel = >');
    ts_headline
-----
containing given <query> terms
and return them in order of their <similarity> to the
<query>.
```

`ts_headline` utilise le document original, pas un résumé `tsvector`, donc elle peut être lente et doit être utilisée avec parcimonie et attention.

12.4. Fonctionnalités supplémentaires

Cette section décrit des fonctions et opérateurs supplémentaires qui sont utiles en relation avec la recherche plein texte.

12.4.1. Manipuler des documents

La Section 12.3.1, « Analyser des documents » a montré comment des documents en texte brut peuvent être convertis en valeurs `tsvector`. PostgreSQL™ fournit aussi des fonctions et des opérateurs pouvant être utilisés pour manipuler des documents qui sont déjà au format `tsvector`.

```
tsvector || tsvector
```

L'opérateur de concaténation `tsvector` renvoie un vecteur qui combine les lexèmes et des informations de position pour les deux vecteurs donnés en argument. Les positions et les labels de poids sont conservés lors de la concaténation. Les positions apparaissant dans le vecteur droit sont décalés par la position la plus large mentionnée dans le vecteur gauche, pour que le résultat soit pratiquement équivalent au résultat du traitement de `to_tsvector` sur la concaténation des deux documents originaux. (L'équivalence n'est pas exacte car tout terme courant supprimé de la fin de l'argument gauche n'affectera pas le résultat alors qu'ils auraient affecté les positions des lexèmes dans l'argument droit si la concaténation de texte avait été utilisée.)

Un avantage de l'utilisation de la concaténation au format vecteur, plutôt que la concaténation de texte avant d'appliquer `to_tsvector`, est que vous pouvez utiliser différentes configurations pour analyser les différentes sections du document. De plus, comme la fonction `setweight` marque tous les lexèmes du secteur donné de la même façon, il est nécessaire d'analyser le texte et de lancer `setweight` avant la concaténation si vous voulez des labels de poids différents sur les diffé-

rentes parties du document.

```
setweight(vector tsvector, weight "char") returns tsvector
```

Cette fonction renvoie une copie du vecteur en entrée pour chaque position de poids *weight*, soit A, soit B, soit C soit D. (D est la valeur par défaut pour les nouveaux vecteurs et, du coup, n'est pas affiché en sortie.) Ces labels sont conservés quand les vecteurs sont concaténés, permettant aux mots des différentes parties d'un document de se voir attribuer un poids différent par les fonctions de score.

Notez que les labels de poids s'appliquent seulement aux *positions*, pas aux *lexèmes*. Si le vecteur en entrée se voit supprimer les positions, alors `setweight` ne pourra rien faire.

```
length(vector tsvector) returns integer
```

Renvoie le nombre de lexèmes enregistrés dans le vecteur.

```
strip(vector tsvector) returns tsvector
```

Renvoie un vecteur qui liste les mêmes lexèmes que le vecteur donné mais à qui il manquera les informations de position et de poids. Alors que le vecteur renvoyé est bien moins utile qu'un vecteur normal pour calculer le score, il est habituellement bien plus petit. Le classement par pertinence ne fonctionne pas aussi bien sur les vecteurs stripés que sur les non-stripés. Par ailleurs, l'opérateur `tsquery <->` (FOLLOWED BY) ne trouvera jamais de correspondance pour des entrées stripées, puisqu'il ne peut pas déterminer la distance entre deux occurrences de lexème dans ce cas.

Une liste complète des fonctions relatives aux `tsvector` est disponible à Tableau 9.40, « Fonctions de la recherche plein texte ».

12.4.2. Manipuler des requêtes

La Section 12.3.2, « Analyser des requêtes » a montré comment des requêtes texte peuvent être converties en valeurs de type `tsquery`. PostgreSQL™ fournit aussi des fonctions et des opérateurs pouvant être utilisés pour manipuler des requêtes qui sont déjà de la forme `tsquery`.

```
tsquery && tsquery
```

Renvoie une combinaison AND des deux requêtes données.

```
tsquery || tsquery
```

Renvoie une combinaison OR des deux requêtes données.

```
!! tsquery
```

Renvoie la négation (NOT) de la requête donnée.

```
tsquery <-> tsquery
```

Renvoie une requête qui recherche une correspondance avec la première requête donnée suivie immédiatement par une correspondance avec la seconde requête donnée, en utilisant l'opérateur `tsquery <->` (FOLLOWED BY). Par exemple :

```
SELECT to_tsquery('fat') <-> to_tsquery('cat | rat');
      ?column?
-----
'fat' <-> 'cat' | 'fat' <-> 'rat'
```

```
tsquery_phrase(query1 tsquery, query2 tsquery [, distance integer]) returns tsquery
```

Renvoie une requête qui recherche une correspondance avec la première requête donnée suivie par une correspondance avec la seconde requête donnée, à une distance d'au plus *distance* lexèmes, en utilisant l'opérateur `tsquery <N>`. Par exemple :

```
SELECT tsquery_phrase(to_tsquery('fat'), to_tsquery('cat'), 10);
      tsquery_phrase
-----
'fat' <10> 'cat'
```

```
numnode(query tsquery) returns integer
```

Renvoie le nombre de noeuds (lexèmes et opérateurs) dans un `tsquery`. Cette fonction est utile pour déterminer si la requête (*query*) a un sens (auquel cas elle renvoie `> 0`) ou s'il ne contient que des termes courants (auquel cas elle renvoie 0). Exemples :

```
SELECT numnode(plainto_tsquery('the any'));
NOTICE: query contains only stopword(s) or doesn't contain lexeme(s), ignored
      numnode
-----
          0
```

```
SELECT numnode('foo & bar'::tsquery);
numnode
-----
3
```

```
querytree(query tsquery) returns text
```

Renvoie la portion d'un tsquery qui peut être utilisé pour rechercher dans un index. Cette fonction est utile pour détecter les requêtes qui ne peuvent pas utiliser un index, par exemple celles qui contiennent des termes courants ou seulement des négations de termes. Par exemple :

```
SELECT querytree(to_tsquery('!defined'));
querytree
-----

```

12.4.2.1. Ré-écriture des requêtes

La famille de fonctions `ts_rewrite` cherche dans un tsquery donné les occurrences d'une sous-requête cible et remplace chaque occurrence avec une autre sous-requête de substitution. En fait, cette opération est une version spécifique à tsquery d'un remplacement de sous-chaîne. Une combinaison cible et substitut peut être vu comme une *règle de ré-écriture de la requête*. Un ensemble de règles de ré-écriture peut être une aide puissante à la recherche. Par exemple, vous pouvez étendre la recherche en utilisant des synonymes (`new york`, `big apple`, `nyc`, `gotham`) ou restreindre la recherche pour diriger l'utilisateur vers des thèmes en vogue. Cette fonctionnalité n'est pas sans rapport avec les thésaurus (Section 12.6.4, « Dictionnaire thésaurus »). Néanmoins, vous pouvez modifier un ensemble de règles de ré-écriture directement, sans ré-indexer, alors que la mise à jour d'un thésaurus nécessite un ré-indexage pour être pris en compte.

```
ts_rewrite (query tsquery, target tsquery, substitute tsquery) returns tsquery
```

Cette forme de `ts_rewrite` applique simplement une seule règle de ré-écriture : `target` est remplacé par `substitute` partout où il apparaît dans `query`. Par exemple :

```
SELECT ts_rewrite('a & b'::tsquery, 'a'::tsquery, 'c'::tsquery);
ts_rewrite
-----
'b' & 'c'
```

```
ts_rewrite (query tsquery, select text) returns tsquery
```

Cette forme de `ts_rewrite` accepte une `query` de début et une commande SQL `select`, qui est fournie comme une chaîne de caractères. `select` doit renvoyer deux colonnes de type tsquery. Pour chaque ligne de résultats du `select`, les occurrences de la valeur de la première colonne (la cible) sont remplacées par la valeur de la deuxième colonne (le substitut) dans la valeur actuelle de `query`. Par exemple :

```
CREATE TABLE aliases (t tsquery PRIMARY KEY, s tsquery);
INSERT INTO aliases VALUES('a', 'c');

SELECT ts_rewrite('a & b'::tsquery, 'SELECT t,s FROM aliases');
ts_rewrite
-----
'b' & 'c'
```

Notez que, quand plusieurs règles de ré-écriture sont appliquées de cette façon, l'ordre d'application peut être important ; donc, en pratique, vous voudrez que la requête source utilise `ORDER BY` avec un ordre précis.

Considérons un exemple réel pour l'astronomie. Nous étendons la requête `supernovae` en utilisant les règles de ré-écriture par la table :

```
CREATE TABLE aliases (t tsquery primary key, s tsquery);
INSERT INTO aliases VALUES(to_tsquery('supernovae'), to_tsquery('supernovae|sn'));
```

```

SELECT ts_rewrite(to_tsquery('supernovae & crab'), 'SELECT * FROM aliases');
      ts_rewrite
-----
'crab' & ( 'supernova' | 'sn' )

```

Nous pouvons modifier les règles de ré-écriture simplement en mettant à jour la table :

```

UPDATE aliases SET s = to_tsquery('supernovae|sn & !nebulae') WHERE t =
to_tsquery('supernovae');

SELECT ts_rewrite(to_tsquery('supernovae & crab'), 'SELECT * FROM aliases');
      ts_rewrite
-----
'crab' & ( 'supernova' | 'sn' & '!nebula' )

```

La ré-écriture peut être lente quand il y a beaucoup de règles de ré-écriture car elle vérifie l'intérêt de chaque règle. Pour filtrer les règles qui ne sont pas candidates de façon évidente, nous pouvons utiliser les opérateurs de contenant pour le type tsquery. Dans l'exemple ci-dessous, nous sélectionnons seulement les règles qui peuvent correspondre avec la requête originale :

```

SELECT ts_rewrite('a & b'::tsquery,
                  'SELECT t,s FROM aliases WHERE ''a & b''::tsquery @> t');
      ts_rewrite
-----
'b' & 'c'

```

12.4.3. Triggers pour les mises à jour automatiques

Lors de l'utilisation d'une colonne séparée pour stocker la représentation tsvector de vos documents, il est nécessaire de créer un trigger pour mettre à jour la colonne tsvector quand le contenu des colonnes document change. Deux fonctions trigger intégrées sont disponibles pour cela, mais vous pouvez aussi écrire la vôtre.

```

tsvector_update_trigger(tsvector_column_name, config_name, text_column_name [, ...]
)
tsvector_update_trigger_column(tsvector_column_name, config_column_name,
text_column_name [, ... ])

```

Ces fonctions trigger calculent automatiquement une colonne tsvector à partir d'une ou plusieurs colonnes texte sous le contrôle des paramètres spécifiés dans la commande **CREATE TRIGGER**. Voici un exemple de leur utilisation :

```

CREATE TABLE messages (
    title      text,
    body       text,
    tsv        tsvector
);

CREATE TRIGGER tsvectorupdate BEFORE INSERT OR UPDATE
ON messages FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE
tsvector_update_trigger(tsv, 'pg_catalog.english', title, body);

INSERT INTO messages VALUES('title here', 'the body text is here');

SELECT * FROM messages;
  title   |      body      |          tsv
-----+-----+-----+
  title here | the body text is here | 'bodi':4 'text':5 'titl':1

SELECT title, body FROM messages WHERE tsv @@ to_tsquery('title & body');
  title   |      body
-----+-----+
  title here | the body text is here

```

Après avoir créé ce trigger, toute modification dans `title` ou `body` sera automatiquement reflétée dans `tsv`, sans que l'application n'ait à s'en soucier.

Le premier argument du trigger doit être le nom de la colonne tsvector à mettre à jour. Le second argument spécifie la configuration de recherche plein texte à utiliser pour réaliser la conversion. Pour `tsvector_update_trigger`, le nom de la configuration est donné en deuxième argument du trigger. Il doit être qualifié du nom du schéma comme indiqué ci-dessus pour que le comportement du trigger ne change pas avec les modifications de `search_path`. Pour `tsvector_update_trigger_column`, le deuxième argument du trigger est le nom d'une autre colonne de table qui doit être du type `regconfig`. Ceci permet une sélection par ligne de la configuration à faire. Les arguments restant sont les noms des colonnes texte (de type `text`, `varchar` ou `char`). Elles sont inclus dans le document suivant l'ordre donné. Les valeurs `NULL` sont ignorées (mais les autres colonnes sont toujours indexées).

Une limitation des triggers internes est qu'ils traitent les colonnes de façon identique. Pour traiter les colonnes différemment -- par exemple pour donner un poids plus important au titre qu'au corps -- il est nécessaire d'écrire un trigger personnalisé. Voici un exemple utilisant PL/pgSQL comme langage du trigger :

```
CREATE FUNCTION messages_trigger() RETURNS trigger AS $$  
begin  
    new.tsv :=  
        setweight(to_tsvector('pg_catalog.english', coalesce(new.title,'')), 'A') ||  
        setweight(to_tsvector('pg_catalog.english', coalesce(new.body,'')), 'D');  
    return new;  
end  
$$ LANGUAGE plpgsql;  
  
CREATE TRIGGER tsvectorupdate BEFORE INSERT OR UPDATE  
ON messages FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE messages_trigger();
```

Gardez en tête qu'il est important de spécifier explicitement le nom de la configuration lors de la création de valeurs tsvector dans des triggers, pour que le contenu de la colonne ne soit pas affecté par des modifications de `default_text_search_config`. Dans le cas contraire, des problèmes surviendront comme des résultats de recherche changeant après une sauvegarde/restauration.

12.4.4. Récupérer des statistiques sur les documents

La fonction `ts_stat` est utile pour vérifier votre configuration et pour trouver des candidats pour les termes courants.

```
ts_stat(sqlquery text, [ weights text, ]  
        OUT word text, OUT ndoc integer,  
        OUT nentry integer) returns setof record
```

`sqlquery` est une valeur de type texte contenant une requête SQL qui doit renvoyer une seule colonne tsvector. `ts_stat` exécute la requête et renvoie des statistiques sur chaque lexème (mot) contenu dans les données tsvector. Les colonnes renvoyées sont :

- `word` text -- la valeur d'un lexème
- `ndoc` integer -- le nombre de documents (tsvector) où le mot se trouve
- `nentry` integer -- le nombre total d'occurrences du mot

Si `weights` est précisé, seules les occurrences d'un de ces poids sont comptabilisées.

Par exemple, pour trouver les dix mots les plus fréquents dans un ensemble de document :

```
SELECT * FROM ts_stat('SELECT vector FROM apod')  
ORDER BY nentry DESC, ndoc DESC, word  
LIMIT 10;
```

De la même façon, mais en ne comptant que les occurrences de poids A ou B :

```
SELECT * FROM ts_stat('SELECT vector FROM apod', 'ab')  
ORDER BY nentry DESC, ndoc DESC, word  
LIMIT 10;
```

12.5. Analyseurs

Les analyseurs de recherche plein texte sont responsables du découpage d'un document brut en *jetons* et d'identifier le type des jetons. L'ensemble des types possibles est défini par l'analyseur lui-même. Notez qu'un analyseur ne modifie pas le texte -- il identifie les limites plausibles des mots. Comme son domaine est limité, il est moins important de pouvoir construire des analyseurs personnalisés pour une application. Actuellement, PostgreSQL™ fournit un seul analyseur interne qui s'est révélé utile pour un ensemble varié d'applications.

L'analyseur interne est nommé `pg_catalog.default`. Il reconnaît 23 types de jeton, dont la liste est disponible dans Tableau 12.1, « Types de jeton de l'analyseur par défaut ».

Tableau 12.1. Types de jeton de l'analyseur par défaut

Alias	Description	Exemple
asciivword	Mot, toute lettre ASCII	elephant
word	Mot, toute lettre	mañana
numword	Mot, lettres et chiffres	beta1
asciihword	Mot composé, en ASCII	up-to-date
hword	Mot composé, toutes les lettres	lógico-matemática
numhword	Mot composé, lettre et chiffre	postgresql-beta1
hword_asciipart	Partie d'un mot composé, en ASCII	postgresql dans le contexte postgresql-beta1
hword_part	Partie d'un mot composé, toutes les lettres	lógico ou matemática dans le contexte lógico-matemática
hword_numpart	Partie d'un mot composé, lettres et chiffres	beta1 dans le contexte postgresql-beta1
email	Adresse email	foo@example.com
protocol	En-tête de protocole	http://
url	URL	example.com/stuff/index.html
host	Hôte	example.com
url_path	Chemin URL	/stuff/index.html, dans le contexte d'une URL
file	Fichier ou chemin	/usr/local/foo.txt, en dehors du contexte d'une URL
sfloat	Notation scientifique	-1.234e56
float	Notation décimale	-1.234
int	Entier signé	-1234
uint	Entier non signé	1234
version	Numéro de version	8.3.0
tag	Balise XML	
entity	Entité XML	&
blank	Symboles espaces	(tout espace blanc, ou signe de ponctuation non reconnu autrement)



Note

La notion de l'analyseur d'une « lettre » est déterminée par la configuration de la locale sur la base de données, spécifiquement par `lc_ctype`. Les mots contenant seulement des lettres ASCII basiques sont reportés comme un type de jeton séparé car il est parfois utile de les distinguer. Dans la plupart des langues européennes, les types de jeton `word` et `asciivword` doivent toujours être traités de la même façon.

email ne supporte pas tous les caractères email valides tels qu'ils sont définis par la RFC 5322. Spécifiquement, les seuls caractères non-alphanumériques supportés sont le point, le tiret et le tiret bas.

Il est possible que l'analyseur produise des jetons qui coïncident à partir du même texte. Comme exemple, un mot composé peut être reporté à la fois comme un mot entier et pour chaque composante :

alias	description	token
numhword	Hyphenated word, letters and digits	foo-bar-betal
hword_asciipart	Hyphenated word part, all ASCII	foo
blank	Space symbols	-
hword_asciipart	Hyphenated word part, all ASCII	bar
blank	Space symbols	-
hword_numpart	Hyphenated word part, letters and digits	betal

Ce comportement est souhaitable car il autorise le bon fonctionnement de la recherche sur le mot composé et sur les composants. Voici un autre exemple instructif :

alias	description	token
protocol	Protocol head	http://
url	URL	example.com/stuff/index.html
host	Host	example.com
url_path	URL path	/stuff/index.html

12.6. Dictionnaires

Les dictionnaires sont utilisés pour éliminer des mots qui ne devraient pas être considérés dans une recherche (*termes courants*), et pour *normaliser* des mots pour que des formes dérivées de ce même mot établissent une correspondance. Un mot normalisé avec succès est appelé un *lexème*. En dehors d'améliorer la qualité de la recherche, la normalisation et la suppression des termes courants réduisent la taille de la représentation d'un document en tsvector, et donc améliorent les performances. La normalisation n'a pas toujours une signification linguistique et dépend habituellement de la sémantique de l'application.

Quelques exemples de normalisation :

- Linguistique - les dictionnaires ispell tentent de réduire les mots en entrée en une forme normalisée ; les dictionnaires stemmer suppriment la fin des mots
- Les URL peuvent être réduites pour établir certaines correspondances :
 - <http://wwwpgsql.ru/db/mw/index.html>
 - <http://wwwpgsql.ru/db/mw/>
 - <http://wwwpgsql.ru/db/../db/mw/index.html>
- Les noms de couleur peuvent être remplacés par leur valeur hexadécimale, par exemple `red`, `green`, `blue`, `magenta` → `FF0000`, `00FF00`, `0000FF`, `FF00FF`
- En cas d'indexation de nombre, nous pouvons supprimer certains chiffres à fraction pour réduire les nombres possibles, donc par exemple `3.14159265359`, `3.1415926`, `3.14` seront identiques après normalisation si seuls deux chiffres sont conservés après le point décimal.

Un dictionnaire est un programme qui accepte un jeton en entrée et renvoie :

- un tableau de lexèmes si le jeton en entrée est connu dans le dictionnaire (notez qu'un jeton peut produire plusieurs lexèmes)
- un unique lexème avec le drapeau `TSL_FILTER` configuré, pour remplacer le jeton original avec un nouveau jeton à passer aux dictionnaires suivants (un dictionnaire de ce type est appelé un *dictionnaire filtrant*)
- un tableau vide si le dictionnaire connaît le jeton mais que ce dernier est un terme courant
- `NULL` si le dictionnaire n'a pas reconnu le jeton en entrée

PostgreSQL™ fournit des dictionnaires prédefinis pour de nombreuses langues. Il existe aussi plusieurs modèles prédefinis qui peuvent être utilisés pour créer de nouveaux dictionnaires avec des paramètres personnalisés. Chaque modèle prédefini de dictionnaire est décrit ci-dessous. Si aucun modèle ne convient, il est possible d'en créer de nouveaux ; voir le répertoire `contrib/` de PostgreSQL™ pour des exemples.

Une configuration de recherche plein texte lie un analyseur avec un ensemble de dictionnaires pour traiter les jetons en sortie de l'analyseur. Pour chaque type de jeton que l'analyseur peut renvoyer, une liste séparée de dictionnaires est indiquée par la configuration. Quand un jeton de ce type est trouvée par l'analyseur, chaque dictionnaire de la liste est consulté jusqu'à ce qu'un dictionnaire le reconnaisse comme un mot connu. S'il est identifié comme un terme courant ou si aucun dictionnaire ne le reconnaît, il sera ignoré et non indexé. Normalement, le premier dictionnaire qui renvoie une sortie non NULL détermine le résultat et tout dictionnaire restant n'est pas consulté ; par contre, un dictionnaire filtrant peut remplacer le mot donné avec un autre mot qui est ensuite passé aux dictionnaires suivants.

La règle générale pour la configuration de la liste des dictionnaires est de placer en premier les dictionnaires les plus précis, les plus spécifiques, puis les dictionnaires généralistes, en finissant avec un dictionnaire le plus général possible, comme par exemple un stemmer Snowball ou simple, qui reconnaît tout. Par exemple, pour une recherche en astronomie (configuration astro_en), vous pouvez lier le type de jeton asciivord (mot ASCII) vers un dictionnaire des synonymes des termes de l'astronomie, un dictionnaire anglais généraliste et un stemmer Snowball anglais :

```
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION astro_en
    ADD MAPPING FOR asciivord WITH astrosyn, english_ispell, english_stem;
```

Un dictionnaire filtrant peut être placé n'importe où dans la liste. Cependant, le placer à la fin n'a aucun intérêt. Les dictionnaires filtrants sont utiles pour normaliser partiellement les mots, ce qui permet de simplifier la tâche aux dictionnaires suivants. Par exemple, un dictionnaire filtrant peut être utilisé pour supprimer les accents des lettres accentués. C'est ce que fait le module unaccent.

12.6.1. Termes courants

Les termes courants sont des mots très courants, apparaissant dans pratiquement chaque document et n'ont donc pas de valeur discriminatoire. Du coup, ils peuvent être ignorés dans le contexte de la recherche plein texte. Par exemple, tous les textes anglais contiennent des mots comme `a` et `the`, donc il est inutile de les stocker dans un index. Néanmoins, les termes courants n'affectent pas les positions dans `tsvector`, ce qui affecte le score :

```
SELECT to_tsvector('english','in the list of stop words');
      to_tsvector
-----
 'list':3 'stop':5 'word':6
```

Les positions 1, 2, 4 manquantes sont dues aux termes courants. Les scores calculés pour les documents avec et sans termes courants sont vraiment différents :

```
SELECT ts_rank_cd (to_tsvector('english','in the list of stop words'), to_tsquery('list
& stop'));
      ts_rank_cd
-----
 0.05

SELECT ts_rank_cd (to_tsvector('english','list stop words'), to_tsquery('list &
stop'));
      ts_rank_cd
-----
 0.1
```

C'est au dictionnaire de savoir comment traiter les mots courants. Par exemple, les dictionnaires `Ispell` normalisent tout d'abord les mots puis cherchent les termes courants alors que les stemmers `Snowball` vérifient d'abord leur liste de termes courants. La raison de leur comportement différent est qu'ils tentent de réduire le bruit.

12.6.2. Dictionnaire simple

Le modèle du dictionnaire `simple` opère en convertissant le jeton en entrée en minuscule puis en vérifiant s'il fait partie de la liste des mots courants qu'il a sur fichier. S'il est trouvé dans ce fichier, un tableau vide est renvoyé. Le jeton sera alors ignoré. Dans le cas contraire, la forme minuscule du mot est renvoyé en tant que lexème normalisé. Autrement, le dictionnaire peut être configuré pour rapporter les termes courants comme étant non reconnus, ce qui permet de les passer au prochain dictionnaire de la liste.

Voici un exemple d'une définition de dictionnaire utilisant le modèle `simple` :

```
CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY public.simple_dict (
    TEMPLATE = pg_catalog.simple,
    STOPWORDS = english
);
```

Dans ce cas, `english` est le nom de base du fichier contenant les termes courants. Le nom complet du fichier sera donc `$SHAREDIR/tsearch_data/english.stop`, où `$SHAREDIR` est le répertoire des données partagées de l'installation de PostgreSQL™ (souvent `/usr/local/share/postgresql` mais utilisez `pg_config --sharedir` pour vous en assurer). Le format du fichier est une simple liste de mots, un mot par ligne. Les lignes vides et les espaces en fin de mot sont ignorés. Les mots en majuscule sont basculés en minuscule, mais aucun autre traitement n'est réalisé sur le contenu de ce fichier.

Maintenant, nous pouvons tester notre dictionnaire :

```
SELECT ts_lexize('public.simple_dict', 'Yes');
ts_lexize
-----
{yes}

SELECT ts_lexize('public.simple_dict', 'The');
ts_lexize
-----
{}
```

Nous pouvons aussi choisir de renvoyer `NULL` à la place du mot en minuscule s'il n'est pas trouvé dans le fichier des termes courants. Ce comportement est sélectionné en configurant le paramètre `Accept` du dictionnaire à `false`. En continuant l'exemple :

```
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY public.simple_dict ( Accept = false );

SELECT ts_lexize('public.simple_dict', 'Yes');
ts_lexize
-----

SELECT ts_lexize('public.simple_dict', 'The');
ts_lexize
-----
{}
```

Avec le paramétrage par défaut d'`Accept` (à savoir, `true`), il est préférable de placer un dictionnaire `simple` à la fin de la liste des dictionnaires. `Accept = false` est seulement utile quand il y a au moins un dictionnaire après celui-ci.



Attention

La plupart des types de dictionnaires se basent sur des fichiers de configuration, comme les fichiers de termes courants. Ces fichiers *doivent* être dans l'encodage UTF-8. Ils seront traduit vers l'encodage actuelle de la base de données, si elle est différente, quand ils seront lus.



Attention

Habituellement, une session lira un fichier de configuration du dictionnaire une seule fois, lors de la première utilisation. Si vous modifiez un fichier de configuration et que vous voulez forcer la prise en compte des modifications par les sessions en cours, exécutez une commande **ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY** sur le dictionnaire. Cela peut être une mise à jour « à vide », donc sans réellement modifier des valeurs.

12.6.3. Dictionnaire des synonymes

Ce modèle de dictionnaire est utilisé pour créer des dictionnaires qui remplacent un mot par un synonyme. Les phrases ne sont pas supportées (utilisez le modèle thésaurus pour cela, Section 12.6.4, « Dictionnaire thésaurus »). Un dictionnaire des synonyme peut être utilisé pour contourner des problèmes linguistiques, par exemple pour empêcher un dictionnaire stemmer anglais de réduire le mot « Paris » en « pari ». Il suffit d'avoir une ligne `Paris paris` dans le dictionnaire des synonymes et de le placer avant le

dictionnaire `english_stem`. Par exemple :

```
SELECT * FROM ts_debug('english', 'Paris');
   alias | description | token | dictionaries | dictionary | lexemes
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
 asciiword | Word, all ASCII | Paris | {english_stem} | english_stem | {pari}

CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY my_synonym (
    TEMPLATE = synonym,
    SYNONYMS = my_synonyms
);

ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION english
    ALTER MAPPING FOR asciiword WITH my_synonym, english_stem;

SELECT * FROM ts_debug('english', 'Paris');
   alias | description | token | dictionaries | dictionary | lexemes
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
 asciiword | Word, all ASCII | Paris | {my_synonym,english_stem} | my_synonym | {paris}
```

Le seul paramètre requis par le modèle `synonym` est `SYNONYMS`, qui est le nom de base de son fichier de configuration --
`my_synonyms` dans l'exemple ci-dessus. Le nom complet du fichier sera
`$SHAREDIR/tsearch_data/my_synonyms.syn` (où `$SHAREDIR` correspond au répertoire des données partagées de l'installation de PostgreSQL™). Le format du fichier est une ligne par mot à substituer, avec le mot suivi par son synonyme séparé par un espace blanc. Les lignes vierges et les espaces après les mots sont ignorés, les lettres majuscules sont mises en minuscules.

Le modèle `synonym` a aussi un paramètre optionnel, appelé `CaseSensitive`, qui vaut par défaut `false`. Quand `CaseSensitive` vaut `false`, les mots dans le fichier des synonymes sont mis en minuscule, comme les jetons en entrée. Quand il vaut `vrai`, les mots et les jetons ne sont plus mis en minuscule, mais comparés tels quels..

Un astérisque (*) peut être placé à la fin d'un synonyme dans le fichier de configuration. Ceci indique que le synonyme est un préfixe. L'astérisque est ignoré quand l'entrée est utilisée dans `to_tsvector()`, mais quand il est utilisé dans `to_tsquery()`, le résultat sera un élément de la requête avec le marqueur de correspondance du préfixe (voir Section 12.3.2, « Analyser des requêtes »). Par exemple, supposons que nous avons ces entrées dans `$SHAREDIR/tsearch_data/synonym_sample.syn` :

```
postgres      pgsql
postgres      pgsql
postgre pgsql
gogle  googl
indices index*
```

Alors nous obtiendrons les résultats suivants :

```
mydb=# CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY syn (template=synonym, synonyms='synonym_sample');
mydb=# SELECT ts_lexize('syn','indices');
 ts_lexize
-----
 {index}
(1 row)

mydb=# CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION tst (copy=simple);
mydb=# ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION tst ALTER MAPPING FOR asciiword WITH syn;
mydb=# SELECT to_tsvector('tst','indices');
 to_tsvector
-----
 'index':1
(1 row)

mydb=# SELECT to_tsquery('tst','indices');
 to_tsquery
-----
 'index':*
(1 row)

mydb=# SELECT 'indexes are very useful'::tsvector;
 tsvector
```

```
'are' 'indexes' 'useful' 'very'
(1 row)

mydb=# SELECT 'indexes are very useful'::tsvector @@ to_tsquery('tst','indices');
?column?
-----
t
(1 row)
```

12.6.4. Dictionnaire thésaurus

Un dictionnaire thésaurus (parfois abrégé en TZ) est un ensemble de mots qui incluent des informations sur les relations des mots et des phrases, par exemple des termes plus lointains (BT), plus proches (NT), des termes préférés, des termes non aimés, des termes en relation, etc.

De façon simple, un dictionnaire thésaurus remplace tous les termes par des termes préférés et, en option, conserve les termes originaux pour l'indexage. L'implémentation actuelle du dictionnaire thésaurus par PostgreSQL™ est une extension du dictionnaire des synonymes avec un support additionnel des *phrases*. Un dictionnaire thésaurus nécessite un fichier de configuration au format suivant :

```
# ceci est un commentaire
mots(s) : mot(s) indexé(s)
d'autre(s) mot(s) : d'autre(s) mot(s) indexé(s)
...
```

où le deux-points (:) agit comme un délimiteur entre une phrase et son remplacement.

Un dictionnaire thésaurus utilise un *sous-dictionnaire* (qui est spécifié dans la configuration du dictionnaire) pour normaliser le texte en entrée avant la vérification des correspondances de phrases. Un seul sous-dictionnaire est sélectionnable. Une erreur est renvoyée si le sous-dictionnaire échoue dans la reconnaissance d'un mot. Dans ce cas, vous devez supprimer l'utilisation du mot ou le faire connaître au sous-dictionnaire. Vous pouvez placer une astérisque (*) devant un mot indexé pour ignorer l'utilisation du sous-dictionnaire mais tous les mots *doivent* être connus du sous-dictionnaire.

Le dictionnaire thésaurus choisit la plus grande correspondance s'il existe plusieurs phrases correspondant à l'entrée.

Les mots spécifiques reconnus par le sous-dictionnaire ne peuvent pas être précisés ; à la place, utilisez ? pour marquer tout emplacement où un terme courant peut apparaître. Par exemple, en supposant que a et the sont des termes courants d'après le sous-dictionnaire :

```
? one ? two : swws
```

correspond à a one the two et à the one a two. Les deux pourraient être remplacés par swws.

Comme un dictionnaire thésaurus a la possibilité de reconnaître des phrases, il doit se rappeler son état et interagir avec l'analyseur. Un dictionnaire thésaurus utilise ces assignements pour vérifier s'il doit gérer le mot suivant ou arrêter l'accumulation. Le dictionnaire thésaurus doit être configuré avec attention. Par exemple, si le dictionnaire thésaurus s'occupe seulement du type de jeton asciword, alors une définition du dictionnaire thésaurus comme one 7 ne fonctionnera pas car le type de jeton uint n'est pas affecté au dictionnaire thésaurus.



Attention

Les thésaurus sont utilisés lors des indexages pour que toute modification dans les paramètres du dictionnaire thésaurus *nécessite* un réindexage. Pour la plupart des autres types de dictionnaire, de petites modifications comme l'ajout ou la suppression de termes courants ne demandent pas un réindexage.

12.6.4.1. Configuration du thésaurus

Pour définir un nouveau dictionnaire thésaurus, utilisez le modèle `thesaurus`. Par exemple :

```
CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY thesaurus_simple (
    TEMPLATE = thesaurus,
```

```

    DictFile = mythesaurus,
    Dictionary = pg_catalog.english_stem
);

```

Dans ce cas :

- thesaurus_simple est le nom du nouveau dictionnaire
- mythesaurus est le nom de base du fichier de configuration du thésaurus. (Son nom complet est \$SHAREDIR/tsearch_data/mythesaurus.ths, où \$SHAREDIR est remplacé par le répertoire des données partagées de l'installation.)
- pg_catalog.english_stem est le sous-dictionnaire (ici un stemmer Snowball anglais) à utiliser pour la normalisation du thésaurus. Notez que le sous-dictionnaire aura sa propre configuration (par exemple, les termes courants) qui n'est pas affichée ici.

Maintenant, il est possible de lier le dictionnaire du thésaurus thesaurus_simple aux types de jeton désirés dans une configuration, par exemple :

```

ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION russian
    ALTER MAPPING FOR asciiword, asciihword, hword_asciipart WITH thesaurus_simple;

```

12.6.4.2. Exemple de thésaurus

Considérez un thésaurus d'astronomie thesaurus_astro, contenant quelques combinaisons de mots d'astronomie :

```

supernovae stars : sn
crab nebulae : crab

```

Ci-dessous, nous créons un dictionnaire et lions certains types de jeton à un thésaurus d'astronomie et à un stemmer anglais :

```

CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY thesaurus_astro (
    TEMPLATE = thesaurus,
    DictFile = thesaurus_astro,
    Dictionary = english_stem
);

ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION russian
    ALTER MAPPING FOR asciiword, asciihword, hword_asciipart WITH thesaurus_astro,
    english_stem;

```

Maintenant, nous pouvons voir comment cela fonctionne. ts_lexize n'est pas très utile pour tester un thésaurus car elle traite l'entrée en tant que simple jeton. À la place, nous pouvons utiliser plainto_tsquery et to_tsvector qui cassera les chaînes en entrée en plusieurs jetons :

```

SELECT plainto_tsquery('supernova star');
plainto_tsquery
-----
'sn'
SELECT to_tsvector('supernova star');
to_tsvector
-----
'sn':1

```

En principe, il es possible d'utiliser to_tsquery si vous placez l'argument entre guillemets :

```

SELECT to_tsquery('''supernova star''' );
to_tsquery
-----
'sn'

```

Notez que supernova star établit une correspondance avec supernovae stars dans thesaurus_astro car nous

avions indiqué le stemmer `english_stem` dans la définition du thésaurus. Le stemmer a supprimé `e` et `s`.

Pour indexer la phrase originale ainsi que son substitut, incluez-le dans la partie droite de la définition :

```
supernovae stars : sn supernovae stars
SELECT plainto_tsquery('supernova star');
    plainto_tsquery
-----
'sn' & 'supernova' & 'star'
```

12.6.5. Dictionnaire Ispell

Le modèle de dictionnaire Ispell ajoute le support des *dictionnaires morphologiques* qui peuvent normaliser plusieurs formes linguistiques différentes d'un mot en un même lexème. Par exemple, un dictionnaire Ispell anglais peut établir une correspondance avec toutes les déclinaisons et conjugaisons du terme `bank`, c'est-à-dire `banking`, `banked`, `banks`, `banks'` et `bank'`s.

La distribution standard de PostgreSQL™ n'inclut aucun des fichiers de configuration Ispell. Les dictionnaires sont disponibles pour un grand nombre de langues à partir du *site web Ispell*. De plus, certains formats de fichiers dictionnaires plus modernes sont supportés -- *MySpell* (OO < 2.0.1) et *Hunspell* (OO >= 2.0.2). Une large liste de dictionnaires est disponible sur le *Wiki d'OpenOffice*.

Pour créer un dictionnaire Ispell, réalisez les étapes suivantes :

- télécharger les fichiers de configuration de dictionnaires. Ces fichiers OpenOffice™ portent l'extension `.oxt`. Il est nécessaire d'extraire les fichiers `.aff` et `.dic`, et de changer ces extensions en `.affix` et `.dict`. Pour certains fichiers de dictionnaire, il faut aussi convertir les caractères en encodage UTF-8 avec les commandes suivantes (par exemple, pour le dictionnaire du norvégien) :

```
iconv -f ISO_8859-1 -t UTF-8 -o nn_no.affix nn_NO.aff
iconv -f ISO_8859-1 -t UTF-8 -o nn_no.dict nn_NO.dic
```

- copier les fichiers dans le répertoire `$SHARED/ tsearch_data`
- charger les fichiers dans PostgreSQL avec la commande suivante :

```
CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY english_hunspell (
    TEMPLATE = ispell,
    DictFile = en_us,
    AffFile = en_us,
    Stopwords = english);
```

Ici, `DictFile`, `AffFile` et `StopWords` indiquent les noms de base des fichiers dictionnaire, affixes et termes courants. Le fichier des termes courants a le même format qu'indiqué ci-dessus pour le type de dictionnaire `simple`. Le format des autres fichiers n'est pas indiqué ici mais est disponible sur les sites web mentionnés ci-dessus.

Les dictionnaires Ispell reconnaissent habituellement un ensemble limité de mots, pour qu'ils puissent être suivis par un dictionnaire encore plus généraliste ; par exemple un dictionnaire Snowball qui reconnaît tout.

Le fichier `.affix` de Ispell suit la structure suivante :

```
prefixes
flag *A:
.
        > RE      # Comme dans enter > reenter
suffixes
flag T:
E          > ST      # Comme dans late > latest
[^AEIOU]Y  > -Y,IEST # Comme dans dirty > dirtiest
[AEIOU]Y  > EST     # Comme dans gray > grayest
[^EY]       > EST     # Comme dans small > smallest
```

Et le fichier `.dict` suit la structure suivante :

```
lapse/ADGRS
```

```
lard/DGRS
large/PRTY
lark/MRS
```

Le format du fichier `.dict` est :

```
basic_form/affix_class_name
```

Dans le fichier `.affix` chaque flag affix est décrit dans le format suivant :

```
condition > [-stripping_letters,] adding_affix
```

Ici, une condition a un format similaire au format des expressions régulières. Elle peut comporter des groupements [...] et [^...]. Par exemple, [AEIOU]Y signifie que la dernière lettre du mot est "Y" et que l'avant-dernière lettre est "a", "e", "i", "o" ou "u". [^EY] signifie que la dernière lettre n'est ni "e" ni "Y".

Les dictionnaires Ispell supportent la séparation des mots composés, une fonctionnalité intéressante. Notez que le fichier d'affixes doit indiquer une option spéciale qui marque les mots du dictionnaire qui peuvent participer à une formation composée :

```
compoundwords controlled z
```

Voici quelques exemples en norvégien :

```
SELECT ts_lexize('norwegian_ispell', 'overbuljongterningpakkmesterassistent');
  {over,buljong,terning,pakk,mester,assistent}
SELECT ts_lexize('norwegian_ispell', 'sjokoladefabrikk');
  {sjokoladefabrikk,sjokolade,fabrikk}
```

Le format MySpell est un sous-ensemble du format Hunspell. Le fichier `.affix` de Hunspell suit la structure suivante :

```
PFX A Y 1
PFX A 0     re      .
SFX T N 4
SFX T 0     st      e
SFX T  Y    iest    [^aeiou]y
SFX T 0     est     [aeiou]y
SFX T 0     est     [^ey]
```

La première ligne d'une classe d'affixe est l'en-tête. Les champs des règles d'affixes sont listées après l'en-tête.

- nom du paramètre (PFX ou SFX)
- flag (nom de la classe d'affixe)
- éliminer les caractères au début (au préfixe) ou à la fin (au suffixe) du mot
- ajouter l'affixe
- condition ayant un format similaire à celui des expressions régulières.

Le fichier `.dict` ressemble au fichier `.dict` de Ispell :

```
larder/M
lardy/RT
large/RSPMYT
largehearted
```



Note

MySpell ne supporte pas les mots composés. Hunspell a un support sophistiqué des mots composés. Actuellement, PostgreSQL™ implémente seulement les opérations basiques de Hunspell pour les mots composés.

12.6.6. Dictionnaire Snowball

Le modèle de dictionnaire Snowball est basé sur le projet de Martin Porter, inventeur du populaire algorithme stemming de Porter pour l'anglais. Snowball propose maintenant des algorithmes stemming pour un grand nombre de langues (voir le *site Snowball* pour plus d'informations). Chaque algorithme sait comment réduire les variantes standard d'un mot vers une base, ou stem, en rapport avec la langue. Un dictionnaire Snowball réclame un paramètre `langue` pour identifier le stemmer à utiliser et, en option, un nom de fichier des termes courants donnant une liste de mots à éliminer. (Les listes de termes courants au standard PostgreSQL™ sont aussi fournies par le projet Snowball.) Par exemple, il existe un équivalent de la définition interne en

```
CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY english_stem (
    TEMPLATE = snowball,
    Language = english,
    StopWords = english
);
```

Le format du fichier des termes courants est identique à celui déjà expliqué.

Un dictionnaire Snowball reconnaît tout, qu'il soit ou non capable de simplifier le mot, donc il doit être placé en fin de la liste des dictionnaires. Il est inutile de l'avoir avant tout autre dictionnaire car un jeton ne passera jamais au prochain dictionnaire.

12.7. Exemple de configuration

Une configuration de recherche plein texte précise toutes les options nécessaires pour transformer un document en un tsvector : le planificateur à utiliser pour diviser le texte en jetons, et les dictionnaires à utiliser pour transformer chaque jeton en un lexème. Chaque appel à `to_tsvector` ou `to_tsquery` a besoin d'une configuration de recherche plein texte pour réaliser le traitement. Le paramètre de configuration `default_text_search_config` indique le nom de la configuration par défaut, celle utilisée par les fonctions de recherche plein texte si un paramètre explicite de configuration est oublié. Il se configure soit dans `postgres.conf` soit dans une session individuelle en utilisant la commande `SET`.

Plusieurs configurations de recherche plein texte prédefinies sont disponibles et vous pouvez créer des versions personnalisées facilement. Pour faciliter la gestion des objets de recherche plein texte, un ensemble de commandes SQL est disponible, et il existe plusieurs commandes `psql` affichant des informations sur les objets de la recherche plein texte (Section 12.10, « Support de `psql` »).

Comme exemple, nous allons créer une configuration `pg` en commençant à partir d'une duplication de la configuration `english`.

```
CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION public.pg ( COPY = pg_catalog.english );
```

Nous allons utiliser une liste de synonymes spécifique à PostgreSQL et nous allons la stocker dans `$SHAREDIR/tsearch_data/pg_dict.syn`. Le contenu du fichier ressemble à ceci :

```
postgres      pg
pgsql        pg
postgresql   pg
```

Nous définissons le dictionnaire des synonymes ainsi :

```
CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY pg_dict (
    TEMPLATE = synonym,
    SYONYMS = pg_dict
);
```

Ensuite, nous enregistrons le dictionnaire Ispell™ `english_ispell` qui a ses propres fichiers de configuration :

```
CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY english_ispell (
    TEMPLATE = ispell,
    DictFile = english,
    AffFile = english,
    StopWords = english
);
```

Maintenant, nous configurons la correspondance des mots dans la configuration `pg` :

```
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION pg
    ALTER MAPPING FOR asciiword, asciihword, hword_asciipart,
        word, hword, hword_part
    WITH pg_dict, english_ispell, english_stem;
```

Nous choisissons de ne pas indexer certains types de jeton que la configuration par défaut peut gérer :

```
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION pg
    DROP MAPPING FOR email, url, url_path, sfloat, float;
```

Maintenant, nous pouvons tester notre configuration :

```
SELECT * FROM ts_debug('public.pg', '
PostgreSQL, the highly scalable, SQL compliant, open source object-relational
database management system, is now undergoing beta testing of the next
version of our software.
');
```

La prochaine étape est d'initialiser la session pour utiliser la nouvelle configuration qui était créée dans le schéma public :

```
=> \dF
List of text search configurations
 Schema | Name | Description
-----+-----+-----
 public | pg   |

SET default_text_search_config = 'public.pg';
SET

SHOW default_text_search_config;
 default_text_search_config
-----
 public.pg
```

12.8. Tester et déboguer la recherche plein texte

Le comportement d'une configuration personnalisée de recherche plein texte peut facilement devenir confuse. Les fonctions décrites dans cette section sont utiles pour tester les objets de recherche plein texte. Vous pouvez tester une configuration complète ou tester séparément analyseurs et dictionnaires.

12.8.1. Test d'une configuration

La fonction `ts_debug` permet un test facile d'une configuration de recherche plein texte.

```
ts_debug([ config regconfig, ] document text,
          OUT alias text,
          OUT description text,
          OUT token text,
          OUT dictionaries regdictionary[],
          OUT dictionary regdictionary,
          OUT lexemes text[])
      returns setof record
```

`ts_debug` affiche des informations sur chaque jeton d'un `document` tel qu'il est produit par l'analyseur et traité par les dictionnaires configurés. Elle utilise la configuration indiquée par `config`, ou `default_text_search_config` si cet argument est omis.

`ts_debug` renvoie une ligne pour chaque jeton identifié dans le texte par l'analyseur. Les colonnes renvoyées sont :

- *alias* text -- nom court du type de jeton
- *description* text -- description du type de jeton
- *token* text -- texte du jeton
- *dictionaries* regdictionary[] -- les dictionnaires sélectionnés par la configuration pour ce type de jeton
- *dictionary* regdictionary -- le dictionnaire qui a reconnu le jeton, ou NULL dans le cas contraire
- *lexemes* text[] -- le ou les lexèmes produit par le dictionnaire qui a reconnu le jeton, ou NULL dans le cas contraire ; un tableau vide ({}) signifie qu'il a été reconnu comme un terme courant

Voici un exemple simple :

	alias	description	token	dictionaries	dictionary	lexemes
asciivword	Word, all ASCII	a	{english_stem}	english_stem	{}	
blank	Space symbols		{}			
asciivword	Word, all ASCII	fat	{english_stem}	english_stem	{fat}	
blank	Space symbols		{}			
asciivword	Word, all ASCII	cat	{english_stem}	english_stem	{cat}	
blank	Space symbols		{}			
asciivword	Word, all ASCII	sat	{english_stem}	english_stem	{sat}	
blank	Space symbols		{}			
asciivword	Word, all ASCII	on	{english_stem}	english_stem	{}	
blank	Space symbols		{}			
asciivword	Word, all ASCII	a	{english_stem}	english_stem	{}	
blank	Space symbols		{}			
asciivword	Word, all ASCII	mat	{english_stem}	english_stem	{mat}	
blank	Space symbols		{}			
blank	Space symbols	-	{}			
asciivword	Word, all ASCII	it	{english_stem}	english_stem	{}	
blank	Space symbols		{}			
asciivword	Word, all ASCII	ate	{english_stem}	english_stem	{ate}	
blank	Space symbols		{}			
asciivword	Word, all ASCII	a	{english_stem}	english_stem	{}	
blank	Space symbols		{}			
asciivword	Word, all ASCII	fat	{english_stem}	english_stem	{fat}	
blank	Space symbols		{}			
asciivword	Word, all ASCII	rats	{english_stem}	english_stem	{rat}	

Pour une démonstration plus importante, nous créons tout d'abord une configuration public.english et un dictionnaire ispell pour l'anglais :

```
CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION public.english ( COPY = pg_catalog.english );
CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY english_ispell (
    TEMPLATE = ispell,
    DictFile = english,
    AffFile = english,
    StopWords = english
);
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION public.english
    ALTER MAPPING FOR asciivword WITH english_ispell, english_stem;
```

	alias	description	token	dictionaries	dictionary	lexemes
	dictionary	lexemes				
asciivword	Word, all ASCII	The	{english_ispell,english_stem}			
english_ispell	{}					
blank	Space symbols		{}			
asciivword	Word, all ASCII	Brightest	{english_ispell,english_stem}			
english_ispell	{bright}					
blank	Space symbols		{}			

```
| asciicword | Word, all ASCII | supernovaes | {english_ispell,english_stem} |
english_stem | {supernova}
```

Dans cet exemple, le mot `Brightest` a été reconnu par l'analyseur comme un mot ASCII (alias `asciicword`). Pour ce type de jeton, la liste de dictionnaire est `english_ispell` et `english_stem`. Le mot a été reconnu par `english_ispell`, qui l'a réduit avec le mot `bright`. Le mot `supernovaes` est inconnu dans le dictionnaire `english_ispell` donc il est passé au dictionnaire suivant et, heureusement, est reconnu (en fait, `english_stem` est un dictionnaire Snowball qui reconnaît tout ; c'est pourquoi il est placé en dernier dans la liste des dictionnaires).

Le mot `The` est reconnu par le dictionnaire `english_ispell` comme étant un terme courant (Section 12.6.1, « Termes courants ») et n'est donc pas indexé. Les espaces sont aussi ignorés car la configuration ne fournit aucun dictionnaire pour eux.

Vous pouvez réduire le volume en sortie en spécifiant explicitement les colonnes que vous voulez voir :

```
SELECT alias, token, dictionary, lexemes
FROM ts_debug('public.english','The Brightest supernovaes');
      alias      token      dictionary      lexemes
-----+-----+-----+-----+
asciicword | The        | english_ispell | {}
blank       |            |
asciicword | Brightest   | english_ispell | {bright}
blank       |            |
asciicword | supernovaes | english_stem  | {supernova}
```

12.8.2. Test de l'analyseur

Les fonctions suivantes permettent un test direct d'un analyseur de recherche plein texte.

```
ts_parse(parser_name text, document text, OUT tokid integer, OUT token text) returns
setof record
  ts_parse(parser_oid oid, document text, OUT tokid integer, OUT token text) returns
setof record
```

`ts_parse` analyse le `document` indiqué et renvoie une série d'enregistrements, un pour chaque jeton produit par l'analyse. Chaque enregistrement inclut un `tokid` montrant le type de jeton affecté et un jeton (`token`) qui est le texte dudit jeton. Par exemple :

```
SELECT * FROM ts_parse('default', '123 - a number');
      tokid      token
-----+-----+
        22      123
        12      -
        12      -
        1      a
        12      number
```

```
ts_token_type(parser_name text, OUT tokid integer, OUT alias text, OUT description
text) returns setof record
  ts_token_type(parser_oid oid, OUT tokid integer, OUT alias text, OUT description
text) returns setof record
```

`ts_token_type` renvoie une table qui décrit chaque type de jeton que l'analyseur indiqué peut reconnaître. Pour chaque type de jeton, la table donne l'entier `tokid` que l'analyseur utilise pour labeliser un jeton de ce type, l'`alias` qui nomme le type de jeton dans les commandes de configuration et une courte `description`. Par exemple :

```
SELECT * FROM ts_token_type('default');
```

tokid	alias	description
1	asciiword	Word, all ASCII
2	word	Word, all letters
3	numword	Word, letters and digits
4	email	Email address
5	url	URL
6	host	Host
7	sfloat	Scientific notation
8	version	Version number
9	hword_numpart	Hyphenated word part, letters and digits
10	hword_part	Hyphenated word part, all letters
11	hword_asciipart	Hyphenated word part, all ASCII
12	blank	Space symbols
13	tag	XML tag
14	protocol	Protocol head
15	numhword	Hyphenated word, letters and digits
16	asciihword	Hyphenated word, all ASCII
17	hword	Hyphenated word, all letters
18	url_path	URL path
19	file	File or path name
20	float	Decimal notation
21	int	Signed integer
22	uint	Unsigned integer
23	entity	XML entity

12.8.3. Test des dictionnaires

La fonction `ts_lexize` facilite le test des dictionnaires.

```
ts_lexize(dict regdictionary, token text) returns text[]
```

`ts_lexize` renvoie un tableau de lexèmes si le jeton (`token`) en entrée est connu du dictionnaire ou un tableau vide si le jeton est connu du dictionnaire en tant que terme courant, ou enfin `NULL` si le mot n'est pas connu.

Exemples :

```
SELECT ts_lexize('english_stem', 'stars');
ts_lexize
-----
{star}

SELECT ts_lexize('english_stem', 'a');
ts_lexize
-----
{}
```



Note

La fonction `ts_lexize` attend un seul jeton, pas du texte. Voici un cas où cela peut devenir source de confusion :

```
SELECT ts_lexize('thesaurus_astro', 'supernovae stars') is null;
?column?
-----
t
```

Le dictionnaire thésaurus `thesaurus_astro` connaît la phrase `supernovae stars` mais `ts_lexize` échoue car il ne peut pas analyser le texte en entrée mais le traite bien en tant que simple jeton. Utilisez `plainto_tsquery` ou `to_tsvector` pour tester les dictionnaires thésaurus. Par exemple :

```
SELECT plainto_tsquery('supernovae stars');
```

```
plainto_tsquery
-----
'sn'
```

12.9. Types d'index GiST et GIN

Il existe deux types d'index qui peuvent être utilisés pour accélérer les recherches plein texte. Notez que les index ne sont pas obligatoires pour la recherche plein texte mais, dans les cas où une colonne est utilisée fréquemment dans une recherche, un index sera suffisamment intéressant.

```
CREATE INDEX name ON table USING GIN(column);
Crée un index GIN (Generalized Inverted Index). La colonne doit être de type tsvector.

CREATE INDEX name ON table USING gist(colonne);
Crée un index GiST (Generalized Search Tree). La colonne peut être de type tsvector ou tsquery.
```

Les index GIN sont le type d'index préféré pour la recherche plein texte. En tant qu'index inversé, ils contiennent une entrée d'index pour chaque mot (lexème), avec une liste compressée des emplacements correspondants. Les recherches multi-mots peuvent trouver la première correspondance, puis utiliser l'index pour supprimer les lignes qui ne disposent pas des autres mots recherchés. Les index GIN stockent uniquement les mots (lexèmes) des valeurs de type tsvector, et non pas les labels de poids. De ce fait, une vérification de la ligne de table est nécessaire quand une recherche implique les poids.

Un index GiST est *à perte*, signifiant que l'index peut produire des faux positifs, et il est nécessaire de vérifier la ligne de la table pour les éliminer. PostgreSQL™ le fait automatiquement si nécessaire. Les index GiST sont à perte car chaque document est représenté dans l'index par une signature à longueur fixe. La signature est générée par le hachage de chaque mot en un bit aléatoire dans une chaîne à n bit, tous ces bits étant assemblés dans une opération OR qui produit une signature du document sur n bits. Quand deux hachages de mots sont identiques, nous avons un faux positif. Si tous les mots de la requête ont une correspondance (vraie ou fausse), alors la ligne de la table doit être récupérée pour voir si la correspondance est correcte.

La perte implique une dégradation des performances à cause de récupérations inutiles d'enregistrements de la table qui s'avèrent être de fausses correspondances. Comme les accès aléatoire aux enregistrements de la table sont lents, ceci limite l'utilité des index GiST. La probabilité de faux positifs dépend de plusieurs facteurs, en particulier le nombre de mots uniques, donc l'utilisation de dictionnaires qui réduisent ce nombre est recommandée.

Notez que le temps de construction de l'index GIN peut souvent être amélioré en augmentant maintenance_work_mem alors qu'un index GiST n'est pas sensible à ce paramètre.

Le partitionnement de gros ensembles et l'utilisation intelligente des index GIN et GiST autorise l'implémentation de recherches très rapides avec une mise à jour en ligne. Le partitionnement peut se faire au niveau de la base en utilisant l'héritage, ou en distribuant les documents sur des serveurs et en récupérant les résultats de la recherche en utilisant le module contrib/dblink. Ce dernier est possible car les fonctions de score utilisent les informations locales.

12.10. Support de psql

Des informations sur les objets de configuration de la recherche plein texte peuvent être obtenues dans psql en utilisant l'ensemble de commandes :

```
\dF{d,p,t} [+ ] [MODÈLE]
```

Un + supplémentaire affiche plus de détails.

Le paramètre optionnel *MODÈLE* doit être le nom d'un objet de la recherche plein texte, pouvant être qualifié du nom du schéma. Si *MODÈLE* est omis, alors l'information sur tous les objets visibles est affichée. *MODÈLE* peut être une expression rationnelle et peut fournir des modèles *séparés* pour les noms du schéma et de l'objet. Les exemples suivants illustrent ceci :

```
=> \dF *fulltext*
      List of text search configurations
 Schema | Name          | Description
-----+-----+-----+
 public | fulltext_cfg |
```

```
=> \dF *.fulltext*
      List of text search configurations
Schema | Name           | Description
-----+-----+
fulltext | fulltext_cfg |
public   | fulltext_cfg |
```

Les commandes suivantes sont :

```
\dF[+] [MODÈLE]
Liste les configurations de recherche plein texte (ajouter + pour plus de détails).
```

```
=> \dF russian
      List of text search configurations
Schema | Name           | Description
-----+-----+
pg_catalog | russian | configuration for russian language

=> \dF+ russian
Text search configuration "pg_catalog.russian"
Parser: "pg_catalog.default"
  Token | Dictionaries
-----+-----+
asciihword | english_stem
asciivord | english_stem
email | simple
file | simple
float | simple
host | simple
hword | russian_stem
hword_asciipart | english_stem
hword_numpart | simple
hword_part | russian_stem
int | simple
numhword | simple
numword | simple
sfloat | simple
uint | simple
url | simple
url_path | simple
version | simple
word | russian_stem
```

```
\dFd[+] [MODÈLE]
Liste les dictionnaires de recherche plein texte (ajouter + pour plus de détails).
```

```
=> \dFd
      List of text search dictionaries
Schema | Name           | Description
-----+-----+
pg_catalog | danish_stem | snowball stemmer for danish language
pg_catalog | dutch_stem | snowball stemmer for dutch language
pg_catalog | english_stem | snowball stemmer for english language
pg_catalog | finnish_stem | snowball stemmer for finnish language
pg_catalog | french_stem | snowball stemmer for french language
pg_catalog | german_stem | snowball stemmer for german language
pg_catalog | hungarian_stem | snowball stemmer for hungarian language
pg_catalog | italian_stem | snowball stemmer for italian language
pg_catalog | norwegian_stem | snowball stemmer for norwegian language
pg_catalog | portuguese_stem | snowball stemmer for portuguese language
pg_catalog | romanian_stem | snowball stemmer for romanian language
pg_catalog | russian_stem | snowball stemmer for russian language
pg_catalog | simple | simple dictionary: just lower case and check for
```

stopword		
pg_catalog	spanish_stem	snowball stemmer for spanish language
pg_catalog	swedish_stem	snowball stemmer for swedish language
pg_catalog	turkish_stem	snowball stemmer for turkish language

\dFp[+] [MODÈLE]

Liste les analyseurs de recherche plein texte (ajouter + pour plus de détails).

=> \dFp		
List of text search parsers		
Schema	Name	Description
<hr/>		
pg_catalog	default	default word parser
=> \dFp+		
Text search parser "pg_catalog.default"		
Method	Function	Description
<hr/>		
Start parse	prsd_start	
Get next token	prsd_nexttoken	
End parse	prsd_end	
Get headline	prsd_headline	
Get token types	prsd_lextype	
Token types for parser "pg_catalog.default"		
Token name		Description
<hr/>		
asciihword		Hyphenated word, all ASCII
asciword		Word, all ASCII
blank		Space symbols
email		Email address
entity		XML entity
file		File or path name
float		Decimal notation
host		Host
hword		Hyphenated word, all letters
hword_asciipart		Hyphenated word part, all ASCII
hword_numpart		Hyphenated word part, letters and digits
hword_part		Hyphenated word part, all letters
int		Signed integer
numhword		Hyphenated word, letters and digits
numword		Word, letters and digits
protocol		Protocol head
sfloat		Scientific notation
tag		HTML tag
uint		Unsigned integer
url		URL
url_path		URL path
version		Version number
word		Word, all letters
(23 rows)		

\dFt[+] [MODÈLE]

Liste les modèles de recherche plein texte (ajouter + pour plus de détails).

=> \dFt		
List of text search templates		
Schema	Name	Description
<hr/>		
pg_catalog	ispell	ispell dictionary
pg_catalog	simple	simple dictionary: just lower case and check for stopword
pg_catalog	snowball	snowball stemmer
pg_catalog	synonym	synonym dictionary: replace word by its synonym
pg_catalog	thesaurus	thesaurus dictionary: phrase by phrase substitution

12.11. Limites

Les limites actuelles de la recherche plein texte de PostgreSQL™ sont :

- La longueur de chaque lexème doit être inférieure à 2 Ko
- La longueur d'un tsvector (lexèmes + positions) doit être inférieure à 1 Mo
- Le nombre de lexèmes doit être inférieur à 2^{64}
- Les valeurs de position dans un tsvector doivent être supérieures à 0 et inférieures ou égales à 16383
- La distance de correspondance dans un opérateur tsquery <N> (FOLLOWED BY) ne peut pas dépasser 16384
- Pas plus de 256 positions par lexème
- Le nombre de nœuds (lexèmes + opérateurs) dans un tsquery doit être inférieur à 32768

Pour comparaison, la documentation de PostgreSQL™ 8.1 contient 10441 mots uniques, un total de 335420 mots, et le mot le plus fréquent, « postgresql », est mentionné 6127 fois dans 655 documents.

Un autre exemple -- les archives de la liste de discussion de PostgreSQL™ contenait 910989 mots uniques avec 57491343 lexèmes dans 461020 messages.

12.12. Migration à partir d'une recherche plein texte antérieure à 8.3

Les applications qui ont utilisé le module tsearch2 pour la recherche plein texte auront besoin de quelques ajustements pour fonctionner avec la version interne :

- Certaines fonctions ont été renommées ou ont profité de petits ajustements dans leur listes d'arguments. Elles sont toutes dans le schéma pg_catalog alors que, dans une installation précédente, elles auraient fait partie de public ou d'un autre schéma utilisateur. Il existe une nouvelle version de tsearch2 qui fournit une couche de compatibilité permettant de résoudre la majorité des problèmes connus.
- Les anciennes fonctions et les autres objets de tsearch2 doivent être supprimés lors du chargement d'une sauvegarde pg_dump provenant d'une version antérieure à la 8.3. Bien que beaucoup des objets ne sont pas chargés de toute façon, certains le sont et peuvent causer des problèmes. La façon la plus simple de gérer ceci est de charger seulement le module tsearch2 avant la restauration de la sauvegarde ; cela bloquera la restauration des anciens objets.
- Le paramétrage de la configuration de la recherche plein texte est complètement différent maintenant. Au lieu d'insérer manuellement des lignes dans les tables de configuration, la recherche se configure avec des commandes SQL spécialisées indiquées dans tout ce chapitre. Il n'existe pas de support automatisé pour convertir une configuration personnalisée existante pour la 8.3. Vous devez vous en occuper manuellement.
- Le plupart des types de dictionnaires reposent sur certains fichiers de configuration en dehors de la base de données. Ils sont largement compatibles pour une utilisation pre-8.3, mais notez malgré tout les différences qui suivent :
 - Les fichiers de configuration doivent être placés dans le répertoire \$SHAREDIR/tsearch_data, et doivent avoir une extension spécifique dépendant du type de fichier, comme indiqué précédemment dans les descriptions des différents types de dictionnaires. Cette restriction a été ajoutée pour éviter des problèmes de sécurité.
 - Les fichiers de configuration doivent être encodés en UTF-8, quelque soit l'encodage utilisé par la base de données.
 - Dans les fichiers de configuration du thésaurus, les termes courants doivent être marqués avec ?.

Chapitre 13. Contrôle d'accès simultané

Ce chapitre décrit le comportement de PostgreSQL™ lorsque deux sessions, ou plus, essaient d'accéder aux mêmes données au même moment. Le but dans cette situation est de permettre un accès efficace pour toutes les sessions tout en maintenant une intégrité stricte des données. Chaque développeur d'applications utilisant des bases de données doit avoir une bonne compréhension des thèmes couverts dans ce chapitre.

13.1. Introduction

PostgreSQL™ fournit un ensemble d'outils pour les développeurs qui souhaitent gérer des accès simultanés aux données. En interne, la cohérence des données est obtenue avec l'utilisation d'un modèle multiversion (Multiversion Concurrency Control, MVCC). Ceci signifie que chaque requête SQL voit une image des données (une *version de la base de données*) telle qu'elles étaient quelque temps auparavant, quel que soit l'état actuel des données sous-jacentes. Cela évite que les requêtes puissent voir des données non cohérentes produites par des transactions concurrentes effectuant des mises à jour sur les mêmes lignes de données, fournissant ainsi une *isolation des transactions* pour chaque session de la base de données. MVCC, en évitant les méthodes des verrous des systèmes de bases de données traditionnels, minimise la durée des verrous pour permettre des performances raisonnables dans des environnements multiutilisateurs.

Le principal avantage de l'utilisation du modèle MVCC pour le contrôle des accès simultanés, contrairement au verrouillage, est que, dans les verrous acquis par MVCC pour récupérer (en lecture) des données, aucun conflit n'intervient avec les verrous acquis pour écrire des données. Du coup, lire ne bloque jamais l'écriture et écrire ne bloque jamais la lecture. PostgreSQL™ maintient cette garantie même quand il fournit le niveau d'isolation le plus strict au moyen d'un niveau *Serializable Snapshot Isolation* (SSI) innovant.

Des possibilités de verrouillage des tables ou des lignes sont aussi disponibles dans PostgreSQL™ pour les applications qui n'ont pas besoin en général d'une isolation complète des transactions et préfèrent gérer explicitement les points de conflits particuliers. Néanmoins, un bon usage de MVCC fournira généralement de meilleures performances que les verrous. De plus, les verrous informatifs définis par l'utilisateur fournissent un mécanisme d'acquisition de verrous qui n'est pas lié à une transaction.

13.2. Isolation des transactions

Le standard SQL définit quatre niveaux d'isolation de transaction. Le plus strict est Serializable, qui est défini par le standard dans un paragraphe qui déclare que toute exécution concurrente d'un jeu de transactions sérialisables doit apporter la garantie de produire le même effet que l'exécution consécutive de chacun d'entre eux dans un certain ordre. Les trois autres niveaux sont définis en terme de phénomènes, résultant de l'interaction entre les transactions concurrentes, qui ne doivent pas se produire à chaque niveau. Le standard note qu'en raison de la définition de Serializable, aucun de ces phénomènes n'est possible à ce niveau. (Cela n'a rien de surprenant -- si l'effet des transactions doit être cohérent avec l'exécution consécutive de chacune d'entre elles, comment pourriez-vous voir un phénomène causé par des interactions?).

Les phénomènes qui sont interdits à chaque niveau sont:

lecture sale

Une transaction lit des données écrites par une transaction concurrente non validée (dirty read).

lecture non reproductive

Une transaction relit des données qu'elle a lu précédemment et trouve que les données ont été modifiées par une autre transaction (validée depuis la lecture initiale) (non repeatable read).

lecture fantôme

Une transaction ré-exécute une requête renvoyant un ensemble de lignes satisfaisant une condition de recherche et trouve que l'ensemble des lignes satisfaisant la condition a changé du fait d'une autre transaction récemment validée (phantom read).

anomalie de sérialisation

Le résultat de la validation réussie d'un groupe de transactions est incohérent avec tous les ordres possibles d'exécutions de ces transactions, une par une.

Les niveaux d'isolation des transactions proposés par le standard SQL et implémentés par PostgreSQL sont décrits dans le Tableau 13.1, « Niveaux d'isolation des transactions ».

Tableau 13.1. Niveaux d'isolation des transactions

Niveau d'isolation	Lecture sale	Lecture non-reproductible	Lecture fantôme	Anomalie de sérialisation
Read Uncommitted (en français, « Lecture de données non validées »)	Autorisé mais pas dans PostgreSQL	Possible	Possible	Possible
Read Committed (en français, « Lecture de données validées »)	Impossible	Possible	Possible	Possible
Repeatable Read (en français, « Lecture répétée »)	Impossible	Impossible	Autorisé mais pas dans PostgreSQL	Possible
Serializable (en français, « Sérialisable »)	Impossible	Impossible	Impossible	Impossible

Dans PostgreSQL™, vous pouvez demander un des quatre niveaux standards d'isolation des transactions mais seuls trois niveaux distincts sont implémentés (le mode Read Uncommitted de PostgreSQL se comporte comme le mode Read Committed). Ceci est dû au fait qu'il s'agit de la seule façon logique de faire correspondre les niveaux d'isolation standards à l'architecture de contrôle de la concurrence de PostgreSQL.

Le tableau montre aussi que l'implémentation Repeatable Read de PostgreSQL n'autorise pas les lectures fantômes. Un comportement plus strict est autorisé par le standard SQL : les quatre niveaux d'isolation définissent seulement les phénomènes qui ne doivent pas survenir, et non pas les phénomènes qui *doivent* survenir. Le comportement des niveaux d'isolation disponibles est détaillé dans les sous-sections suivantes.

Pour initialiser le niveau d'isolation d'une transaction, utilisez la commande SET TRANSACTION(7).



Important

Certains types de données et certaines fonctions de PostgreSQL™ ont des règles spéciales sur le comportement des transactions. En particulier, les modifications réalisées sur une séquence (et du coup sur le compteur d'une colonne déclarée serial) sont immédiatement visibles de toutes les autres transactions et ne sont pas annulées si la transaction qui a fait la modification est annulée. Voir Section 9.16, « Fonctions de manipulation de séquences » et Section 8.1.4, « Types seriés ».

13.2.1. Niveau d'isolation Read committed (lecture uniquement des données validées)

Read Committed est le niveau d'isolation par défaut dans PostgreSQL™. Quand une transaction utilise ce niveau d'isolation, une requête **SELECT** (sans clause FOR UPDATE / SHARE) voit seulement les données validées avant le début de la requête ; il ne voit jamais les données non validées et les modifications validées pendant l'exécution de la requête par des transactions exécutées en parallèle. En effet, une requête **SELECT** voit une image de la base de données datant du moment où l'exécution de la requête commence. Néanmoins, **SELECT** voit les effets de mises à jour précédentes exécutées dans sa propre transaction, même si celles-ci n'ont pas encore été validées. De plus, notez que deux commandes **SELECT** successives peuvent voir des données différentes, même si elles sont exécutées dans la même transaction si d'autres transactions valident des modifications après que le premier **SELECT** ait démarré et avant que le second **SELECT** ne commence.

Les commandes **UPDATE**, **DELETE**, **SELECT FOR UPDATE** et **SELECT FOR SHARE** se comportent de la même façon que **SELECT** en ce qui concerne la recherche des lignes cibles : elles ne trouveront que les lignes cibles qui ont été validées avant le début de la commande. Néanmoins, une telle ligne cible pourrait avoir déjà été mise à jour (ou supprimée ou verrouillée) par une autre transaction concurrente au moment où elle est découverte. Dans ce cas, le processus de mise à jour attendra que la première transaction soit validée ou annulée (si elle est toujours en cours). Si la première mise à jour est annulée, alors ses effets sont niés et le deuxième processus peut exécuter la mise à jour des lignes originellement trouvées. Si la première mise à jour est validée, la deuxième mise à jour ignorera la ligne si la première mise à jour l'a supprimée, sinon elle essaiera d'appliquer son opération à la version mise à jour de la ligne. La condition de la recherche de la commande (la clause WHERE) est ré-évaluée pour savoir si la version mise à jour de la ligne correspond toujours à la condition de recherche. Dans ce cas, la deuxième mise à jour continue son opération en utilisant la version mise à jour de la ligne. Dans le cas des commandes **SELECT FOR UPDATE** et **SELECT FOR SHARE**, cela signifie que la version mise à jour de la ligne est verrouillée et renvoyée au client.

INSERT avec une clause ON CONFLICT DO UPDATE se comporte de la même façon. Dans le mode Read Committed, chaque ligne proposée à l'insertion sera soit insérée soit mise à jour. Sauf s'il y a des erreurs sans rapport, une des deux solutions est garantie. Si un conflit survient d'une autre transaction dont les effets ne sont pas encore visibles à **INSERT**, la clause **UPDATE** affectera cette ligne, même s'il est possible qu'il n'existe *pas* de version de cette ligne visible à cette commande.

INSERT avec une clause `ON CONFLICT DO NOTHING` pourrait avoir une insertion non terminée pour une ligne à cause du résultat d'une autre transaction dont les effets ne sont pas visibles à l'image de base de la commande **INSERT**. Là encore, c'est seulement le cas du mode Read Committed.

À cause de la règle ci-dessus, une commande de mise à jour a la possibilité de voir une image non cohérente : elle peut voir les effets de commandes de mises à jour concurrentes sur les mêmes lignes que celles qu'elle essaie de mettre à jour mais elle ne voit pas les effets de ces commandes sur les autres lignes de la base de données. Ce comportement rend le mode de lecture validée non convenable pour les commandes qui impliquent des conditions de recherche complexes ; néanmoins, il est intéressant pour les cas simples. Par exemple, considérons la mise à jour de balances de banque avec des transactions comme :

```
BEGIN;
UPDATE comptes SET balance = balance + 100.00 WHERE no_compte = 12345;
UPDATE comptes SET balance = balance - 100.00 WHERE no_compte = 7534;
COMMIT;
```

Si deux transactions comme celle-ci essaient de modifier en même temps la balance du compte 12345, nous voulons clairement que la deuxième transaction commence à partir de la version mise à jour de la ligne du compte. Comme chaque commande n'affecte qu'une ligne pré-déterminée, la laisser voir la version mise à jour de la ligne ne crée pas de soucis de cohérence.

Des utilisations plus complexes peuvent produire des résultats non désirés dans le mode Read Committed. Par exemple, considérez une commande **DELETE** opérant sur des données qui sont à la fois ajoutées et supprimées du critère de restriction par une autre commande. Supposons que `website` est une table sur deux lignes avec `website.hits` valant 9 et 10 :

```
BEGIN;
UPDATE website SET hits = hits + 1;
-- exécuté par une autre session : DELETE FROM website WHERE hits = 10;
COMMIT;
```

La commande **DELETE** n'aura pas d'effet même s'il existe une ligne `website.hits = 10` avant et après la commande **UPDATE**. Cela survient parce que la valeur 9 de la ligne avant mise à jour est ignorée et que lorsque l'**UPDATE** termine et que **DELETE** obtient un verrou, la nouvelle valeur de la ligne n'est plus 10, mais 11, ce qui ne correspond plus au critère.

Comme le mode Read Committed commence chaque commande avec une nouvelle image qui inclut toutes les transactions validées jusqu'à cet instant, les commandes suivantes dans la même transaction verront les effets de la transaction validée en parallèle dans tous les cas. Le problème en question est de savoir si une *seule* commande voit une vue absolument cohérente ou non de la base de données.

L'isolation partielle des transactions fournie par le mode Read Committed est adéquate pour de nombreuses applications, et ce mode est rapide et simple à utiliser. Néanmoins, il n'est pas suffisant dans tous les cas. Les applications qui exécutent des requêtes et des mises à jour complexes pourraient avoir besoin d'une vue plus rigoureusement cohérente de la base de données, une vue que le mode Read Committed ne fournit pas.

13.2.2. Repeatable Read Isolation Level

Le niveau d'isolation *Repeatable Read* ne voit que les données validées avant que la transaction ait démarré; il ne voit jamais ni les données non validées, ni les données validées par des transactions concurrentes durant son exécution. (Toutefois, la requête voit les effets de mises à jour précédentes effectuées dans sa propre transaction, bien qu'elles ne soient pas encore validées). C'est une garantie plus élevée que requise par le standard SQL pour ce niveau d'isolation, et elle évite le phénomène décrit dans Tableau 13.1, « Niveaux d'isolation des transactions » sauf pour les anomalies de sérialisation. Comme mentionné plus haut, c'est permis par le standard, qui ne définit que la protection *minimale* que chaque niveau d'isolation doit fournir.

Ce niveau est différent de Read Committed parce qu'une requête dans une transaction repeatable read voit un instantané au début de la *transaction*, et non pas du début de la requête en cours à l'intérieur de la transaction. Du coup, les commandes **SELECT** successives à l'intérieur d'une *seule* transaction voient toujours les mêmes données, c'est-à-dire qu'elles ne voient jamais les modifications faites par les autres transactions qui ont validé après le début de leur propre transaction.

Les applications utilisant ce niveau d'isolation doivent être préparées à retenter des transactions à cause d'échecs de sérialisation.

Les commandes **UPDATE**, **DELETE**, **SELECT FOR UPDATE** et **SELECT FOR SHARE** se comportent de la même façon que **SELECT** en ce qui concerne la recherche de lignes cibles : elles trouveront seulement les lignes cibles qui ont été validées avant le début de la transaction. Néanmoins, une telle ligne cible pourrait avoir été mise à jour (ou supprimée ou verrouillée) par une autre transaction concurrente au moment où elle est utilisée. Dans ce cas, la transaction repeatable read attendra que la première transaction de mise à jour soit validée ou annulée (si celle-ci est toujours en cours). Si la première mise à jour est annulée, les effets sont inversés et la transaction repeatable read peut continuer avec la mise à jour de la ligne trouvée à l'origine. Mais si la mise à jour est validée (et que la ligne est mise à jour ou supprimée, pas simplement verrouillée), alors la transaction repeatable read sera annulée avec le message

```
ERROR: could not serialize access due to concurrent update
```

parce qu'une transaction sérialisable ne peut pas modifier ou verrouiller les lignes changées par d'autres transactions après que la transaction sérialisable ait commencé.

Quand une application reçoit ce message d'erreurs, elle devrait annuler la transaction actuelle et ré-essayer la transaction complète. La seconde fois, la transaction voit les modifications déjà validées comme faisant partie de sa vue initiale de la base de données, donc il n'y a pas de conflit logique en utilisant la nouvelle version de la ligne comme point de départ pour la mise à jour de la nouvelle transaction.

Notez que seules les transactions de modifications ont besoin d'être tentées de nouveau ; les transactions en lecture seule n'auront jamais de conflits de sérialisation.

Le mode Repeatable Read fournit une garantie rigoureuse que chaque transaction voit un état complètement stable de la base de données. Toutefois cette vue ne sera pas nécessairement toujours cohérente avec l'exécution sérielle (un à la fois) de transactions concurrentes du même niveau d'isolation. Par exemple, même une transaction en lecture seule à ce niveau pourrait voir un enregistrement de contrôle mis à jour pour indiquer qu'un traitement par lot a été terminé mais *ne pas* voir un des enregistrements de détail qui est une partie logique du traitement par lot parce qu'il a lu une ancienne version de l'enregistrement de contrôle. L'implémentation correcte de règles de gestion par des transactions s'exécutant à ce niveau d'isolation risque de ne pas marcher correctement sans une utilisation prudente de verrouillages explicites qui bloquent les transactions en conflits.

Avant la version 9.1 de PostgreSQL™, une demande d'isolation de transaction Serializable fournissait exactement le comportement décrit ici. Pour maintenir l'ancien niveau Serializable, il faudra maintenant demander Repeatable Read.

13.2.3. Niveau d'Isolation Serializable

Le niveau d'isolation *Serializable* fournit le niveau d'isolation le plus strict. Ce niveau émule l'exécution sérielle de transaction pour toutes les transactions validées, comme si les transactions avaient été exécutées les unes après les autres, séquentiellement, plutôt que simultanément. Toutefois, comme pour le niveau Repeatable Read, les applications utilisant ce niveau d'isolation doivent être prêtes à répéter leurs transactions en cas d'échec de sérialisation. En fait, ce niveau d'isolation fonctionne exactement comme Repeatable Read, excepté qu'il surveille les conditions qui pourraient amener l'exécution d'un jeu de transactions concurrentes à se comporter d'une manière incomptable avec les exécutions sérielles (une à la fois) de toutes ces transactions. Cette surveillance n'introduit aucun blocage supplémentaire par rapport à repeatable read, mais il y a un coût à cette surveillance, et la détection des conditions pouvant amener une *anomalie de sérialisation* déclenchera un *échec de sérialisation*.

Comme exemple, considérez la table `ma_table`, contenant initialement

classe	valeur
1	10
1	20
2	100
2	200

Supposons que la transaction sérialisable A traite

```
SELECT SUM(valeur) FROM ma_table WHERE classe = 1;
```

puis insère le résultat (30) comme `valeur` dans une nouvelle ligne avec `classe = 2`. Simultanément, la transaction serialisable B traite

```
SELECT SUM(valeur) FROM ma_table WHERE classe = 2;
```

et obtient le résultat 300, qu'il insère dans une nouvelle ligne avec `classe = 1`. À ce moment là les deux transactions essayent de valider. Si l'une des transactions fonctionnait au niveau d'isolation Repeatable Read, les deux seraient autorisées à valider; mais puisqu'il n'y a pas d'ordre d'exécution sériel cohérent avec le résultat, l'utilisation de transactions Serializable permettra à une des deux transactions de valider, et annulera l'autre avec ce message:

```
ERREUR: n'a pas pu sérialiser un accès à cause d'une mise à jour en parallèle"
```

C'est parce que si A a été exécuté avant B, B aurait trouvé la somme 330, et non pas 300. De façon similaire, l'autre ordre aurait eu comme résultat une somme différente pour le calcul par A.

Si on se fie aux transactions sérialisées pour empêcher les anomalies, il est important que toute donnée lue à partir d'une table utilisatrice soit considérée valide jusqu'à ce que la transaction qui l'a lu soit validée avec succès. Ceci est vrai même pour les transactions en lecture seule, sauf pour les données lues dans une transaction *déferrable* en lecture seule qui sont garanties être valides à leur lecture car une telle transaction attend jusqu'à l'obtention d'une image garantie libre de tout problème avant lecture. Dans tous les autres cas, les applications ne doivent pas dépendre des lectures d'une transaction qui a été par la suite annulée. À la place, elles doivent tenter de nouveau la transaction jusqu'à ce qu'elle réussisse.

Pour garantir une vraie sérialisation PostgreSQL™ utilise le *verrouillage de prédictats*, ce qui signifie qu'il conserve des verrous qui permettent de déterminer quand une écriture aurait eu un impact sur le résultat d'une lecture antérieure par une transaction concurrente, si elle s'était exécutée d'abord. Dans PostgreSQL™, ces verrous ne causent pas de blocage et ne peuvent donc *pas* jouer un rôle dans l'avènement d'un verrou mortel (deadlock). Ils sont utilisés pour identifier et marquer les dépendances entre des transactions sérialisables concurrentes qui dans certaines combinaisons peuvent entraîner des anomalies de sérialisation. Par exemple, une transaction Read Committed ou Repeatable Read qui voudrait garantir la cohérence des données devra prendre un verrou sur la table entière, ce qui pourrait bloquer d'autres utilisateurs voulant utiliser cette table, ou pourrait utiliser SELECT FOR UPDATE ou SELECT FOR SHARE qui non seulement peut bloquer d'autres transactions, mais entraîne un accès au disque.

Les verrous de prédictats dans PostgreSQL™, comme dans la plupart des autres systèmes de bases de données, s'appuient sur les données réellement accédées par une transaction. Ils seront visibles dans la vue système pg_locks avec un mode de SIRRead-Lock. Les verrous acquis pendant l'exécution d'une requête dépendront du plan utilisé par la requête, et plusieurs verrous fins (par exemple, des verrous d'enregistrement) pourraient être combinés en verrous plus grossiers (par exemple, des verrous de page) pendant le déroulement de la transaction afin d'éviter d'épuiser la mémoire utilisée pour suivre les verrous. Une transaction READ ONLY pourra libérer ses verrous SIRRead avant sa fin, si elle détecte qu'aucun conflit ne peut encore se produire pouvant potentiellement entraîner une anomalie de sérialisation. En fait, les transactions READ ONLY seront souvent capables d'établir ce fait au moment de leur démarrage, et ainsi éviter de prendre des verrous de prédictat. Si vous demandez explicitement une transaction SERIALIZABLE READ ONLY DEFERRABLE, elle bloquera jusqu'à ce qu'elle puisse établir ce fait. (C'est le *seul* cas où une transaction Serializable bloque mais pas une transaction Repeatable Read.) D'autre part, les verrous SIRRead doivent souvent être gardés après la fin d'une transaction, jusqu'à ce que toutes les lectures-écritures s'étant déroulées simultanément soient terminées.

L'utilisation systématique de transactions Serializable peut simplifier le développement. La garantie que tout ensemble de transactions sérialisées concurrentes et validées avec succès auront le même effet que si elles avaient été exécutées une à la fois signifie que, si vous pouvez démontrer qu'une seule transaction fera ce qu'il faut lorsqu'elle est exécutée seule, vous pouvez être certain qu'elle fera ce qu'il faut avec tout mélange de transactions sérialisées, même sans informations sur ce que font les autres transactions, ou elle ne validera pas. Il est important qu'un environnement qui utilise cette technique ait une façon généralisée de traiter les erreurs de sérialisation (qui retournent toujours un SQLSTATE valant '40001'), parce qu'il sera très difficile de prédire exactement quelles transactions pourraient contribuer à des dépendances lecture/écriture et auront besoin d'être annulées pour éviter les anomalies de sérialisation. La surveillance des dépendances lecture/écriture a un coût, tout comme l'échec, mais mis en face du coût et du blocage entraînés par les verrous explicites et SELECT FOR UPDATE ou SELECT FOR SHARE, les transactions serializable sont le meilleur choix en termes de performances pour certains environnements.

Alors que le niveau d'isolation des transactions Serializable de PostgreSQL™ autorise seulement les transactions concurrentes à valider s'il est prouvable qu'il n'y a qu'un ordre sériel d'exécution pouvant produire le même effet, il n'empêche pas toujours les erreurs de survenir bien qu'aucune erreur ne serait levée dans le cas d'une vraie exécution en série. En particulier, il est possible de voir les violations de contrainte unique causées par des conflits avec la surcharge de transactions Serializable même après avoir explicitement vérifié que la clé n'est pas présente avant de tenter son insertion. Ceci peut être évité en s'assurant que *toutes* les transactions Serializable qui peuvent insérer des clés potentiellement en conflit commencent par vérifier qu'elles peuvent le faire. Par exemple, imaginez une application qui demande à l'utilisateur une nouvelle clé puis vérifie qu'elle n'existe pas déjà en essayant de la sélectionner, ou génère une nouvelle clé en sélectionnant la clé maximale existante et en ajoutant un. Si certaines transactions Serializable insèrent de nouvelles clés sans suivre ce protocole, des violations de contraintes uniques pourraient être rapportées-même dans les cas où elles ne surviendraient pas dans une exécution en série des transactions concurrentes.

Bien que le niveau d'isolation Serializable des transactions pour PostgreSQL™ permet seulement à des transactions parallèles de valider leurs modifications que s'il est prouvé qu'un ordre d'exécution en série produirait le même résultat, cela n'empêche pas toujours la montée d'erreurs qui ne surviendrait pas dans une véritable exécution en série. En particulier, il est possible de voir des violations de contraintes uniques causées par des conflits sur des transactions Serializable qui se surchargent même après avoir vérifié explicitement que la clé n'est pas présente avant de tenter son insertion. Ceci peut s'éviter en s'assurant que *toutes* les transactions Serializable qui peuvent insérer des clés en conflit vérifient explicitement avant si elles peuvent l'insérer. Par exemple, imaginez une application qui demande à un utilisateur une nouvelle clé, puis vérifie si elle n'existe pas déjà, ou génère une nouvelle clé en sélectionnant la clé maximale déjà existante et en ajoutant la suivante. Si certaines transactions Serializable insèrent de nouvelles clés directement sans suivre ce protocole, les violations de contraintes uniques doivent être reportées même dans les cas où elles ne pourraient pas survenir dans le cas d'une exécution en série de transactions concurrentes.

Pour une performance optimale quand on s'appuie sur les transactions Serializable pour le contrôle de la concurrence, ces points doivent être pris en considération:

- Déclarer les transactions comme READ ONLY quand c'est possible.
- Contrôler le nombre de connexions actives, en utilisant un pool de connexions si nécessaire. C'est toujours un point important pour les performances, mais cela peut être particulièrement important pour un système chargé qui utilise des transactions Serializable.
- Ne mettez jamais plus dans une transaction seule qu'il n'est nécessaire dans un but d'intégrité.

- Ne laissez pas des connexions trainer en « idle in transaction » plus longtemps que nécessaire. Le paramètre de configuration `idle_in_transaction_session_timeout` peut être utilisé pour déconnecter automatiquement les sessions persistantes.
- Supprimez les verrous explicites, `SELECT FOR UPDATE`, et `SELECT FOR SHARE` qui ne sont plus nécessaires grâce aux protections fournies automatiquement par les transactions Serializable.
- Quand le système est forcé à combiner plusieurs verrous de prédictat au niveau page en un seul verrou de prédictat au niveau relation (si la table des verrous de prédictat est à court de mémoire), une augmentation du taux d'échecs de sérialisation peut survenir. Vous pouvez éviter ceci en augmentant `max_pred_locks_per_transaction`.
- Un parcours séquentiel nécessitera toujours un verrou de prédictat au niveau relation. Ceci peut résulter en un taux plus important d'échecs de sérialisation. Il peut être utile d'encourager l'utilisation de parcours d'index en diminuant `random_page_cost` et/ou en augmentant `cpu_tuple_cost`. Assurez-vous de bien mesurer toute diminution du nombre d'annulation de transactions et restarts against any overall change in query execution time.

13.3. Verrouillage explicite

PostgreSQL™ fournit de nombreux modes de verrous pour contrôler les accès simultanés aux données des tables. Ces modes peuvent être utilisés pour contrôler le verrouillage par l'application dans des situations où MVCC n'a pas le comportement désiré. De plus, la plupart des commandes PostgreSQL™ acquièrent automatiquement des verrous avec les modes appropriés pour s'assurer que les tables référencées ne sont pas supprimées ou modifiées de façon incompatible lorsque la commande s'exécute (par exemple, `TRUNCATE` ne peut pas être exécuté de façon sûr en même temps que d'autres opérations sur la même table, donc il obtient un verrou exclusif sur la table pour s'assurer d'une bonne exécution).

Pour examiner une liste des verrous en cours, utilisez la vue système `pg_locks`. Pour plus d'informations sur la surveillance du statut du sous-système de gestion des verrous, référez-vous au Chapitre 28, Surveiller l'activité de la base de données.

13.3.1. Verrous de niveau table

La liste ci-dessous affiche les modes de verrous disponibles et les contextes dans lesquels ils sont automatiquement utilisés par PostgreSQL™. Vous pouvez aussi acquérir explicitement n'importe lequel de ces verrous avec la commande `LOCK(7)`. Rappelez-vous que tous ces modes de verrous sont des verrous au niveau table, même si le nom contient le mot « row » (NdT : ligne) ; les noms des modes de verrous sont historiques. Dans une certaine mesure, les noms reflètent l'utilisation typique de chaque mode de verrou -- mais la sémantique est identique. La seule vraie différence entre un mode verrou et un autre est l'ensemble des modes verrous avec lesquels ils rentrent en conflit (voir Tableau 13.2, « Modes de verrou conflictuels »). Deux transactions ne peuvent pas conserver des verrous de modes en conflit sur la même table au même moment (néanmoins, une transaction n'entre jamais en conflit avec elle-même. Par exemple, elle pourrait acquérir un verrou `ACCESS EXCLUSIVE` et acquérir plus tard un verrou `ACCESS SHARE` sur la même table). Des modes de verrou sans conflit peuvent être détenus en même temps par plusieurs transactions. Notez, en particulier, que certains modes de verrous sont en conflit avec eux-mêmes (par exemple, un verrou `ACCESS EXCLUSIVE` ne peut pas être détenu par plus d'une transaction à la fois) alors que d'autres n'entrent pas en conflit avec eux-mêmes (par exemple, un verrou `ACCESS SHARE` peut être détenu par plusieurs transactions).

Modes de verrous au niveau table

ACCESS SHARE

En conflit avec le mode verrou `ACCESS EXCLUSIVE`.

Les commandes `SELECT` acquièrent un verrou de ce mode avec les tables référencées. En général, tout requête *lisant* seulement une table et ne la modifiant pas obtient ce mode de verrou.

ROW SHARE

En conflit avec les modes de verrous `EXCLUSIVE` et `ACCESS EXCLUSIVE`.

La commande `SELECT FOR UPDATE` et `SELECT FOR SHARE` acquièrent un verrou de ce mode avec la table cible (en plus des verrous `ACCESS SHARE` des autres tables référencées mais pas sélectionnées `FOR UPDATE/FOR SHARE`).

ROW EXCLUSIVE

En conflit avec les modes de verrous `SHARE`, `SHARE ROW EXCLUSIVE`, `EXCLUSIVE` et `ACCESS EXCLUSIVE`.

Les commandes `UPDATE`, `DELETE` et `INSERT` acquièrent ce mode de verrou sur la table cible (en plus des verrous `ACCESS SHARE` sur toutes les autres tables référencées). En général, ce mode de verrouillage sera acquis par toute commande *modifiant* des données de la table.

SHARE UPDATE EXCLUSIVE

En conflit avec les modes de verrous `SHARE UPDATE EXCLUSIVE`, `SHARE`, `SHARE ROW EXCLUSIVE`, `EXCLUSIVE` et `ACCESS EXCLUSIVE`. Ce mode protège une table contre les modifications simultanées de schéma et l'exécution d'un `VACUUM`.

CUUM.

Acquis par **VACUUM** (sans FULL), **ANALYZE**, **CREATE INDEX CONCURRENTLY**, et **ALTER TABLE VALIDATE** et toutes les autres variantes d'**ALTER TABLE** (pour plus de détail voir ALTER TABLE(7)).

SHARE

En conflit avec les modes de verrous ROW EXCLUSIVE, SHARE UPDATE EXCLUSIVE, SHARE ROW EXCLUSIVE, EXCLUSIVE et ACCESS EXCLUSIVE. Ce mode protège une table contre les modifications simultanées des données.

Acquis par **CREATE INDEX** (sans CONCURRENTLY).

SHARE ROW EXCLUSIVE

En conflit avec les modes de verrous ROW EXCLUSIVE, SHARE UPDATE EXCLUSIVE, SHARE, SHARE ROW EXCLUSIVE, EXCLUSIVE et ACCESS EXCLUSIVE. Ce mode protège une table contre les modifications concurrentes de données, et est en conflit avec elle-même, afin qu'une seule session puisse le posséder à un moment donné.

Acquis par **CREATE TRIGGER** et différents formes de **ALTER TABLE** (voir ALTER TABLE(7)).

EXCLUSIVE

En conflit avec les modes de verrous ROW SHARE, ROW EXCLUSIVE, SHARE UPDATE EXCLUSIVE, SHARE, SHARE ROW EXCLUSIVE, EXCLUSIVE et ACCESS EXCLUSIVE. Ce mode autorise uniquement les verrous ACCESS SHARE concurrents, c'est-à-dire que seules les lectures à partir de la table peuvent être effectuées en parallèle avec une transaction contenant ce mode de verrouillage.

Acquis par **REFRESH MATERIALIZED VIEW CONCURRENTLY**.

ACCESS EXCLUSIVE

Entre en conflit avec tous les modes (ACCESS SHARE, ROW SHARE, ROW EXCLUSIVE, SHARE UPDATE EXCLUSIVE, SHARE, SHARE ROW EXCLUSIVE, EXCLUSIVE et ACCESS EXCLUSIVE). Ce mode garantit que le détenteur est la seule transaction à accéder à la table de quelque façon que ce soit.

Acquis par les commandes **DROP TABLE**, **TRUNCATE**, **REINDEX**, **CLUSTER**, **VACUUM FULL**, **REFRESH MATERIALIZED VIEW** (sans l'option CONCURRENTLY). De nombreuses forme d'**ALTER TABLE** acquièrent également un verrou de ce niveau. C'est aussi le mode de verrou par défaut des instructions **LOCK TABLE** qui ne spécifient pas explicitement de mode de verrouillage.

**Astuce**

Seul un verrou ACCESS EXCLUSIVE bloque une instruction **SELECT** (sans FOR UPDATE / SHARE).

Une fois acquis, un verrou est normalement détenu jusqu'à la fin de la transaction. Mais si un verrou est acquis après l'établissement d'un point de sauvegarde, le verrou est relâché immédiatement si le point de sauvegarde est annulé. Ceci est cohérent avec le principe du **ROLLBACK** annulant tous les effets des commandes depuis le dernier point de sauvegarde. Il se passe la même chose pour les verrous acquis à l'intérieur d'un bloc d'exception PL/pgSQL : un échappement d'erreur à partir du bloc lâche les verrous acquis dans le bloc.

Tableau 13.2. Modes de verrou conflictuels

Verrou demandé	Verrou déjà détenu							
	ACCESS SHARE	ROW SHARE	ROW EXCLUSIVE	SHARE UPDATE EXCLUSIVE	SHARE	SHARE ROW EXCLUSIVE	EXCLUSIVE	ACCESS EXCLUSIVE
ACCESS SHARE								X
ROW SHARE							X	X
ROW EXCLUSIVE					X	X	X	X
SHARE UPDATE EXCLUSIVE				X	X	X	X	X
SHARE			X	X		X	X	X
SHARE ROW EX-			X	X	X	X	X	X

Verrou demandé	Verrou déjà détenu							
	ACCESS SHARE	ROW SHARE	ROW EXCLUSIVE	SHARE UPDATE EXCLUSIVE	SHARE	SHARE ROW EXCLUSIVE	EXCLUSIVE	ACCESS EXCLUSIVE
CLUSIVE								
EXCLUSIVE		X	X	X	X	X	X	X
ACCESS EXCLUSIVE	X	X	X	X	X	X	X	X

13.3.2. Verrous au niveau ligne

En plus des verrous au niveau table, il existe des verrous au niveau ligne. Ils sont listés ci-dessous, avec les contextes de leur utilisation automatique par PostgreSQL™. Voir Tableau 13.3, « Verrous en conflit au niveau ligne » pour une table complète des conflits de verrou niveau ligne. Notez qu'une transaction peut détenir des verrous en conflit sur la même ligne, y compris sur des sous-transactions différentes ; mais en dehors de cela, deux transactions ne peuvent jamais détenir des verrous en conflit pour la même ligne. Les verrous au niveau ligne n'affectent pas les lectures des données ; elles bloquent seulement les *écrivains et verrouilleurs* sur la même ligne.

Modes des verrous au niveau ligne

FOR UPDATE

FOR UPDATE verrouille pour modification les lignes récupérées par l'instruction **SELECT**. Cela les empêche d'être modifiées ou supprimées par les autres transactions jusqu'à la fin de la transaction en cours. Les autres transactions qui tentent des **UPDATE**, **DELETE**, **SELECT FOR UPDATE**, **SELECT FOR NO KEY UPDATE**, **SELECT FOR SHARE** ou **SELECT FOR KEY SHARE** sur ces lignes sont bloquées jusqu'à la fin de la transaction courante ; et inversement, **SELECT FOR UPDATE** attendra une transaction concurrente qui a exécuté une de ces commandes sur la même ligne et qui verrouillera et renverra la ligne mise à jour (ou aucune ligne si elle a été supprimée). Néanmoins, à l'intérieur d'une transactions REPEATABLE READ ou SERIALIZABLE, une erreur sera renvoyée si une ligne à verrouiller a changé depuis que la transaction a commencé. Pour plus de discussions, voir Section 13.4, « Vérification de cohérence des données au niveau de l'application ».

Le mode de verrouillage FOR UPDATE est aussi acquis par toute commande **DELETE** sur une ligne ainsi que par un **UPDATE** qui modifie les valeurs de certaines colonnes. Actuellement, l'ensemble de colonnes considéré par le cas **UPDATE** est celui qui a un index unique lors de son utilisation par une clé étrangère (donc les index partiels et fonctionnels ne sont pas considérés), mais cela pourra être modifié dans le futur.

FOR NO KEY UPDATE

FOR NO KEY UPDATE se comporte de la même façon que FOR UPDATE sauf que le verrou acquis est moins fort : ce verrou ne bloquera pas les commandes **SELECT FOR KEY SHARE** qui tenteraient d'acquérir un verrou sur les mêmes lignes. Ce mode de verrou est aussi acquis par tout **UPDATE** qui ne nécessite pas un verrou FOR UPDATE.

FOR SHARE

FOR SHARE a un comportement similaire à FOR NO KEY UPDATE, sauf qu'il obtient un verrou partagé plutôt qu'un verrou exclusif sur chaque ligne récupérée. Un verrou partagé bloque les autres transactions réalisant des **UPDATE**, **DELETE**, **SELECT FOR UPDATE** et **SELECT FOR NO KEY UPDATE** sur ces lignes mais il n'empêche pas les **SELECT FOR SHARE** et **SELECT FOR KEY SHARE**.

FOR KEY SHARE

FOR KEY SHARE a un comportement similaire à FOR SHARE, sauf que le verrou est plus faible : **SELECT FOR UPDATE** est bloqué alors que **SELECT FOR NO KEY UPDATE** ne l'est pas. Un verrou à clé partagée bloque les autres transactions lors de l'exécution d'un **DELETE** ou d'un **UPDATE** qui modifie les valeurs clés mais pas les autres **UPDATE**. Il n'empêche pas non plus les **SELECT FOR NO KEY UPDATE**, **SELECT FOR SHARE** et **SELECT FOR KEY SHARE**.

PostgreSQL™ ne garde en mémoire aucune information sur les lignes modifiées, il n'y a donc aucune limite sur le nombre de lignes verrouillées à un moment donné. Néanmoins, verrouiller une ligne peut causer une écriture disque ; ainsi, par exemple, **SELECT FOR UPDATE** modifie les lignes sélectionnées pour les marquer verrouillées et cela aboutit à des écritures disques.

Tableau 13.3. Verrous en conflit au niveau ligne

Verrou demandé	Verrou en cours			
		FOR KEY SHARE	FOR SHARE	FOR NO KEY UPDATE
FOR KEY SHARE				X
FOR SHARE			X	X
FOR NO KEY UPDATE		X	X	X
FOR UPDATE	X	X	X	X

13.3.3. Verrous au niveau page

En plus des verrous tables et lignes, les verrous partagés/exclusifs sur les pages sont utilisés pour contrôler la lecture et l'écriture des pages de table dans l'ensemble des tampons partagées. Ces verrous sont immédiatement relâchés une fois la ligne récupérée ou mise à jour. Les développeurs d'applications ne sont normalement pas concernés par les verrous au niveau page mais nous les mentionnons dans un souci d'exhaustivité.

13.3.4. Verrous morts (blocage)

L'utilisation de verrous explicites accroît le risque de *verrous morts* lorsque deux transactions (voire plus) détiennent chacune un verrou que l'autre convoite. Par exemple, si la transaction 1 a acquis un verrou exclusif sur la table A puis essaie d'acquérir un verrou exclusif sur la table B alors que la transaction 2 possède déjà un verrou exclusif sur la table B et souhaite maintenant un verrou exclusif sur la table A, alors aucun des deux ne peut continuer. PostgreSQL™ détecte automatiquement ces situations de blocage et les résout en annulant une des transactions impliquées, permettant ainsi à l'autre (aux autres) de se terminer (quelle est exactement la transaction annulée est difficile à prévoir mais vous ne devriez pas vous en préoccuper).

Notez que les verrous morts peuvent aussi se produire en conséquence à des verrous de niveau ligne (et du coup, ils peuvent se produire même si le verrouillage explicite n'est pas utilisé). Considérons le cas où il existe deux transactions concurrentes modifiant une table. La première transaction exécute :

```
UPDATE comptes SET balance = balance + 100.00 WHERE no_compte = 11111;
```

Elle acquiert un verrou au niveau ligne sur la ligne spécifiée par le numéro de compte (no_compte). Ensuite, la deuxième transaction exécute :

```
UPDATE comptes SET balance = balance + 100.00 WHERE no_compte = 22222;
UPDATE comptes SET balance = balance - 100.00 WHERE no_compte = 11111;
```

La première instruction **UPDATE** acquiert avec succès un verrou au niveau ligne sur la ligne spécifiée, donc elle réussit à mettre à jour la ligne. Néanmoins, la deuxième instruction **UPDATE** trouve que la ligne qu'elle essaie de mettre à jour a déjà été verrouillée, alors elle attend la fin de la transaction ayant acquis le verrou. Maintenant, la première transaction exécute :

```
UPDATE comptes SET balance = balance - 100.00 WHERE no_compte = 22222;
```

La première transaction essaie d'acquérir un verrou au niveau ligne sur la ligne spécifiée mais ne le peut pas : la deuxième transaction détient déjà un verrou. Donc, elle attend la fin de la transaction deux. Du coup, la première transaction est bloquée par la deuxième et la deuxième est bloquée par la première : une condition de blocage, un verrou mort. PostgreSQL™ détectera cette situation et annulera une des transactions.

La meilleure défense contre les verrous morts est généralement de les éviter en s'assurant que toutes les applications utilisant une base de données acquièrent des verrous sur des objets multiples dans un ordre cohérent. Dans l'exemple ci-dessus, si les deux transactions avaient mis à jour les lignes dans le même ordre, aucun blocage n'aurait eu lieu. Vous devez vous assurer que le premier verrou acquis sur un objet dans une transaction est dans le mode le plus restrictif pour cet objet. S'il n'est pas possible de vérifier ceci à l'avance, alors les blocages doivent être gérés à l'exécution en ré-essayant les transactions annulées à cause de blocage.

Tant qu'aucune situation de blocage n'est détectée, une transaction cherchant soit un verrou de niveau table soit un verrou de niveau ligne attend indéfiniment que les verrous en conflit soient relâchés. Ceci signifie que maintenir des transactions ouvertes sur une longue période de temps (par exemple en attendant une saisie de l'utilisateur) est parfois une mauvaise idée.

13.3.5. Verrous informatifs

PostgreSQL™ fournit un moyen pour créer des verrous qui ont une signification définie par l'application. Ils sont qualifiés d'*informatifs* car le système ne force pas leur utilisation -- c'est à l'application de les utiliser correctement. Les verrous informatifs peuvent être utiles pour des manières d'utiliser le verrouillage qui ne sont pas en phase avec le modèle MVCC. Par exemple, une utilisation habituelle des verrous informations est l'émulation de stratégie de verrouillage pessimiste typique des systèmes de gestion de données à partir de « fichiers à plat ». Bien qu'un drapeau stocké dans une table puisse être utilisé pour la même raison, les

verrous informatifs sont plus rapides, évitent la fragmentation de la table et sont nettoyés automatiquement par le serveur à la fin de la session.

Il existe deux façons pour acquérir un verrou informatif dans PostgreSQL™ : au niveau de la session ou au niveau de la transaction. Une fois acquis au niveau de la session, un verrou information est détenu jusqu'à ce que le verrou soit explicitement relâché ou à la fin de la session. Contrairement aux demandes de verrou standard, les demandes de verrous informatifs au niveau session n'honorent pas la sémantique de la transaction : un verrou acquis lors d'une transaction qui est annulée plus tard sera toujours acquis après le ROLLBACK, et de la même façon, un verrou relâché reste valide même si la transaction appelante a échoué après. Un verrou peut être acquis plusieurs fois par le processus qui le détient ; pour chaque demande de verrou terminée, il doit y avoir une demande de relâche du verrou correspondant avant que ce dernier ne soit réellement relâché. D'un autre côté, les demandes de verrou au niveau transaction se comportent plutôt comme des demandes de verrous standards : les verrous sont automatiquement relâchés à la fin de la transaction, et il n'y a pas d'opération explicite de déverrouillage. Ce comportement est souvent plus intéressant que le comportement au niveau session pour un usage rapide d'un verrou informatif. Les demandes de verrou au niveau session et transaction pour le même identifiant de verrou informatif se bloqueront de la façon attendue. Si une session détient déjà un verrou informatif donné, les demandes supplémentaires par le même processus réussiront toujours, même si d'autres sessions sont en attente ; ceci est vrai quelque soit le niveau (session ou transaction) du verrou détenu et des verrous demandés.

Comme tous les verrous dans PostgreSQL™, une liste complète des verrous informatifs détenus actuellement par toute session est disponible dans la vue système pg_locks.

Les verrous informatifs et les verrous standards sont stockés dans une partie de la mémoire partagée, dont la taille est définie par les variables de configuration max_locks_per_transaction et max_connections. Attention à ne pas vider cette mémoire, sinon le serveur ne serait plus capable d'accorder des verrous. Ceci impose une limite supérieure au nombre de verrous informatifs que le serveur peut accorder, typiquement entre des dizaines et des centaines de milliers suivant la façon dont le serveur est configuré.

Dans certains cas utilisant cette méthode, tout spécialement les requêtes impliquant un tri explicite et des clauses LIMIT, une grande attention doit être portée au contrôle des verrous acquis, à cause de l'ordre dans lequel les expressions SQL sont évaluées. Par exemple :

```
SELECT pg_advisory_lock(id) FROM foo WHERE id = 12345; -- ok
SELECT pg_advisory_lock(id) FROM foo WHERE id > 12345 LIMIT 100; -- danger !
SELECT pg_advisory_lock(q.id) FROM
(
    SELECT id FROM foo WHERE id > 12345 LIMIT 100
) q; -- ok
```

Dans les requêtes ci-dessus, la deuxième forme est dangereuse parce qu'il n'est pas garanti que l'application de LIMIT ait lieu avant que la fonction du verrou soit exécutée. Ceci pourrait entraîner l'acquisition de certains verrous que l'application n'attendait pas, donc qu'elle ne pourrait, du coup, pas relâcher (sauf à la fin de la session). Du point de vue de l'application, de tels verrous sont en attente, bien qu'ils soient visibles dans pg_locks.

Les fonctions fournies pour manipuler les verrous informatifs sont décrites dans Section 9.26.10, « Fonctions pour les verrous consultatifs ».

13.4. Vérification de cohérence des données au niveau de l'application

Il est très difficile d'implémenter des règles de gestion sur l'intégrité des données en utilisant des transactions Read Committed parce que la vue des données est changeante avec chaque ordre, met même un seul ordre peut ne pas se cantonner à son propre instantané si un conflit en écriture se produit.

Bien qu'une transaction Repeatable Read ait une vue stable des données dans toute la durée de son exécution, il y a un problème subtil quand on utilise les instantanés MVCC pour vérifier la cohérence des données, impliquant quelque chose connu sous le nom de *conflits lecture/écriture*. Si une transaction écrit des données et qu'une transaction concurrent essaye de lire la même donnée (que ce soit avant ou après l'écriture), elle ne peut pas voir le travail de l'autre transaction. Le lecteur donne donc l'impression de s'être exécuté le premier quel que soit celui qui a commencé le premier ou qui a validé le premier. Si on s'en tient là, ce n'est pas un problème, mais si le lecteur écrit aussi des données qui sont lues par une transaction concorrente il y a maintenant une transaction qui semble s'être exécutée avant les transactions précédemment mentionnées. Si la transaction qui semble s'être exécutée en dernier valide en premier, il est très facile qu'un cycle apparaisse dans l'ordre d'exécution des transactions. Quand un cycle de ce genre apparaît, les contrôles d'intégrité ne fonctionneront pas correctement sans aide.

Comme mentionné dans Section 13.2.3, « Niveau d'Isolation Serializable », les transactions Serializable ne sont que des transactions Repeatable Read qui ajoutent une supervision no-bloquante de formes dangereuses de conflits lecture/écriture. Quand une de ces formes est détectée qui pourrait entraîner un cycle dans l'ordre apparent d'exécution, une des transactions impliquées est annulée pour casser le cycle.

13.4.1. Garantir la Cohérence avec Des Transactions Serializable

Si le niveau d'isolation de transactions Serializable est utilisé pour toutes les écritures et toutes les lectures qui ont besoin d'une vue cohérente des données, aucun autre effort n'est requis pour garantir la cohérence. Un logiciel d'un autre environnement écrit pour utiliser des transactions serializable pour garantir la cohérence devrait « fonctionner sans modification » de ce point de vue dans PostgreSQL™.

L'utilisation de cette technique évitera de créer une charge de travail inutile aux développeurs d'applications si le logiciel utilise un framework qui réessaye les transactions annulées pour échec de sérialisation automatiquement. Cela pourrait être une bonne idée de positionner `default_transaction_isolation` à `serializable`. Il serait sage, par ailleurs, de vous assurer qu'aucun autre niveau d'isolation n'est utilisé, soit par inadvertance, soit pour contourner les contrôles d'intégrité, en vérifiant les niveaux d'isolations dans les triggers.

Voyez Section 13.2.3, « Niveau d'Isolation Serializable » pour des suggestions sur les performances.



Avertissement

Ce niveau de protection de l'intégrité en utilisant des transactions Serializable ne s'étend pour le moment pas jusqu'au mode standby (Section 26.5, « Hot Standby »). Pour cette raison, les utilisateurs du hot standby voudront peut-être utiliser Repeatable Read et un verrouillage explicite sur le maître.

13.4.2. Garantir la Cohérence avec des Verrous Bloquants Explicites

Quand des écritures non-sérialisables sont possibles, pour garantir la validité courante d'un enregistrement et le protéger contre des mises à jour concurrentes, on doit utiliser **SELECT FOR UPDATE**, **SELECT FOR SHARE**, ou un ordre **LOCK TABLE** approprié. (**SELECT FOR UPDATE** et **SELECT FOR SELECT** ne verrouillent que les lignes retournées contre les mises à jour concurrentes, tandis que **LOCK TABLE** verrouille toute la table.) Cela doit être pris en considération quand vous portez des applications PostgreSQL™ à partir d'autres environnements.

Il est aussi important de noter pour ceux qui convertissent à partir d'autres environnements le fait que **SELECT FOR UPDATE** ne garantit pas qu'une transaction concurrente ne mettra pas à jour ou n'effacera pas l'enregistrement sélectionné. Pour faire cela dans PostgreSQL™ vous devez réellement modifier l'enregistrement, même si vous n'avez pas besoin de modifier une valeur. **SELECT FOR UPDATE** empêche temporairement les autres transactions d'acquérir le même verrou ou d'exécuter un **UPDATE** ou **DELETE** qui modifierait l'enregistrement verrouillé, mais une fois que la transaction possédant ce verrou valide ou annule, une transaction bloquée pourra continuer avec son opération en conflit sauf si un réel **UPDATE** de l'enregistrement a été effectué pendant que le verrou était possédé.

Les vérifications globales de validité demandent davantage de réflexion sous un MVCC non sérialisable. Par exemple, une application bancaire pourrait vouloir vérifier que la somme de tous les crédits d'une table est égale à la somme de tous les débits d'une autre, alors que les deux tables sont en cours de mise à jour. La comparaison des résultats de deux `SELECT sum(...)` successifs ne fonctionnera pas correctement en mode Read Committed, puisque la seconde requête inclura probablement les résultats de transactions pas prises en compte dans la première. Effectuer les deux sommes dans une seule transaction repeatable read donnera une image précise des effets d'uniquement les transactions qui ont validé avant le début de la transaction repeatable read \$mdash; mais on pourrait légitimement se demander si la réponse est toujours valide au moment où elle est fournie. Si la transaction repeatable read a elle-même effectué des modifications avant d'effectuer le test de cohérence, l'utilité de la vérification devient encore plus sujette à caution, puisque maintenant elle inclut des modifications depuis le début de la transaction, mais pas toutes. Dans ce genre de cas, une personne prudente pourra vouloir verrouiller toutes les tables nécessaires à la vérification, afin d'avoir une vision incontestable de la réalité courante. Un mode **SHARE** (ou plus élevé) garantit qu'il n'y a pas de changements non validés dans la table verrouillée, autres que ceux de la transaction courante.

Notez aussi que si on se fie au verrouillage explicite pour empêcher les mises à jour concurrentes, on devrait soit utiliser Read Committed, soit utiliser Repeatable Read et faire attention à obtenir les verrous avant d'effectuer les requêtes. Un verrou obtenu par une transaction repeatable read garantit qu'aucune autre transaction modifiant la table n'est en cours d'exécution, mais si l'instantané vu par la transaction est antérieur à l'obtention du verrou, il pourrait aussi précéder des modifications maintenant validées dans la table. Un instantané de transaction repeatable read est en fait figé à l'exécution de sa première requête ou commande de modification de données (`SELECT`, `INSERT`, `UPDATE`, ou `DELETE`), il est donc possible d'obtenir les verrous explicitement avant que l'instantané ne soit figé.

13.5. Avertissements

Certaines commandes DDL, actuellement seulement `TRUNCATE(7)` et les formes d'`ALTER TABLE(7)` qui réécrivent la table, ne sont pas sûres au niveau MVCC. Ceci signifie que, après la validation d'une troncature ou d'une ré-écriture, la table apparaîtra vide aux transactions concurrentes si elles utilisaient une image de la base datant d'avant la validation de la commande DDL. Ceci ne sera un problème que pour une transaction qui n'a pas encore accédé à la table en question avant le lancement de la commande

DDL -- toute transaction qui a fait cela détiendra au moins un verrou de type ACCESS SHARE sur la table, ce qui bloquera la commande DDL jusqu'à la fin de la transaction. Donc ces commandes ne causeront pas d'incohérence apparente dans le contenu de la table pour des requêtes successives sur la table cible mais elles seront la cause d'incohérence visible entre le contenu de la table cible et les autres tables de la base.

13.6. Verrous et index

Bien que PostgreSQL™ fournit un accès en lecture/écriture non bloquant aux données de la table, l'accès en lecture/écriture non bloquant n'est pas proposé pour chaque méthode d'accès aux index implémentées dans PostgreSQL™. Les différents types d'index sont gérés ainsi :

Index B-tree, GiST et SP-GiST

Des verrous partagés/exclusifs au niveau page à court terme sont utilisés pour les accès en lecture/écriture. Les verrous sont relâchés immédiatement après que chaque ligne d'index soit lu ou inséré. Ces types d'index fournissent la plus grande concurrence d'accès, sans conditions de verrous mortels.

Index hash

Des verrous partagés/exclusifs au niveau des blocs de hachage sont utilisés pour l'accès en lecture/écriture. Les verrous sont relâchés après qu'un bloc a été traité entièrement. Les verrous au niveau bloc fournissent une meilleure concurrence d'accès que les verrous au niveau index, mais les verrous mortels sont possibles car les verrous sont détenus plus longtemps que l'opération sur l'index.

Index GIN

Des verrous partagés/exclusifs au niveau page à court terme sont utilisés pour les accès en lecture/écriture. Les verrous sont relâchés immédiatement après que chaque ligne d'index soit lu ou inséré. Cependant, notez que l'insertion d'une valeur indexée par GIN produit généralement plusieurs insertions de clés d'index par ligne, donc GIN peut avoir un travail important à réaliser pour l'insertion d'une seule valeur.

Actuellement, les index B-tree offrent les meilleures performances pour les applications concurrentes. Comme ils ont plus de fonctionnalités que les index hash, ils sont le type d'index recommandé pour les applications concurrentes qui ont besoin d'indexer des données scalaires. Lors du traitement de données non scalaires, les index B-tree ne sont pas utiles. Les index GiST, SP-GiST ou GIN doivent être utilisés à la place.

Chapitre 14. Conseils sur les performances

La performance des requêtes peut être affectée par un grand nombre d'éléments. Certains peuvent être contrôlés par l'utilisateur, d'autres sont fondamentaux au concept sous-jacent du système. Ce chapitre fournit des conseils sur la compréhension et sur la configuration fine des performances de PostgreSQL™.

14.1. Utiliser EXPLAIN

PostgreSQL™ réalise un *plan de requête* pour chaque requête qu'il reçoit. Choisir le bon plan correspondant à la structure de la requête et aux propriétés des données est absolument critique pour de bonnes performances, donc le système inclut un *planificateur* complexe qui tente de choisir les bons plans. Vous pouvez utiliser la commande EXPLAIN(7) pour voir quel plan de requête le planificateur crée pour une requête particulière. La lecture du plan est un art qui requiert de l'expérience pour le maîtriser, mais cette section essaie de couvrir les bases.

Les exemples dans cette section sont tirés de la base de donnée pour les tests de régression après avoir effectué un **VACUUM ANALYZE**, avec les sources de la version de développement 9.3. Vous devriez obtenir des résultats similaires si vous essayez les exemples vous-même, mais vos estimations de coût et de nombre de lignes pourraient légèrement varier car les statistiques d'**ANALYZE** sont basées sur des échantillons aléatoires, et parce que les coûts sont dépendants de la plateforme utilisée.

Les exemples utilisent le format de sortie par défaut (« text ») d'**EXPLAIN**, qui est compact et pratique pour la lecture. Si vous voulez utiliser la sortie d'**EXPLAIN** avec un programme pour une analyse ultérieure, vous devriez utiliser un des formats de sortie au format machine (XML, JSON ou YAML) à la place.

14.1.1. EXPLAIN Basics

La structure d'un plan de requête est un arbre de *nœuds de plan*. Les nœuds de bas niveau sont les nœuds de parcours : ils renvoient les lignes brutes d'une table. Il existe différents types de nœuds de parcours pour les différentes méthodes d'accès aux tables : parcours séquentiel, parcours d'index et parcours d'index bitmap. Il y a également des sources de lignes qui ne proviennent pas de tables, telles que les clauses **VALUES** ainsi que les fonctions renvoyant des ensembles dans un **FROM**, qui ont leurs propre type de nœuds de parcours. Si la requête requiert des jointures, agrégations, tris ou d'autres opérations sur les lignes brites, ce seront des nœuds supplémentaires au-dessus des nœuds de parcours pour réaliser ces opérations. Encore une fois, il existe plus d'une façon de réaliser ces opérations, donc différents types de nœuds peuvent aussi apparaître ici. La sortie d'**EXPLAIN** comprend une ligne pour chaque nœud dans l'arbre du plan, montrant le type de nœud basique avec les estimations de coût que le planificateur a fait pour l'exécution de ce nœud du plan. Des lignes supplémentaires peuvent apparaître, indentées par rapport à la ligne de résumé du nœud, pour montrer les propriétés supplémentaires du nœud. La première ligne (le nœud tout en haut) comprend le coût d'exécution total estimé pour le plan ; c'est ce nombre que le planificateur cherche à minimiser.

Voici un exemple trivial, juste pour montrer à quoi ressemble l'affichage.

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1;
QUERY PLAN
Seq Scan on tenk1  (cost=0.00..458.00 rows=10000 width=244)
```

Puisque la requête n'a pas de clause **WHERE**, il faut parcourir toutes les lignes de la table, c'est pourquoi le planificateur a choisi d'utiliser un plan avec un simple parcours séquentiel. Les nombres affichés entre parenthèse sont (de gauche à droite) :

- Coût estimé du lancement. Cela correspond au temps passé avant que l'affichage de la sortie ne commence, par exemple le temps de faire un tri dans un nœud de tri ;
- Coût total estimé. Cela suppose que le nœud du plan d'exécution est exécuté entièrement, c'est-à-dire que toutes les lignes disponibles sont récupérées. En pratique, un nœud parent peut arrêter la récupération de toutes les lignes disponibles avant la fin (voir l'exemple **LIMIT** ci-dessous) ;
- Nombre de lignes estimé en sortie par ce nœud de plan. Encore une fois, on suppose que le nœud est exécuté entièrement.
- Largeur moyenne estimée (en octets) des lignes en sortie par ce nœud de plan.

Les coûts sont mesurés en unités arbitraires déterminées par les paramètres de coût du planificateur (voir Section 19.7.2, « Constantes de coût du planificateur »). La pratique habituelle est de mesurer les coûts en unité de récupération de pages disque ; autrement dit, **seq_page_cost** est initialisé à 1.0 par convention et les autres paramètres de coût sont relatifs à cette valeur. Les exemples de cette section sont exécutés avec les paramètres de coût par défaut.

Il est important de comprendre que le coût d'un nœud de haut niveau inclut le coût de tous les nœuds fils. Il est aussi important

de réaliser que le coût reflète seulement les éléments d'importance pour le planificateur. En particulier, le coût ne considère pas le temps dépensé dans la transmission des lignes de résultat au client, ce qui pourrait être un facteur important dans le temps réel passé ; mais le planificateur l'ignore parce qu'il ne peut pas le changer en modifiant le plan (chaque plan correct sortira le même ensemble de lignes).

La valeur `rows` est un peu difficile car il ne s'agit pas du nombre de lignes traitées ou parcourues par le plan de nœuds, mais plutôt le nombre émis par le noeud. C'est habituellement moins, reflétant la sélectivité estimée des conditions de la clause `WHERE` qui sont appliquées au noeud. Idéalement, les estimations des lignes de haut niveau seront une approximation des nombres de lignes déjà renvoyées, mises à jour, supprimées par la requête.

Quand un **UPDATE** ou un **DELETE** affecte une hiérarchie d'héritage, la sortie pourrait ressembler à ceci :

```
EXPLAIN UPDATE parent SET f2 = f2 + 1 WHERE f1 = 101;
                                         QUERY PLAN
-----
Update on parent  (cost=0.00..24.53 rows=4 width=14)
  Update on parent
    Update on child1
    Update on child2
    Update on child3
      -> Seq Scan on parent  (cost=0.00..0.00 rows=1 width=14)
          Filter: (f1 = 101)
      -> Index Scan using child1_f1_key on child1  (cost=0.15..8.17 rows=1 width=14)
          Index Cond: (f1 = 101)
      -> Index Scan using child2_f1_key on child2  (cost=0.15..8.17 rows=1 width=14)
          Index Cond: (f1 = 101)
      -> Index Scan using child3_f1_key on child3  (cost=0.15..8.17 rows=1 width=14)
          Index Cond: (f1 = 101)
```

Dans cet exemple, le noeud `Update` doit prendre en compte les trois tables filles ainsi que la table parent mentionnée dans la requête. Donc il y a quatre sous-plans de parcours en entrée, un par table. Pour plus de clareté, le noeud `Update` est annoté pour afficher les tables cibles spécifiques à mettre à jour, dans le même ordre que les sous-plans correspondants. (Ces annotations commencent avec PostgreSQL™ 9.5 ; dans les versions précédentes, l'en-tête doit conduire aux tables cibles en inspectant les sous-plans.)

Le Temps de planification (Planning time) affiché est le temps qu'il a fallu pour générer le plan d'exécution de la requête analysée et pour l'optimiser. Cela n'inclue pas le temps de réécriture ni le temps d'analyse.

Pour revenir à notre exemple :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1;
                                         QUERY PLAN
-----
Seq Scan on tenk1  (cost=0.00..458.00 rows=10000 width=244)
```

Ces nombres sont directement dérivés. Si vous faites :

```
SELECT relpages, reltuples FROM pg_class WHERE relname = 'tenk1';
```

vous trouverez que `tenk1` a 358 pages disque et 10000 lignes. Le coût estimé est calculé avec (`nombre de pages lues * seq_page_cost`) + (`lignes parcourues * cpu_tuple_cost`). Par défaut, `seq_page_cost` vaut 1.0 et `cpu_tuple_cost` vaut 0.01. Donc le coût estimé est de $(358 * 1.0) + (10000 * 0.01)$, soit 458.

Maintenant,修改ons la requête originale pour ajouter une condition `WHERE` :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1 WHERE unique1 < 7000;
                                         QUERY PLAN
-----
Seq Scan on tenk1  (cost=0.00..483.00 rows=7001 width=244)
  Filter: (unique1 < 7000)
```

Notez que l'affichage d'**EXPLAIN** montre la clause `WHERE` appliquée comme une condition de « filtre » rattaché au noeud de parcours séquentiel ; ceci signifie que le noeud de plan vérifie la condition pour chaque ligne qu'il parcourt et ne conserve que celles qui satisfont la condition. L'estimation des lignes en sortie a baissé à cause de la clause `WHERE`. Néanmoins, le parcours devra toujours visiter les 10000 lignes, donc le coût n'a pas baissé ; en fait, il a un peu augmenté (par $10000 * \text{cpu_operator_cost}$ pour être exact) dans le but de refléter le temps CPU supplémentaire dépensé pour vérifier la condition `WHERE`.

Le nombre réel de lignes que cette requête sélectionnera est 7000 mais l'estimation `rows` est approximative. Si vous tentez de dupliquer cette expérience, vous obtiendrez probablement une estimation légèrement différente ; de plus, elle changera après chaque commande **ANALYZE** parce que les statistiques produites par **ANALYZE** sont prises à partir d'un extrait au hasard de la table.

Maintenant, rendons la condition plus restrictive :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1 WHERE unique1 < 100;

          QUERY PLAN
-----
Bitmap Heap Scan on tenk1  (cost=5.07..229.20 rows=101 width=244)
  Recheck Cond: (unique1 < 100)
    -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1  (cost=0.00..5.04 rows=101 width=0)
      Index Cond: (unique1 < 100)
```

Ici, le planificateur a décidé d'utiliser un plan en deux étapes : le nœud en bas du plan visite un index pour trouver l'emplacement des lignes correspondant à la condition de l'index, puis le nœud du plan du dessus récupère réellement ces lignes de la table. Récupérer séparément les lignes est bien plus coûteux que de les lire séquentiellement mais comme toutes les pages de la table n'ont pas à être visitées, cela revient toujours moins cher qu'un parcours séquentiel (la raison de l'utilisation d'un plan à deux niveaux est que le nœud du plan du dessus trie les emplacements des lignes identifiés par l'index dans l'ordre physique avant de les lire pour minimiser les coûts des récupérations séparées. Le « bitmap » mentionné dans les noms de nœuds est le mécanisme qui s'occupe du tri).

Maintenant ajoutons une autre condition à la clause `WHERE` :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1 WHERE unique1 < 100 AND stringul = 'xxx';

          QUERY PLAN
-----
Bitmap Heap Scan on tenk1  (cost=5.04..229.43 rows=1 width=244)
  Recheck Cond: (unique1 < 100)
  Filter: (stringul = 'xxx'::name)
    -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1  (cost=0.00..5.04 rows=101 width=0)
      Index Cond: (unique1 < 100)
```

L'ajout de la condition `stringul = 'xxx'` réduit l'estimation du nombre de lignes renvoyées, mais pas son coût car il faut toujours parcourir le même ensemble de lignes. Notez que la clause `stringul` ne peut être appliquée comme une condition d'index car l'index ne porte que sur la colonne `unique1`. À la place, un filtre a été appliqué sur les lignes récupérées par l'index. C'est pourquoi le coût a légèrement augmenté pour refléter la vérification supplémentaire.

Dans certains cas, le planificateur préfèrera un plan « simple » de d'index :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1 WHERE unique1 = 42;

          QUERY PLAN
-----
Index Scan using tenk1_unique1 on tenk1  (cost=0.29..8.30 rows=1 width=244)
  Index Cond: (unique1 = 42)
```

Dans ce type de plan, les lignes de la table sont récupérées dans l'ordre de l'index, ce qui les rend encore plus coûteuses à récupérer, mais il y en a tellement peu que le coût supplémentaire pour trier l'ordre des lignes n'est pas rentable. Vous verrez principalement ce type de plan pour les requêtes qui ne récupèrent qu'une seule ligne, ou pour les requêtes qui ont une condition `ORDER BY` qui correspond à l'ordre de l'index car cela ne nécessite aucune étape supplémentaire pour satisfaire l'`ORDER BY`.

S'il y a des index sur plusieurs colonnes référencées dans la clause `WHERE`, le planificateur pourrait choisir d'utiliser une combinaison binaire (AND et OR) des index :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1 WHERE unique1 < 100 AND unique2 > 9000;

          QUERY PLAN
-----
Bitmap Heap Scan on tenk1  (cost=25.08..60.21 rows=10 width=244)
  Recheck Cond: ((unique1 < 100) AND (unique2 > 9000))
    -> BitmapAnd  (cost=25.08..25.08 rows=10 width=0)
      -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1  (cost=0.00..5.04 rows=101 width=0)
        Index Cond: (unique1 < 100)
      -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique2  (cost=0.00..19.78 rows=999 width=0)
        Index Cond: (unique2 > 9000)
```

Mais ceci requiert de visiter plusieurs index, donc ce n'est pas nécessairement un gain comparé à l'utilisation d'un seul index et au traitement de l'autre condition par un filtre. Si vous variez les échelles de valeurs impliquées, vous vous apercevrez que le plan change en accord.

Voici un exemple montrant les effets d'un `LIMIT` :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1 WHERE unique1 < 100 AND unique2 > 9000 LIMIT 2;

QUERY PLAN
-----
Limit  (cost=0.29..14.48 rows=2 width=244)
 -> Index Scan using tenk1_unique2 on tenk1  (cost=0.29..71.27 rows=10 width=244)
     Index Cond: (unique2 > 9000)
     Filter: (unique1 < 100)
```

C'est la même requête qu'au dessus, mais avec l'ajout de `LIMIT`, ce qui fait que toutes les lignes ne seront pas récupérées, et donc que le planificateur change sa façon de procéder. Notez que le coût total ainsi que le nombre de lignes du nœud de parcours d'index sont affichés comme si le nœud devait être exécuté entièrement. Cependant, le nœud `Limit` s'attend à s'arrêter après avoir récupéré seulement un cinquième de ces lignes, c'est pourquoi son coût total n'est qu'un cinquième du coût précédent, ce qui est le vrai coût estimé de la requête. Ce plan est préférable à l'ajout d'un nœud `Limit` au plan précédent car le `Limit` ne pourrait pas empêcher le coût de départ du parcours d'index Bitmap, ce qui augmenterait le coût d'environ 25 unités avec cette approche.

Maintenant, essayons de joindre deux tables, en utilisant les colonnes dont nous avons discuté :

```
EXPLAIN SELECT *
FROM tenk1 t1, tenk2 t2
WHERE t1.unique1 < 10 AND t1.unique2 = t2.unique2;

QUERY PLAN
-----
Nested Loop  (cost=4.65..118.62 rows=10 width=488)
 -> Bitmap Heap Scan on tenk1 t1  (cost=4.36..39.47 rows=10 width=244)
     Recheck Cond: (unique1 < 10)
     -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1  (cost=0.00..4.36 rows=10 width=0)
         Index Cond: (unique1 < 10)
 -> Index Scan using tenk2_unique2 on tenk2 t2  (cost=0.29..7.91 rows=1 width=244)
     Index Cond: (unique2 = t1.unique2)
```

Dans ce plan, nous avons un nœud de jointure en boucle imbriquée sur deux parcours de tables en entrée. L'indentation des lignes de sommaire des nœuds reflètent la structure en arbre du plan. Le premier nœud, ou nœud « externe », utilise le même parcours de bitmap que celui vu précédemment, et donc ses coût et nombre de ligne sont les mêmes que ce que l'on aurait obtenu avec `SELECT ... WHERE unique1 < 10` car la même clause `WHERE unique1 < 10` est appliquée à ce nœud. La clause `t1.unique2 = t2.unique2` n'a pas encore d'intérêt, elle n'affecte donc pas le nombre de lignes du parcours externe. Le nœud de jointure en boucle imbriquée s'exécutera sur le deuxième nœud, ou nœud « interne », pour chaque ligne obtenue du nœud externe. Les valeurs de colonne de la ligne externe courante peuvent être utilisées dans le parcours interne ; ici, la valeur `t1.unique2` de la ligne externe est disponible, et on peut obtenir un plan et un coût similaire à ce que l'on a vu plus haut pour le cas simple `SELECT ... WHERE t2.unique2 = constant`. (Le coût estimé est ici un peu plus faible que celui vu précédemment, en prévision de la mise en cache des données durant les parcours d'index répétés sur `t2`.) Les coûts du nœud correspondant à la boucle sont ensuite initialisés sur la base du coût du parcours externe, avec une répétition du parcours interne pour chaque ligne externe (ici $10 * 7.87$), plus un petit temps CPU pour traiter la jointure.

Dans cet exemple, le nombre de lignes en sortie de la jointure est identique aux nombres de lignes des deux parcours mais ce n'est pas vrai en règle générale car vous pouvez avoir des clauses `WHERE` mentionnant les deux tables et qui, donc, peuvent seulement être appliquées au point de jointure, et non pas aux parcours d'index. Voici un exemple :

```
EXPLAIN SELECT *
FROM tenk1 t1, tenk2 t2
WHERE t1.unique1 < 10 AND t2.unique2 < 10 AND t1.hundred < t2.hundred;

QUERY PLAN
-----
Nested Loop  (cost=4.65..49.46 rows=33 width=488)
 Join Filter: (t1.hundred < t2.hundred)
 -> Bitmap Heap Scan on tenk1 t1  (cost=4.36..39.47 rows=10 width=244)
     Recheck Cond: (unique1 < 10)
     -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1  (cost=0.00..4.36 rows=10 width=0)
```

```

    Index Cond: (unique1 < 10)
-> Materialize (cost=0.29..8.51 rows=10 width=244)
    -> Index Scan using tenk2_unique2 on tenk2 t2 (cost=0.29..8.46 rows=10
width=244)
    Index Cond: (unique2 < 10)

```

La condition `t1.hundred < t2.hundred` ne peut être testée dans l'index `tenk2_unique2`, il est donc appliqué au nœud de jointure. Cela réduit l'estimation du nombre de lignes dans le nœud de jointure, mais ne change aucun parcours d'entrée.

Notice that here the planner has chosen to « materialize » the inner relation of the join, by putting a Materialize plan node atop it. This means that the `t2 indexscan` will be done just once, even though the nested-loop join node needs to read that data ten times, once for each row from the outer relation. The Materialize node saves the data in memory as it's read, and then returns the data from memory on each subsequent pass.

Quand vous utilisez des jointures externes, vous pourrez voir des nœud de plan de jointure avec à la fois des conditions « Join Filter » et « Filter » simple attachées. Les conditions Join Filter viennent des clauses de jointures externe ON, pour qu'une ligne ne satisfaisant pas la condition Join Filter puisse toujours être récupérée comme une colonne null-extended. Mais une condition Filter simple est appliquée après la règle de jointure externe et supprime donc les lignes de manière inconditionnelles. Dans une jointure interne, il n'y a pas de différence sémantique entre ces types de filtre.

Si nous changeons un peu la sélectivité de la requête, on pourrait obtenir un plan de jointure très différent :

```

EXPLAIN SELECT *
FROM tenk1 t1, tenk2 t2
WHERE t1.unique1 < 100 AND t1.unique2 = t2.unique2;

QUERY PLAN
-----
Hash Join (cost=230.47..713.98 rows=101 width=488)
  Hash Cond: (t2.unique2 = t1.unique2)
    -> Seq Scan on tenk2 t2 (cost=0.00..445.00 rows=10000 width=244)
    -> Hash (cost=229.20..229.20 rows=101 width=244)
        -> Bitmap Heap Scan on tenk1 t1 (cost=5.07..229.20 rows=101 width=244)
          Recheck Cond: (unique1 < 100)
          -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1 (cost=0.00..5.04 rows=101
width=0)
          Index Cond: (unique1 < 100)

```

Ici, le planificateur a choisi d'utiliser une jointure de hachage, dans laquelle les lignes d'une table sont entrées dans une table de hachage en mémoire, après quoi l'autre table est parcourue et la table de hachage sondée pour faire correspondre chaque ligne. Notez encore une fois comment l'indentation reflète la structure du plan : le parcours d'index bitmap sur `tenk1` est l'entrée du nœud de hachage, qui construit la table de hachage. C'est alors retourné au nœud de jointure de hachage, qui lit les lignes depuis le plan du fils externe et cherche dans la table de hachage pour chaque ligne.

Un autre type de jointure possible est la jointure d'assemblage, illustrée ici :

```

EXPLAIN SELECT *
FROM tenk1 t1, onek t2
WHERE t1.unique1 < 100 AND t1.unique2 = t2.unique2;

QUERY PLAN
-----
Merge Join (cost=198.11..268.19 rows=10 width=488)
  Merge Cond: (t1.unique2 = t2.unique2)
    -> Index Scan using tenk1_unique2 on tenk1 t1 (cost=0.29..656.28 rows=101
width=244)
      Filter: (unique1 < 100)
    -> Sort (cost=197.83..200.33 rows=1000 width=244)
      Sort Key: t2.unique2
      -> Seq Scan on onek t2 (cost=0.00..148.00 rows=1000 width=244)

```

La jointure d'assemblage nécessite que les données en entrée soient triées sur la clé de jointure. Dans ce plan, les données de `tenk1` sont triées grâce à l'utilisation d'un parcours d'index pour visiter les lignes dans le bon ordre, mais un parcours séquentiel suivi d'un tri sont préférables pour `onek` car il y a beaucoup plus de lignes à visiter dans cette table. (Un parcours séquentiel suivi d'un tri bat fréquemment un parcours d'index pour trier de nombreuses lignes, du fait des accès disques non séquentiels requis par le parcours d'index.)

Une façon de rechercher des plans différents est de forcer le planificateur à oublier certaines stratégies qu'il aurait trouvé moins coûteuses en utilisant les options d'activation (enable)/désactivation (disable) décrites dans la Section 19.7.1, « Configuration de la méthode du planificateur » (c'est un outil complexe mais utile ; voir aussi la Section 14.3, « Contrôler le planificateur avec des clauses JOIN explicites »). Par exemple, si nous n'étions pas convaincu qu'un parcours séquentiel suivi d'un tri soit la meilleure façon de parcourir la table `onek` dans l'exemple précédent, nous pourrions essayer

```
SET enable_sort = off;
EXPLAIN SELECT *
FROM tenk1 t1, onek t2
WHERE t1.unique1 < 100 AND t1.unique2 = t2.unique2;

                QUERY PLAN
-----
Merge Join  (cost=0.56..292.65 rows=10 width=488)
  Merge Cond: (t1.unique2 = t2.unique2)
    -> Index Scan using tenk1_unique2 on tenk1 t1  (cost=0.29..656.28 rows=101
width=244)
        Filter: (unique1 < 100)
    -> Index Scan using onek_unique2 on onek t2  (cost=0.28..224.79 rows=1000
width=244)
```

ce qui montre que le planificateur pense que le tri de `onek` par un parcours d'index est plus coûteux d'environ 12% par rapport à un parcours séquentiel suivi d'un tri. Bien sûr, la question suivante est de savoir s'il a raison sur ce point. Nous pourrions vérifier cela en utilisant **EXPLAIN ANALYZE**, comme expliqué ci-dessous.

14.1.2. EXPLAIN ANALYZE

Il est possible de vérifier l'exactitude des estimations du planificateur en utilisant l'option **ANALYZE** de **EXPLAIN**. Avec cette option, **EXPLAIN** exécute vraiment la requête, puis affiche le vrai nombre de lignes et les vrais temps passés dans chaque nœud, avec ceux estimés par un simple **EXPLAIN**. Par exemple, nous pourrions avoir un résultat tel que :

```
EXPLAIN ANALYZE SELECT *
FROM tenk1 t1, tenk2 t2
WHERE t1.unique1 < 10 AND t1.unique2 = t2.unique2;

                QUERY PLAN
-----
Nested Loop  (cost=4.65..118.62 rows=10 width=488) (actual time=0.128..0.377 rows=10
loops=1)
  -> Bitmap Heap Scan on tenk1 t1  (cost=4.36..39.47 rows=10 width=244) (actual
time=0.057..0.121 rows=10 loops=1)
      Recheck Cond: (unique1 < 10)
      -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1  (cost=0.00..4.36 rows=10 width=0)
(actual time=0.024..0.024 rows=10 loops=1)
      Index Cond: (unique1 < 10)
      -> Index Scan using tenk2_unique2 on tenk2 t2  (cost=0.29..7.91 rows=1 width=244)
(actual time=0.021..0.022 rows=1 loops=10)
      Index Cond: (unique2 = t1.unique2)
Planning time: 0.181 ms
Execution time: 0.501 ms
```

Notez que les valeurs « temps réel » sont en millisecondes alors que les estimations de « coût » sont exprimées dans des unités arbitraires ; il y a donc peu de chances qu'elles correspondent. L'information qu'il faut généralement rechercher est si le nombre de lignes estimées est raisonnablement proche de la réalité. Dans cet exemple, les estimations étaient toutes rigoureusement exactes, mais c'est en pratique plutôt inhabituel.

Dans certains plans de requête, il est possible qu'un nœud de sous-plan soit exécuté plus d'une fois. Par exemple, le parcours d'index interne est exécuté une fois par ligne externe dans le plan de boucle imbriquée ci-dessus. Dans de tels cas, la valeur `loops` renvoie le nombre total d'exécutions du nœud, et le temps réel et les valeurs des lignes affichées sont une moyenne par exécution. Ceci est fait pour que les nombres soient comparables avec la façon dont les estimations de coûts sont affichées. Multipliez par la valeur de `loops` pour obtenir le temps total réellement passé dans le nœud. Dans l'exemple précédent, le parcours d'index sur `tenk2` a pris un total de 0,220 millisecondes.

Dans certains cas, **EXPLAIN ANALYZE** affiche des statistiques d'exécution supplémentaires après le temps et nombre de lignes de l'exécution d'un nœud du plan. Par exemple, les nœuds de tri et de hachage fournissent des informations supplémentaires :

```

EXPLAIN ANALYZE SELECT *
FROM tenk1 t1, tenk2 t2
WHERE t1.unique1 < 100 AND t1.unique2 = t2.unique2 ORDER BY t1.fivethous;

                                         QUERY PLAN
-----
Sort  (cost=717.34..717.59 rows=101 width=488) (actual time=7.761..7.774 rows=100
loops=1)
  Sort Key: t1.fivethous
  Sort Method: quicksort  Memory: 77kB
    -> Hash Join  (cost=230.47..713.98 rows=101 width=488) (actual time=0.711..7.427
rows=100 loops=1)
      Hash Cond: (t2.unique2 = t1.unique2)
      -> Seq Scan on tenk2 t2  (cost=0.00..445.00 rows=10000 width=244) (actual
time=0.007..2.583 rows=10000 loops=1)
      -> Hash  (cost=229.20..229.20 rows=101 width=244) (actual time=0.659..0.659
rows=100 loops=1)
        Buckets: 1024  Batches: 1  Memory Usage: 28kB
        -> Bitmap Heap Scan on tenk1 t1  (cost=5.07..229.20 rows=101 width=244)
(actual time=0.080..0.526 rows=100 loops=1)
          Recheck Cond: (unique1 < 100)
          -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1  (cost=0.00..5.04 rows=101
width=0) (actual time=0.049..0.049 rows=100 loops=1)
          Index Cond: (unique1 < 100)
Planning time: 0.194 ms
Execution time: 8.008 ms

```

Le nœud de tri donne la méthode de tri utilisée (en particulier, si le tri s'est effectué en mémoire ou sur disque) ainsi que la quantité de mémoire ou d'espace disque requis. Le nœud de hachage montre le nombre de paquets de hachage, le nombre de lots ainsi la quantité maximum de mémoire utilisée pour la table de hachage (si le nombre de lots est supérieur à un, il y aura également l'utilisation de l'espace disque impliqué, mais cela n'est pas montré dans cet exemple).

Un autre type d'information supplémentaire est le nombre de lignes supprimé par une condition de filtrage :

```

EXPLAIN ANALYZE SELECT * FROM tenk1 WHERE ten < 7;

                                         QUERY PLAN
-----
Seq Scan on tenk1  (cost=0.00..483.00 rows=7000 width=244) (actual time=0.016..5.107
rows=7000 loops=1)
  Filter: (ten < 7)
  Rows Removed by Filter: 3000
Planning time: 0.083 ms
Execution time: 5.905 ms

```

Ces nombres peuvent être particulièrement précieux pour les conditions de filtres appliquées aux nœuds de jointure. La ligne « Rows Removed » n'apparaît que si au moins une ligne parcourue, ou une ligne potentiellement appairée dans le cas d'un nœud de jointure, est rejetée par la condition de filtre.

Un cas similaire aux conditions de filtre apparaît avec des parcours d'index « avec perte ». Par exemple, regardez cette recherche de polygone contenant un point spécifique :

```

EXPLAIN ANALYZE SELECT * FROM polygon_tbl WHERE f1 @> polygon '(0.5,2.0)';

                                         QUERY PLAN
-----
Seq Scan on polygon_tbl  (cost=0.00..1.05 rows=1 width=32) (actual time=0.044..0.044
rows=0 loops=1)
  Filter: (f1 @> '((0.5,2))'::polygon)
  Rows Removed by Filter: 4
Planning time: 0.040 ms
Execution time: 0.083 ms

```

Le planificateur pense (plutôt correctement) que cette table d'échantillon est trop petite pour s'embêter avec un parcours d'index, et utilise donc un parcours séquentiel dans lequel toutes les lignes sont rejetées par la condition de filtre. Mais si nous forçons l'utilisation d'un parcours d'index, nous voyons :

```

SET enable_seqscan TO off;

EXPLAIN ANALYZE SELECT * FROM polygon_tbl WHERE f1 @> polygon '(0.5,2.0)';

                                         QUERY PLAN
-----
 Index Scan using gpolygonind on polygon_tbl  (cost=0.13..8.15 rows=1 width=32) (actual
time=0.062..0.062 rows=0 loops=1)
   Index Cond: (f1 @> '((0.5,2))'::polygon)
   Rows Removed by Index Recheck: 1
 Planning time: 0.034 ms
 Execution time: 0.144 ms

```

L'index retourne une ligne candidate, qui est ensuite rejetée par une deuxième vérification de la condition de l'index. Cela arrive car un index GiST est « avec perte » pour les tests de contenance de polygone : il retourne en fait les lignes pour lesquelles les polygones chevauchent la cible, ce qui nécessite après coup un test de contenance exacte sur ces lignes.

EXPLAIN a une option **BUFFERS** qui peut être utilisée avec **ANALYZE** pour obtenir encore plus de statistiques d'exécution:

```

EXPLAIN (ANALYZE, BUFFERS) SELECT * FROM tenk1 WHERE unique1 < 100 AND unique2 > 9000;

                                         QUERY PLAN
-----
 Bitmap Heap Scan on tenk1  (cost=25.08..60.21 rows=10 width=244) (actual
time=0.323..0.342 rows=10 loops=1)
   Recheck Cond: ((unique1 < 100) AND (unique2 > 9000))
   Buffers: shared hit=15
   -> BitmapAnd  (cost=25.08..25.08 rows=10 width=0) (actual time=0.309..0.309 rows=0
loops=1)
     Buffers: shared hit=7
     -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1  (cost=0.00..5.04 rows=101 width=0)
(actual time=0.043..0.043 rows=100 loops=1)
       Index Cond: (unique1 < 100)
       Buffers: shared hit=2
     -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique2  (cost=0.00..19.78 rows=999 width=0)
(actual time=0.227..0.227 rows=999 loops=1)
       Index Cond: (unique2 > 9000)
       Buffers: shared hit=5
 Planning time: 0.088 ms
 Execution time: 0.423 ms

```

Les nombres fournis par **BUFFERS** aident à identifier les parties de la requête les plus intensives en terme d'entrées sorties.

Il faut garder en tête que comme **EXPLAIN ANALYZE** exécute vraiment la requête, tous les effets secondaires se produiront comme d'habitude, même si quel que soit l'affichage de la requête, il est remplacé par la sortie des données d'**EXPLAIN**. Si vous voulez analyser une requête modifiant les données sans changer les données en table, vous pouvez annuler les modifications après, par exemple :

```

BEGIN;

EXPLAIN ANALYZE UPDATE tenk1 SET hundred = hundred + 1 WHERE unique1 < 100;

                                         QUERY PLAN
-----
 Update on tenk1  (cost=5.07..229.46 rows=101 width=250) (actual time=14.628..14.628
rows=0 loops=1)
   -> Bitmap Heap Scan on tenk1  (cost=5.07..229.46 rows=101 width=250) (actual
time=0.101..0.439 rows=100 loops=1)
     Recheck Cond: (unique1 < 100)
     -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1  (cost=0.00..5.04 rows=101 width=0)
(actual time=0.043..0.043 rows=100 loops=1)
       Index Cond: (unique1 < 100)
 Planning time: 0.079 ms
 Execution time: 14.727 ms

ROLLBACK;

```

Comme vous pouvez le voir dans cet exemple, quand la requête contient une commande **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE** l'application des changements est fait au niveau du nœud principal Insert, Update ou Delete du plan. Les nœuds du plan sous celui-ci effectuent le travail de recherche des anciennes lignes et/ou le calcul des nouvelles données. Ainsi au-dessus, on peut voir les même tris de parcours de bitmap déjà vu précédemment, et leur sortie est envoyée à un nœud de mise à jour qui stocke les lignes modifiées. Il est intéressant de noter que bien que le nœud de modification de données puisse prendre une part considérable sur le temps d'exécution (ici, c'est la partie la plus gourmande), le planificateur n'ajoute rien au coût estimé pour considérer ce travail. C'est dû au fait que le travail à effectuer est le même pour chaque plan de requête correct, et n'affecte donc pas les décisions du planificateur.

La phrase `Planning time` affichée par **EXPLAIN ANALYZE** correspond au temps pris pour générer et optimiser le plan de requêtes à partir de la requête analysée. Cela n'inclut pas l'analyse syntaxique et la réécriture.

Le Temps total d'exécution donné par **EXPLAIN ANALYZE** inclut le temps de démarrage et d'arrêt de l'exécuteur, ainsi que le temps d'exécution de tous les triggers pouvant être déclenchés, mais n'inclut pas les temps d'analyse, de réécriture ou de planification. Le temps passé à exécuter les triggers `BEFORE`, s'il y en a, est inclus dans le temps passé à l'exécution des nœuds `Insert`, `Update` ou `Delete` associés mais le temps passé à exécuter les triggers `AFTER` n'est pas compté car les triggers `AFTER` sont déclenchés après l'achèvement du plan entier. Le temps total passé dans chaque trigger (que ce soit `BEFORE` ou `AFTER`) est affiché séparément. Notez que les triggers de contrainte ne seront pas exécutés avant la fin de la transaction et par conséquent ne seront pas affichés du tout par **EXPLAIN ANALYZE**.

14.1.3. Caveats

Il existe deux raisons importantes pour lesquelles les temps d'exécution mesurés par **EXPLAIN ANALYZE** peuvent dévier de l'exécution normale de la même requête. Tout d'abord, comme aucune ligne n'est réellement envoyée au client, les coûts de conversion réseau et les coûts de formatage des entrées/sorties ne sont pas inclus. Ensuite, le surcoût de mesure induit par **EXPLAIN ANALYZE** peut être significatif, plus particulièrement sur les machines avec un appel système `gettimeofday()` lent. Vous pouvez utiliser l'outil `pg_test_timing(1)` pour mesurer le surcoût du calcul du temps sur votre système.

Les résultats de **EXPLAIN** ne devraient pas être extrapolés pour des situations autres que celles de vos tests en cours ; par exemple, les résultats sur une petite table ne peuvent être appliqués à des tables bien plus importantes. Les estimations de coût du planificateur ne sont pas linéaires et, du coup, il pourrait bien choisir un plan différent pour une table plus petite ou plus grande. Un exemple extrême est celui d'une table occupant une page disque. Vous obtiendrez pratiquement toujours un parcours séquentiel que des index soient disponibles ou non. Le planificateur réalise que cela va nécessiter la lecture d'une seule page disque pour traiter la table dans ce cas, il n'y a donc pas d'intérêt à étendre des lectures de pages supplémentaires pour un index. (Nous voyons cela arriver dans l'exemple `polygon_tbl` au dessus.)

Ici sont des cas dans lesquels les valeurs réelles et estimées ne correspondent pas vraiment, mais qui ne sont pas totalement fausses. Un tel cas peut se produire quand un nœud d'exécution d'un plan est arrêté par un `LIMIT` ou effet similaire. Par exemple, dans la requête `LIMIT` utilisée précédemment,

```
EXPLAIN ANALYZE SELECT * FROM tenk1 WHERE unique1 < 100 AND unique2 > 9000 LIMIT 2;
                                         QUERY PLAN
-----
Limit  (cost=0.29..14.71 rows=2 width=244) (actual time=0.177..0.249 rows=2 loops=1)
  -> Index Scan using tenk1_unique2 on tenk1  (cost=0.29..72.42 rows=10 width=244)
(actual time=0.174..0.244 rows=2 loops=1)
    Index Cond: (unique2 > 9000)
    Filter: (unique1 < 100)
    Rows Removed by Filter: 287
Planning time: 0.096 ms
Execution time: 0.336 ms
```

les estimations de coût et de nombre de lignes pour le nœud de parcours d'index sont affichées comme s'ils devaient s'exécuter jusqu'à la fin. Mais en réalité le nœud `Limit` arrête la récupération des lignes après la seconde, et donc le vrai nombre de lignes n'est que de 2 et le temps d'exécution est moins que suggérait le coût estimé. Ce n'est pas une erreur d'estimation, juste une contradiction entre la façon dont l'estimation et les valeurs réelles sont affichées.

Les jointures d'assemblage ont également leurs artefacts de mesure qui peuvent embrouiller une personne non avertie. Une jointure d'assemblage arrêtera la lecture d'une entrée si l'autre entrée est épuisée et que la prochaine valeur clé dans la première entrée est supérieure à la dernière valeur clé de l'autre entrée ; dans un cas comme ça, il ne peut plus y avoir de correspondance et il est donc inutile de parcourir le reste de la première entrée. Cela a donc pour conséquence de ne pas lire entièrement un des fils, avec des résultats similaires à ceux mentionnés pour `LIMIT`. De même, si le fils externe (premier fils) contient des lignes avec des va-

leurs de clé dupliquées, le fils externe (second fils) est sauvegardé et les lignes correspondant à cette valeur clé sont parcourues de nouveau. **EXPLAIN ANALYZE** compte ces émissions répétées de même lignes internes comme si elles étaient de vraies lignes supplémentaires. Quand il y a de nombreux doublons externes, le nombre réel de lignes affiché pour le nœud de plan du fils interne peut être significativement plus grand que le nombre de lignes qu'il y a vraiment dans la relation interne.

Les nœuds BitmapAnd et BitmapOr affichent toujours un nombre de lignes réel à 0, du fait des limitations d'implémentation.

14.2. Statistiques utilisées par le planificateur

Comme nous avons vu dans la section précédente, le planificateur de requêtes a besoin d'estimer le nombre de lignes récupérées par une requête pour faire les bons choix dans ses plans de requêtes. Cette section fournit un aperçu rapide sur les statistiques que le système utilise pour ces estimations.

Un élément des statistiques est le nombre total d'entrées dans chaque table et index, ainsi que le nombre de blocs disque occupés par chaque table et index. Cette information est conservée dans la table `pg_class` sur les colonnes `reltuples` et `relopages`. Nous pouvons la regarder avec des requêtes comme celle-ci :

```
SELECT relname, relkind, reltuples, relopages
FROM pg_class
WHERE relname LIKE 'tenk1%';

  relname      | relkind | reltuples | relopages
-----+-----+-----+-----+
tenk1          | r       | 10000    | 358
tenk1_hundred | i       | 10000    | 30
tenk1_thous_tenthous | i       | 10000    | 30
tenk1_unique1 | i       | 10000    | 30
tenk1_unique2 | i       | 10000    | 30
(5 rows)
```

Ici, nous pouvons voir que `tenk1` contient 10000 lignes, comme pour ses index, mais que les index sont bien plus petits que la table (ce qui n'est pas surprenant).

Pour des raisons d'efficacité, `reltuples` et `relopages` ne sont pas mises à jour en temps réel, et du coup, elles contiennent habituellement des valeurs un peu obsolètes. Elles sont mises à jour par les commandes **VACUUM**, **ANALYZE** et quelques commandes DDL comme **CREATE INDEX**. Une opération **VACUUM** ou **ANALYZE** qui ne parcourt pas la table entièrement (ce qui est le cas le plus fréquent) augmentera de façon incrémentale la valeur de `reltuples` sur la base de la partie de la table qu'elle a parcouru, résultant en une valeur approximative. Dans tous les cas, le planificateur mettra à l'échelle les valeurs qu'il aura trouver dans `pg_class` pour correspondre à la taille physique de la table, obtenant ainsi une approximation plus proche de la réalité.

La plupart des requêtes ne récupère qu'une fraction des lignes dans une table à cause de clauses `WHERE` qui restreignent les lignes à examiner. Du coup, le planificateur a besoin d'une estimation de la **sélectivité** des clauses `WHERE`, c'est-à-dire la fraction des lignes qui correspondent à chaque condition de la clause `WHERE`. L'information utilisée pour cette tâche est stockée dans le catalogue système `pg_statistic`. Les entrées de `pg_statistic` sont mises à jour par les commandes **ANALYZE** et **VACUUM ANALYZE** et sont toujours approximatives même si elles ont été mises à jour récemment.

Plutôt que de regarder directement dans `pg_statistic`, il est mieux de visualiser sa vue `pg_stats` lors de l'examen manuel des statistiques. `pg_stats` est conçu pour être plus facilement lisible. De plus, `pg_stats` est lisible par tous alors que `pg_statistic` n'est lisible que par un superutilisateur (ceci empêche les utilisateurs non privilégiés d'apprendre certains choses sur le contenu des tables appartenant à d'autres personnes à partir des statistiques. La vue `pg_stats` est restreinte pour afficher seulement les lignes des tables lisibles par l'utilisateur courant). Par exemple, nous pourrions lancer :

```
SELECT attname, alled, n_distinct,
       array_to_string(most_common_vals, E'\n') as most_common_vals
FROM pg_stats
WHERE tablename = 'road';

  attname | alled | n_distinct |          most_common_vals
-----+-----+-----+-----+
name     | f     | -0.363388 | I- 580
          |       |             | I- 880
          |       |             | Sp Railroad
          |       |             | I- 580
          |       |             | I- 680
          |       |             | I- 880
          |       |             | I- 580
          |       |             | I- 680
          |       |             | I- 580
          |       |             | State Hwy 13
name     | t     | -0.284859 | Ramp+
          |       |             | Ramp+
          |       |             | +
          |       |             | +
          |       |             | Ramp
          |       |             | Ramp+
          |       |             | Ramp+
          |       |             | Ramp+
          |       |             | +
          |       |             | Ramp
```

```
(2 rows)
```

Notez que deux lignes sont affichées pour la même colonne, une correspondant à la hiérarchie d'héritage complète commençant à la table `road` (`alled=t`), et une autre incluant seulement la table `road` elle-même (`alled=f`).

Le nombre d'informations stockées dans `pg_statistic` par **ANALYZE**, en particulier le nombre maximum d'éléments dans les tableaux `most_common_vals` et `histogram_bounds` pour chaque colonne, peut être initialisé sur une base colonne-par-colonne en utilisant la commande **ALTER TABLE SET STATISTICS** ou globalement en initialisant la variable de configuration `default_statistics_target`. La limite par défaut est actuellement de cent entrées. Augmenter la limite pourrait permettre des estimations plus précises du planificateur, en particulier pour les colonnes ayant des distributions de données irrégulières, au prix d'un plus grand espace consommé dans `pg_statistic` et en un temps plus long pour calculer les estimations. En revanche, une limite plus basse pourrait être suffisante pour les colonnes à distributions de données simples.

Le Chapitre 67, Comment le planificateur utilise les statistiques donne plus de détails sur l'utilisation des statistiques par le planificateur.

14.3. Contrôler le planificateur avec des clauses JOIN explicites

Il est possible de contrôler le planificateur de requêtes à un certain point en utilisant une syntaxe `JOIN` explicite. Pour voir en quoi ceci est important, nous avons besoin de quelques connaissances.

Dans une simple requête de jointure, telle que :

```
SELECT * FROM a, b, c WHERE a.id = b.id AND b.ref = c.id;
```

le planificateur est libre de joindre les tables données dans n'importe quel ordre. Par exemple, il pourrait générer un plan de requête qui joint A à B en utilisant la condition `WHERE a.id = b.id`, puis joint C à cette nouvelle table jointe en utilisant l'autre condition `WHERE`. Ou il pourrait joindre B à C, puis A au résultat de cette jointure précédente. Ou il pourrait joindre A à C puis les joindre avec B mais cela pourrait ne pas être efficace car le produit cartésien complet de A et C devra être formé alors qu'il n'y a pas de condition applicable dans la clause `WHERE` pour permettre une optimisation de la jointure (toutes les jointures dans l'exécuteur PostgreSQL™ arrivent entre deux tables en entrées donc il est nécessaire de construire le résultat de l'une ou de l'autre de ces façons). Le point important est que ces différentes possibilités de jointures donnent des résultats sémantiquement équivalents mais pourraient avoir des coûts d'exécution grandement différents. Du coup, le planificateur va toutes les explorer pour trouver le plan de requête le plus efficace.

Quand une requête implique seulement deux ou trois tables, il y a peu d'ordres de jointures à préparer. Mais le nombre d'ordres de jointures possibles grandit de façon exponentielle au fur et à mesure que le nombre de tables augmente. Au-delà de dix tables en entrée, il n'est plus possible de faire une recherche exhaustive de toutes les possibilités et même la planification de six ou sept tables pourrait prendre beaucoup de temps. Quand il y a trop de tables en entrée, le planificateur PostgreSQL™ basculera d'une recherche exhaustive à une recherche *génétique* probabiliste via un nombre limité de possibilités (la limite de bascule est initialisée par le paramètre en exécution `geqo_threshold`). La recherche génétique prend moins de temps mais elle ne trouvera pas nécessairement le meilleur plan possible.

Quand la requête implique des jointures externes, le planificateur est moins libre qu'il ne l'est lors de jointures internes. Par exemple, considérez :

```
SELECT * FROM a LEFT JOIN (b JOIN c ON (b.ref = c.id)) ON (a.id = b.id);
```

Bien que les restrictions de cette requête semblent superficiellement similaires à l'exemple précédent, les sémantiques sont différentes car une ligne doit être émise pour chaque ligne de A qui n'a pas de ligne correspondante dans la jointure entre B et C. Du coup, le planificateur n'a pas de choix dans l'ordre de la jointure ici : il doit joindre B à C puis joindre A à ce résultat. Du coup, cette requête prend moins de temps à planifier que la requête précédente. Dans d'autres cas, le planificateur pourrait être capable de déterminer que plus d'un ordre de jointure est sûr. Par exemple, étant donné :

```
SELECT * FROM a LEFT JOIN b ON (a.bid = b.id) LEFT JOIN c ON (a.cid = c.id);
```

il est valide de joindre A à soit B soit C en premier. Actuellement, seul un `FULL JOIN` constraint complètement l'ordre de jointure. La plupart des cas pratiques impliquant un `LEFT JOIN` ou un `RIGHT JOIN` peuvent être arrangés jusqu'à un certain degré.

La syntaxe de jointure interne explicite (`INNER JOIN`, `CROSS JOIN` ou `JOIN`) est sémantiquement identique à lister les relations en entrées du `FROM`, donc il ne contraint pas l'ordre de la jointure.

Même si la plupart des types de `JOIN` ne contraignent pas complètement l'ordre de jointure, il est possible d'instruire le planificateur de requête de PostgreSQL™ pour qu'il traite toutes les clauses `JOIN` de façon à contraindre quand même l'ordre de jointure. Par exemple, ces trois requêtes sont logiquement équivalentes :

```
SELECT * FROM a, b, c WHERE a.id = b.id AND b.ref = c.id;
```

```
SELECT * FROM a CROSS JOIN b CROSS JOIN c WHERE a.id = b.id AND b.ref = c.id;
SELECT * FROM a JOIN (b JOIN c ON (b.ref = c.id)) ON (a.id = b.id);
```

Mais si nous disons au planificateur d'honorer l'ordre des JOIN, la deuxième et la troisième prendront moins de temps à planifier que la première. Cet effet n'est pas inquiétant pour seulement trois tables mais cela pourrait bien nous aider avec un nombre important de tables.

Pour forcer le planificateur à suivre l'ordre de jointure demandé par les JOIN explicites, initialisez le paramètre en exécution `joinCollapse_limit` à 1 (d'autres valeurs possibles sont discutées plus bas).

Vous n'avez pas besoin de restreindre l'ordre de jointure pour diminuer le temps de recherche car il est bien d'utiliser les opérateurs JOIN dans les éléments d'une liste FROM. Par exemple, considérez :

```
SELECT * FROM a CROSS JOIN b, c, d, e WHERE ...;
```

Avec `joinCollapse_limit = 1`, ceci force le planificateur à joindre A à B avant de les joindre aux autres tables mais sans restreindre ses choix. Dans cet exemple, le nombre d'ordres de jointures possibles est réduit par un facteur de cinq.

Restreindre la recherche du planificateur de cette façon est une technique utile pour réduire les temps de planification et pour diriger le planificateur vers un bon plan de requêtes. Si le planificateur choisit un mauvais ordre de jointure par défaut, vous pouvez le forcer à choisir un meilleur ordre via la syntaxe JOIN -- en supposant que vous connaissiez un meilleur ordre. Une expérimentation est recommandée.

Un problème très proche et affectant le temps de planification est le regroupement de sous-requêtes dans leurs requêtes parents. Par exemple, considérez :

```
SELECT *
FROM x, y,
      (SELECT * FROM a, b, c WHERE quelquechose) AS ss
WHERE quelquechosed'autre;
```

Cette requête pourrait survenir suite à l'utilisation d'une vue contenant une jointure ; la règle SELECT de la vue sera insérée à la place de la référence de la vue, demande une requête plutôt identique à celle ci-dessus. Normalement, le planificateur essaiera de regrouper la sous-requête avec son parent, donnant :

```
SELECT * FROM x, y, a, b, c WHERE quelquechose AND quelquechosed'autre;
```

Ceci résulte habituellement en un meilleur plan que de planifier séparément la sous-requête (par exemple, les conditions WHERE externes pourraient être telles que joindre X à A élimine en premier lieu un bon nombre de lignes de A, évitant ainsi le besoin de former la sortie complète de la sous-requête). Mais en même temps, nous avons accru le temps de planification ; ici, nous avons une problème de jointure à cinq tables remplaçant un problème de deux jointures séparées à trois tables. À cause de l'augmentation exponentielle du nombre de possibilités, ceci fait une grande différence. Le planificateur essaie d'éviter de se retrouver coincé dans des problèmes de recherche de grosses jointures en ne regroupant pas une sous-requête sur plus de `fromCollapse_limit` éléments sont la résultante de la requête parent. Vous pouvez comparer le temps de planification avec la qualité du plan en ajustant ce paramètre en exécution.

`fromCollapse_limit` et `joinCollapse_limit` sont nommés de façon similaire parce qu'ils font pratiquement la même chose : l'un d'eux contrôle le moment où le planificateur « aplatisra » les sous-requêtes et l'autre contrôle s'il y a aplatissement des jointures explicites. Typiquement, vous initialiserez `joinCollapse_limit` comme `fromCollapse_limit` (de façon à ce que les jointures explicites et les sous-requêtes agissent de la même façon) ou vous initialiserez `joinCollapse_limit` à 1 (si vous voulez contrôler l'ordre de jointure des jointures explicites). Mais vous pourriez les initialiser différemment si vous tentez de configurer finement la relation entre le temps de planification et le temps d'exécution.

14.4. Remplir une base de données

Vous pourriez avoir besoin d'insérer un grand nombre de données pour remplir une base de données au tout début. Cette section contient quelques suggestions pour réaliser cela de la façon la plus efficace.

14.4.1. Désactivez la validation automatique (autocommit)

Lors d'`INSERT` multiples, désactivez la validation automatique et faites une seule validation à la fin (en SQL, ceci signifie de lancer `BEGIN` au début et `COMMIT` à la fin. Quelques bibliothèques client pourraient le faire derrière votre dos auquel cas vous devez vous assurer que la bibliothèque le fait quand vous le voulez). Si vous permettez à chaque insertion d'être validée séparément, PostgreSQL™ fait un gros travail pour chaque ligne ajoutée. Un bénéfice supplémentaire de réaliser toutes les insertions dans une seule transaction est que si l'insertion d'une ligne échoue alors les lignes insérées jusqu'à maintenant seront annulées. Vous ne seriez donc pas bloqué avec des données partiellement chargées.

14.4.2. Utilisez COPY

Utilisez **COPY**(7) pour charger toutes les lignes en une seule commande, plutôt que d'utiliser une série de commandes **INSERT**. La commande **COPY** est optimisée pour charger un grand nombre de lignes ; elle est moins flexible que **INSERT** mais introduit significativement moins de surcharge lors du chargement de grosses quantités de données. Comme **COPY** est une seule commande, il n'y a pas besoin de désactiver la validation automatique (autocommit) si vous utilisez cette méthode pour remplir une table.

Si vous ne pouvez pas utiliser **COPY**, utiliser **PREPARE**(7) pourrait vous aider à créer une instruction préparée **INSERT**, puis utilisez **EXECUTE** autant de fois que nécessaire. Ceci évite certaines surcharges lors d'une analyse et d'une planification répétées de commandes **INSERT**. Différentes interfaces fournissent cette fonctionnalité de plusieurs façons ; recherchez « instructions préparées » dans la documentation de l'interface.

Notez que charger un grand nombre de lignes en utilisant **COPY** est pratiquement toujours plus rapide que d'utiliser **INSERT**, même si **PREPARE ... INSERT** est utilisé lorsque de nombreuses insertions sont groupées en une seule transaction.

COPY est plus rapide quand il est utilisé dans la même transaction que la commande **CREATE TABLE** ou **TRUNCATE** précédente. Dans ce cas, les journaux de transactions ne sont pas impactés car, en cas d'erreur, les fichiers contenant les données nouvellement chargées seront supprimés de toute façon. Néanmoins, cette considération ne s'applique que quand **wal_level** vaut **minimal**, car toutes les commandes doivent écrire dans les journaux de transaction dans ce cas.

14.4.3. Supprimez les index

Si vous chargez une table tout juste créée, la méthode la plus rapide est de créer la table, de charger en lot les données de cette table en utilisant **COPY**, puis de créer tous les index nécessaires pour la table. Créer un index sur des données déjà existantes est plus rapide que de mettre à jour de façon incrémentale à chaque ligne ajoutée.

Si vous ajoutez beaucoup de données à une table existante, il pourrait être avantageux de supprimer les index, de charger la table, puis de recréer les index. Bien sûr, les performances de la base de données pour les autres utilisateurs pourraient souffrir tout le temps où les index seront manquant. Vous devez aussi y penser à deux fois avant de supprimer des index uniques car la vérification d'erreur apportée par la contrainte unique sera perdue tout le temps où l'index est manquant.

14.4.4. Suppression des contraintes de clés étrangères

Comme avec les index, une contrainte de clé étrangère peut être vérifiée « en gros volume » plus efficacement que ligne par ligne. Donc, il pourrait être utile de supprimer les contraintes de clés étrangères, de charger les données et de créer de nouveau les contraintes. De nouveau, il y a un compromis entre la vitesse de chargement des données et la perte de la vérification des erreurs lorsque la contrainte manque.

De plus, quand vous chargez des données dans une table contenant des contraintes de clés étrangères, chaque nouvelle ligne requiert une entrée dans la liste des événements de déclencheur en attente (puisque c'est le lancement d'un déclencheur qui vérifie la contrainte de clé étrangère de la ligne). Le chargement de plusieurs millions de lignes peut amener la taille de la file d'attente des déclencheurs à dépasser la mémoire disponible, causant ainsi une mise en mémoire swap intolérable, voire même l'échec de la commande. Dans ce cas, il peut être *nécessaire*, pas seulement souhaitable, de supprimer et recréer la clé étrangère lors de chargements de grandes quantités de données. Si la suppression temporaire de la contrainte n'est pas acceptable, le seul recours possible est de découper les opérations de chargement en de plus petites transactions.

14.4.5. Augmentez `maintenance_work_mem`

Augmentez temporairement la variable `maintenance_work_mem` lors du chargement de grosses quantités de données pour améliorer les performances. Ceci aidera à l'accélération des commandes **CREATE INDEX** et **ALTER TABLE ADD FOREIGN KEY**. Cela ne changera pas grand chose pour la commande **COPY**. Donc, ce conseil est seulement utile quand vous utilisez une des deux ou les deux techniques ci-dessus.

14.4.6. Augmenter `max_wal_size`

Augmenter temporairement la variable de configuration `max_wal_size` peut aussi aider à un chargement rapide de grosses quantités de données. Ceci est dû au fait que charger une grosse quantité de données dans PostgreSQL™ causera la venue trop fréquente de points de vérification (la fréquence de ces points de vérification est spécifiée par la variable de configuration `checkpoint_timeout`). Quand survient un point de vérification, toutes les pages modifiées sont écrites sur le disque. En augmentant `max_wal_size` temporairement lors du chargement des données, le nombre de points de vérification requis peut être diminué.

14.4.7. Désactiver l'archivage des journaux de transactions et la réPLICATION en flux

Lors du chargement de grosse quantité de données dans une instance qui utilise l'archivage des journaux de transactions ou la réPLICATION en flux, il pourrait être plus rapide de prendre une nouvelle sauvegarde de base après que le chargement ait terminé, plu-

tôt que de traiter une grosse quantité de données incrémentales dans les journaux de transactions. Pour empêcher un accroissement de la journalisation des transactions lors du chargement, vous pouvez désactiver l'archivage et la réPLICATION en flux lors du chargement en configurant wal_level à minimal, archive_mode à off et max_wal_senders à zéro). Mais notez que le changement de ces paramètres requiert un redémarrage du serveur.

En dehors d'éviter le temps de traitement des données des journaux de transactions par l'archiveur ou l'émetteur des journaux de transactions, le faire rendrait certaines commandes plus rapides parce qu'elles sont conçues pour ne pas écrire du tout dans les journaux de transactions si wal_level vaut minimal. (Elles peuvent garantir la sûreté des données de façon moins coûteuse en exécutant un fsync à la fin plutôt qu'en écrivant les journaux de transactions :

- **CREATE TABLE AS SELECT**
- **CREATE INDEX** (et les variantes telles que **ALTER TABLE ADD PRIMARY KEY**)
- **ALTER TABLE SET TABLESPACE**
- **CLUSTER**
- **COPY FROM**, quand la table cible vient d'être créée ou vidée auparavant dans la transaction

14.4.8. Lancez ANALYZE après

Quand vous avez changé significativement la distribution des données à l'intérieur d'une table, lancer ANALYZE(7) est fortement recommandé. Ceci inclut le chargement de grosses quantités de données dans la table. Lancer **ANALYZE** (ou **VACUUM ANALYZE**) vous assure que le planificateur dispose de statistiques à jour sur la table. Sans statistiques ou avec des statistiques obsolètes, le planificateur pourrait prendre de mauvaises décisions lors de la planification de la requête, menant à des performances pauvres sur toutes les tables sans statistiques ou avec des statistiques inexactes. Notez que si le démon autovacuum est désactivé, il pourrait exécuter **ANALYZE** automatiquement ; voir Section 24.1.3, « Maintenir les statistiques du planificateur » et Section 24.1.6, « Le démon auto-vacuum » pour plus d'informations.

14.4.9. Quelques notes sur pg_dump

Les scripts de sauvegarde générés par pg_dump appliquent automatiquement plusieurs des indications ci-dessus, mais pas toutes. Pour recharger une sauvegarde pg_dump aussi rapidement que possible, vous avez besoin de faire quelques étapes supplémentaires manuellement (notez que ces points s'appliquent lors de la *restauration* d'une sauvegarde, et non pas lors de sa *création*). Les mêmes points s'appliquent soit lors de la restauration d'une sauvegarde texte avec psql soit lors de l'utilisation de pg_restore pour charger un fichier de sauvegarde pg_dump).

Par défaut, pg_dump utilise **COPY** et, lorsqu'il génère une sauvegarde complexe, schéma et données, il est préférable de charger les données avant de créer les index et les clés étrangères. Donc, dans ce cas, plusieurs lignes de conduite sont gérées automatiquement. Ce qui vous reste à faire est de :

- Configurez des valeurs appropriées (c'est-à-dire plus importante que la normale) pour maintenance_work_mem et max_wal_size.
- Si vous utilisez l'archivage des journaux de transactions ou la réPLICATION en flux, considérez leur désactivation lors de la restauration. Pour faire cela, configurez archive_mode à off, wal_level à minimal et max_wal_senders à zéro avant de charger le script de sauvegarde. Après coup, remettez les anciennes valeurs et effectuez une nouvelle sauvegarde de base.
- Testez le mode parallélisé de la sauvegarde et de la restauration des outils pg_dump et pg_restore, et trouvez le nombre optimal de tâches parallélisées à utiliser. La sauvegarde et la restauration en parallèle avec l'option -j devraient vous donner de meilleures performances.
- Demandez-vous si la sauvegarde complète doit être restaurée dans une seule transaction. Pour cela, passez l'option -1 ou --single-transaction à psql ou pg_restore. Lors de l'utilisation de ce mode, même les erreurs les plus petites annuleront la restauration complète, peut-être en annulant des heures de traitement. Suivant à quel point les données sont en relation, il peut être préférable de faire un nettoyage manuel. Les commandes **COPY** s'exécuteront plus rapidement si vous utilisez une transaction simple et que vous avez désactivé l'archivage des journaux de transaction.
- Si plusieurs processeurs sont disponibles sur le serveur, pensez à utiliser l'option --jobs de pg_restore. Cela permet la parallélisation du chargement des données et de la création des index.
- Exécutez **ANALYZE** après coup.

Une sauvegarde des données seules utilise toujours **COPY** mais elle ne supprime ni ne recrée les index et elle ne touche généralement pas les clés étrangères.¹ Donc, lorsque vous chargez une sauvegarde ne contenant que les données, c'est à vous de supprimer

et recréer les index et clés étrangères si vous souhaitez utiliser ces techniques. Il est toujours utile d'augmenter `max_wal_size` lors du chargement des données mais ne vous embêtez pas à augmenter `maintenance_work_mem` ; en fait, vous le ferez lors d'une nouvelle création manuelle des index et des clés étrangères. Et n'oubliez pas **ANALYZE** une fois que vous avez terminé ; voir Section 24.1.3, « Maintenir les statistiques du planificateur » et Section 24.1.6, « Le démon auto-vacuum » pour plus d'informations.

14.5. Configuration avec une perte acceptée

La durabilité est une fonctionnalité des serveurs de bases de données permettant de garantir l'enregistrement des transactions validées même si le serveur s'arrête brutalement, par exemple en cas de coupure électrique. Néanmoins, la durabilité ajoute une surcharge significative. Si votre base de données n'a pas besoin de cette garantie, PostgreSQL™ peut être configuré pour fonctionner bien plus rapidement. Voici des modifications de configuration que vous pouvez faire pour améliorer les performances dans ce cas. Sauf indication contraire, la durabilité des transactions est garantie dans le cas d'un crash du serveur de bases de données ; seul un arrêt brutal du système d'exploitation crée un risque de perte de données ou de corruption quand ces paramètres sont utilisés.

- Placer le répertoire des données dans un système de fichiers en mémoire (par exemple un disque RAM). Ceci élimine toutes les entrées/sorties disque de la base de données. Cela limite aussi la quantité de mémoire disponible (et peut-être aussi du swap).
- Désactiver `fsync` ; il n'est pas nécessaire d'écrire les données sur disque.
- Désactiver `synchronous_commit` ; il n'est pas forcément nécessaire d'écrire les journaux de transactions WAL à chaque validation de transaction. Ce paramètre engendre un risque de perte de transactions (mais pas de corruption de données) dans le cas d'un arrêt brutal de la *base de données*.
- Désactiver `full_page_writes` ; il n'est pas nécessaire de se prémunir contre les écritures de pages partielles.
- Augmenter `max_wal_size` et `checkpoint_timeout` ; cela réduit les fréquences des CHECKPOINT mais augmente l'espace disque nécessaire dans `pg_xlog`.
- Créer des tables non journalisées pour éviter des écritures dans les WAL, bien que cela rende les tables non résistantes à un arrêt brutal.

¹ Vous pouvez obtenir l'effet de désactivation des clés étrangères en utilisant l'option `--disable-triggers` mais réalisez que cela élimine, plutôt que repousse, la validation des clés étrangères et qu'il est du coup possible d'insérer des données mauvaises si vous l'utilisez.

Chapitre 15. Requêtes parallélisées

PostgreSQL™ peut préparer des plans de requêtes utilisant plusieurs CPU pour répondre plus rapidement à certaines requêtes. Cette fonctionnalité est connue sous le nom de requêtes parallélisées. Un grand nombre de requêtes ne peuvent pas bénéficier de cette fonctionnalité, soit à cause de la limitation de l'implémentation actuelle soit parce qu'il n'existe pas de plan imaginable qui soit plus rapide qu'un plan sériel. Néanmoins, pour les requêtes pouvant en bénéficier, l'accélération due à une requête parallélisée est souvent très significative. Beaucoup de ces requêtes peuvent s'exécuter au moins deux fois plus rapidement grâce à la parallélisation, et certaines requêtes quatre fois voire plus. Les requêtes touchant à une grande quantité de données mais ne retournant que quelques lignes à l'utilisateur sont généralement celles qui bénéficient le plus de cette fonctionnalité. Ce chapitre explique quelques détails sur le fonctionnement des requêtes parallélisées et dans quelles situations elles peuvent être utilisées pour que les utilisateurs intéressés sachent quoi en attendre.

15.1. Comment fonctionne la parallélisation des requêtes

Quand l'optimiseur détermine que la parallélisation est la stratégie la plus rapide pour une requête particulière, il crée un plan d'exécution incluant un *nœud Gather*. En voici un exemple simple :

```
EXPLAIN SELECT * FROM pgbench_accounts WHERE filler LIKE '%x%';
   QUERY PLAN
-----
Gather  (cost=1000.00..217018.43 rows=1 width=97)
  Workers Planned: 2
    -> Parallel Seq Scan on pgbench_accounts  (cost=0.00..216018.33 rows=1 width=97)
        Filter: (filler ~~~ '%x%'::text)
(4 rows)
```

Dans tous les cas, le nœud *Gather* aura exactement un nœud enfant, qui est la portion du plan exécutée en parallèle. Si le nœud *Gather* est à la racine du plan, alors la requête entière est parallélisée. S'il est placé ailleurs dans le plan, alors seulement cette portion du plan s'exécutera en parallèle. Dans l'exemple ci-dessus, la requête accède à une seule table, donc il n'existe qu'un seul autre nœud de plan que le nœud *Gather* lui-même ; comme ce nœud est un enfant du nœud *Gather*, il s'exécutera en parallèle.

En utilisant EXPLAIN, vous pouvez voir le nombre de processus d'aide (appelés *workers*) choisis par le planificateur. Quand le nœud *Gather* est atteint lors de l'exécution de la requête, le processus en charge de la session demandera un nombre de processus d'arrière plan (*background workers*) égal au nombre de *workers* choisi par le planificateur. Le nombre total de *background workers* pouvant exister à un même moment est limité par le paramètre *max_worker_processes* ; il est donc possible qu'une requête parallélisée s'exécute avec moins de *workers* que prévu, voire même sans *worker* du tout. Le plan optimal peut dépendre du nombre de *workers* disponibles, ce qui peut résulter en de médiocres performances des requêtes. Si cela survient fréquemment, étudiez l'augmentation de *max_worker_processes* pour qu'un plus grand nombre de *workers* puissent travailler simultanément ou la diminution de *max_parallel_workers_per_gather* pour que le planificateur réclame moins de *workers*.

Chaque processus *background worker* démarré avec succès dans une requête parallélisée donnée exécutera la portion du plan descendant du nœud *Gather*. Le processus principal, appelé *leader*, exécutera aussi cette portion du plan bien qu'il ait des responsabilités supplémentaires : il doit aussi lire toutes les lignes générées par les *workers*. Quand la portion parallélisée du plan ne génère qu'un petit nombre de lignes, le *leader* se comportera souvent comme un *worker* supplémentaire, accélérant l'exécution de la requête. Par contre, quand la portion parallèle du plan génère un grand nombre de lignes, le *leader* peut être accaparé par la lecture des lignes générées par les *workers* et par le traitement des autres étapes au-dessus du nœud *Gather*. Dans de tels cas, le *leader* travaillera très peu sur la portion parallélisée du plan.

15.2. Quand la parallélisation des requêtes peut-elle être utilisée ?

Il existe plusieurs paramètres pouvant empêcher le planificateur de la requête de générer un plan parallélisé quelque soient les circonstances. Pour faire en sorte que des plans parallélisés puissent être générés, les paramètres suivants doivent être configurés ainsi :

- *max_parallel_workers_per_gather* doit être configuré à une valeur strictement positive. Ceci est un cas spécial du principe plus général qu'il n'y aura pas plus de *workers* que le nombre configuré via *max_parallel_workers_per_gather*.
- *dynamic_shared_memory_type* doit être configuré à une valeur autre que *none*. Les requêtes parallélisées nécessitent de la mémoire partagée dynamique pour fournir des données entre les processus participant à la parallélisation.

De plus, le système ne doit pas fonctionner en mode mono-utilisateur. Comme le système de bases de données entier fonctionne alors avec un seul processus, aucun *background worker* ne sera disponible.

Même quand il est habituellement possible de générer des plans pour des requêtes parallélisées, le planificateur n'en générera pas pour une requête donnée si une des conditions suivantes est remplie :

- La requête écrit des données ou verrouille des lignes de la base. Si une requête contient une opération de modification de données, soit au niveau supérieur, soit dans une CTE, aucun plan parallèle ne peut être généré pour cette requête. Ceci est une limitation de l'implémentation actuelle qui pourrait être supprimée dans une prochaine version.
- La requête est susceptible d'être suspendue durant l'exécution. Dans des situations où le système pense qu'une exécution pourrait être partielle ou incrémentale, aucun plan parallèle n'est généré. Par exemple, un curseur créé avec `DECLARE CURSOR` n'utilisera jamais un plan parallélisé. De façon similaire, une boucle PL/pgSQL de la forme `FOR x IN query LOOP .. END LOOP` n'utilisera jamais un plan parallélisé car le système est incapable de vérifier que le code dans la boucle peut s'exécuter en toute sécurité avec une requête parallélisée.
- La requête utilise une fonction marquée `PARALLEL UNSAFE` (à parallélisation sûre). La plupart des fonctions systèmes sont `PARALLEL SAFE`, mais les fonctions utilisateurs sont marquées `PARALLEL UNSAFE` par défaut. Voir la discussion de Section 15.4, « Sécurité sur la parallélisation ».
- La requête est exécutée à l'intérieur d'une autre requête qui est déjà parallélisée. Par exemple, si une fonction appelée par une requête parallélisée exécute elle-même une requête SQL, celle-ci n'utilisera jamais un plan parallélisé. Ceci est une limitation de l'implémentation actuelle mais il ne serait pas forcément souhaitable de la supprimer car cela pourrait mener à ce que des requêtes simples utilisent un très grand nombre de processus.
- Le niveau d'isolation de la transaction est *serializable*. Ceci est une limitation de l'implémentation actuelle.

Même quand un plan parallélisé est généré pour une requête donnée, différentes circonstances rendront impossible l'exécution en parallèle. Si cela arrive, le *leader* exécutera tout seul la portion du plan sous le nœud `Gather`, pratiquement comme s'il n'était pas là. Ceci surviendra si une des conditions suivantes est vérifiée :

- Aucun *background worker* ne peut être obtenu à cause d'une limitation sur le nombre total de *background workers*, due au paramètre `max_worker_processes`.
- Le client envoie un message `Execute` avec un nombre à récupérer différent de zéro. Voir la discussion sur le protocole de requête étendu. Comme la bibliothèque libpq ne fournit actuellement aucun moyen pour envoyer ce type de message, cela peut seulement survenir suite à l'utilisation d'un client qui ne se base pas sur la libpq. Si cela arrive fréquemment, il pourrait être une bonne idée de configurer `max_parallel_workers_per_gather` pour les sessions où cela pourrait survenir, pour éviter de générer des plans de requêtes non optimales s'ils sont exécutés de façon sérialisé.
- Une requête préparée est exécutée en utilisant une instruction `CREATE TABLE ... AS EXECUTE ...`. Cette construction convertit ce qui serait autrement une opération en lecture seule en une opération en lecture/écriture, la rendant ainsi inutilisable pour une requête parallélisée.
- Le niveau de transaction est *serializable*. Cette situation ne doit normalement pas survenir car des plans de requêtes parallélisés ne sont pas générés dans une transaction *serializable*. Néanmoins, il peut arriver que le niveau d'isolation de la transaction soit modifié après la génération du plan et avant son exécution.

15.3. Plans parallélisés

Comme chaque *worker* exécute la portion parallélisée du plan jusqu'à la fin, il n'est pas possible de prendre un plan de requête ordinaire et de l'exécuter en utilisant plusieurs *workers*. Chaque *worker* produirait une copie complète du jeu de résultats, donc la requête ne s'exécuterait pas plus rapidement qu'à la normale, et produirait des résultats incorrects. À la place, la portion parallélisée du plan est considérée en interne par l'optimiseur comme un *plan partiel* ; c'est-à-dire construit de façon à ce que chaque processus exécutant le plan ne génère qu'un sous-ensemble des lignes en sortie, et que chacune ait la garantie d'être générée par exactement un des processus participants.

15.3.1. Parcours parallélisées

Actuellement, le seul type de parcours qui ait été modifié pour fonctionner avec des requêtes parallélisées est le parcours séquentiel (`Seq Scan`). De ce fait, la table en question dans un plan parallélisé sera toujours parcourue en utilisant un `Parallel Seq Scan`. Les blocs de la relation sont répartis entre les processus participants. Les blocs sont gérés un par un, donc cet accès à la relation reste séquentiel. Chaque processus visite chaque ligne du bloc qui lui est assigné avant de réclamer un nouveau bloc.

15.3.2. Jointures parallélisées

La table peut être jointe à une ou plusieurs autres tables en utilisant une boucle imbriquée (*nested loop* ou une jointure par hachage (*hash join*)). Le côté interne de la jointure peut être n'importe quel type de plan non parallélisé supporté par le planificateur par

ailleurs, pourvu qu'il soit sûr de l'exécuter dans un *worker* parallélisé. Par exemple, ce peut être un parcours d'index recherchant une valeur prise dans la table externe. Chaque *worker* exécutera complètement le côté interne de la jointure, ce qui explique que les workers d'une jointure par hachage construisent chacun une table de hachage identique.

15.3.3. Agrégations parallélisées

PostgreSQL™ procède à l'agrégation parallélisée en deux étapes. Tout d'abord, chaque processus de la partie parallélisée de la requête réalise une étape d'agrégation, produisant un résultat partiel pour chaque groupe qu'il connaît. Ceci se reflète dans le plan par le nœud `PartialAggregate`. Puis les résultats partiels sont transférés au *leader* via le nœud `Gather`. Enfin, le *leader* ré-agrège les résultats partiels de tous les *workers* pour produire le résultat final. Ceci apparaît dans le plan sous la forme d'un nœud `Finalize Aggregate`.

Comme le nœud `Finalize Aggregate` s'exécute sur le processus leader, les requêtes produisant un nombre relativement important de groupes en comparaison du nombre de lignes en entrée apparaîtront moins favorable au planificateur de requêtes. Par exemple, dans le pire scénario, le nombre de groupes vus par le nœud `Finalize Aggregate` pourrait être aussi grand que le nombre de lignes en entrée qui ont été traitées par les processus worker à l'étape `Partial Aggregate`. Dans de tels cas, il n'y aura clairement aucun intérêt au niveau des performances à utiliser l'agrégation parallélisée. Le planificateur de requêtes prend cela en compte lors du processus de planification et a peu de chance de choisir un agrégat parallélisé sur ce scénario.

L'agrégation parallélisée n'est pas supportée dans toutes les situations. Chaque agrégat doit être sûr à la parallélisation et doit avoir une fonction de combinaison. Si l'agrégat a un état de transition de type `internal`, il doit avoir des fonctions de sérialisation et de désérialisation. Voir `CREATE AGGREGATE(7)` pour plus de détails. L'agrégation parallélisée n'est pas supportée si un appel à la fonction d'agrégat contient une clause `DISTINCT` ou `ORDER BY` ainsi que pour les agrégats d'ensembles triés ou quand la requête contient une clause `GROUPING SETS`. Elle ne peut être utilisée que si toutes les jointures impliquées dans la requête sont dans la partie parallélisée du plan.

15.3.4. Conseils pour les plans parallélisés

Si une requête ne produit pas un plan parallélisé comme attendu, vous pouvez tenter de réduire `parallel_setup_cost` ou `parallel_tuple_cost`. Bien sûr, ce plan pourrait bien finir par être plus lent que le plan sériel préféré par le planificateur mais ce ne sera pas toujours le cas. Si vous n'obtenez pas un plan parallélisé même pour de très petites valeurs de ces paramètres (par exemple après les avoir définis tous les deux à zéro), le planificateur a peut-être une bonne raison pour ne pas le faire pour votre requête. Voir Section 15.2, « Quand la parallélisation des requêtes peut-elle être utilisée ? » et Section 15.4, « Sécurité sur la parallélisation » pour des explications sur les causes possibles.

Lors de l'exécution d'un plan parallélisé, vous pouvez utiliser `EXPLAIN (ANALYZE, VERBOSE)` qui affichera des statistiques par *worker* pour chaque noeud du plan. Ce peut être utile pour déterminer si le travail est correctement distribué entre les nœuds du plan et plus généralement pour comprendre les caractéristiques de performance du plan.

15.4. Sécurité sur la parallélisation

Le planificateur classe les opérations impliquées dans une requête comme étant à *parallélisation sûre*, *restreintes*, ou *non sûres*. Une opération à parallélisation sûre est une opération n'entrant pas en conflit avec une requête parallélisée. Une opération à parallélisation restreinte ne peut pas être exécutée par un *worker* parallélisé, mais peut l'être par le *leader* pendant l'exécution. De ce fait, les opérations à parallélisation restreinte ne peuvent jamais survenir sous un nœud `Gather`. Une opération à parallélisation non sûre ne peut être exécutée dans une requête parallélisée, y compris au niveau du *leader*. Quand une requête contient quoi que ce soit non sûr à paralléliser, la parallélisation y est complètement désactivée.

Les opérations suivantes sont toujours à parallélisation restreinte.

- Parcours de CTE (*Common Table Expressions*).
- Parcours de tables temporaires.
- Parcours de tables externes, sauf si le wrapper de données distantes a une API `IsForeignScanParallelSafe` qui indique le contraire.
- Accès à un `InitPlan` ou à un `SubPlan`.

15.4.1. Marquage de parallélisation pour les fonctions et agrégats

Le planificateur ne peut pas déterminer automatiquement si une fonction ou un agrégat défini par un utilisateur est à parallélisation sûre, restreinte ou non sûre car cela nécessiterait de pouvoir prédire chaque opération réalisée par la fonction. En général, c'est équivalent au problème de l'arrêt et de ce fait, impossible. Même pour des fonctions simples où cela pourrait se faire, nous n'essayons pas car cela serait coûteux et sujet à erreurs. À la place, toutes les fonctions définies par des utilisateurs sont supposées à parallélisation non sûre sauf indication contraire. Lors de l'utilisation des instructions `CREATE FUNCTION(7)` et `ALTER`

FUNCTION(7), un marquage est possible en spécifiant PARALLEL SAFE, PARALLEL RESTRICTED ou PARALLEL UNSAFE suivant ce qui est approprié. Lors de l'utilisation de CREATE AGGREGATE(7), l'option PARALLEL peut être spécifiée comme SAFE, RESTRICTED ou UNSAFE.

Les fonctions et agrégats doivent être marqués PARALLEL UNSAFE s'ils écrivent dans la base, accèdent à des séquences, modifient l'état de la transaction même temporairement (par exemple, une fonction PL/pgSQL qui définit un bloc EXCEPTION pour récupérer des erreurs), ou font des modifications persistantes sur les paramètres. De façon similaire, les fonctions doivent être marquées PARALLEL RESTRICTED si elles accèdent à des tables temporaires, à l'état de connexion du client, à des curseurs, à des requêtes préparées ou à un quelconque état local du processus serveur que le système ne peut pas synchroniser entre les différents *workers*. Par exemple, setseed et random sont à parallélisation restreinte pour cette dernière raison.

En général, si une fonction est marquée comme étant sûre alors qu'elle ne l'est pas (et même si elle est seulement restreinte), ou si une fonction est marquée restreinte alors que sa parallélisation en fait n'est pas sûre, elle peut être cause d'erreurs ou de réponses fausses à l'utilisation dans une requête parallélisée. Les fonctions en langage C peuvent en théorie avoir des comportements indéfinis en cas de mauvais marquage car le système n'a aucun moyen de se défendre contre du code C arbitraire. Cela étant dit, dans la plupart des cas, le résultat ne sera pas pire qu'avec toute autre fonction. En cas de doute, le mieux est probablement de marquer les fonctions en tant que UNSAFE.

Si une fonction exécutée avec un *worker* parallèle acquiert des verrous non détenus par le *leader*, par exemple en exécutant une requête sur une table non référencée dans la requête, ces verrous seront relâchés à la sortie du *worker*, et non pas à la fin de la transaction. Si vous écrivez une fonction qui fait cela et que cette différence de comportement a une importance pour vous, marquez ces fonctions comme PARALLEL RESTRICTED pour vous assurer qu'elles ne s'exécutent qu'au sein du *leader*.

Notez que le planificateur de requêtes ne cherche pas à différer l'évaluation des fonctions ou agrégats à parallélisation restreinte impliqués dans la requête pour obtenir un meilleur plan. Donc, par exemple, si une clause WHERE appliquée à une table particulière est à parallélisation restreinte, le planificateur ne tentera pas de placer le parcours de cette table sous un nœud Gather. Dans certains cas, il serait possible (voire efficace) d'inclure le parcours de cette table dans la partie parallélisée de la requête et de différer l'évaluation de la clause WHERE afin qu'elle se déroule au-dessus du nœud Gather. Néanmoins, le planificateur ne le fait pas.

Partie III. Administration du serveur

Cette partie couvre des thèmes de grand intérêt pour un administrateur de bases de données PostgreSQL™, à savoir l'installation du logiciel, la mise en place et la configuration du serveur, la gestion des utilisateurs et des bases de données et la maintenance. Tout administrateur d'un serveur PostgreSQL™, même pour un usage personnel, mais plus particulièrement en production, doit être familier des sujets abordés dans cette partie.

Les informations sont ordonnées de telle sorte qu'un nouvel utilisateur puisse les lire linéairement du début à la fin. Cependant les chapitres sont indépendants et peuvent être lus séparément. L'information est présentée dans un style narratif, regroupée en unités thématiques. Les lecteurs qui recherchent une description complète d'une commande particulière peuvent se référer à la Partie VI, « Référence ».

Les premiers chapitres peuvent être compris sans connaissances préalables. Ainsi, de nouveaux utilisateurs installant leur propre serveur peuvent commencer leur exploration avec cette partie.

Le reste du chapitre concerne l'optimisation (tuning) et la gestion. Le lecteur doit être familier avec l'utilisation générale du système de bases de données PostgreSQL™. Les lecteurs sont encouragés à regarder la Partie I, « Tutoriel » et la Partie II, « Langage SQL » pour obtenir des informations complémentaires.

Chapitre 16. Procédure d'installation de PostgreSQL™ du code source

Ce document chapitre décrit l'installation de PostgreSQL™ en utilisant le code source. (Ce document chapitre peut être ignoré lors de l'installation d'une distribution pré-empaquetée, paquet RPM ou Debian, par exemple. Il est alors plus utile de lire les instruction du mainteneur du paquet.)

16.1. Version courte

```
./configure  
make  
su  
make install  
adduser postgres  
mkdir /usr/local/pgsql/data  
chown postgres /usr/local/pgsql/data  
su - postgres  
/usr/local/pgsql/bin/initdb -D /usr/local/pgsql/data  
/usr/local/pgsql/bin/postgres -D /usr/local/pgsql/data >logfile 2>&1 &  
/usr/local/pgsql/bin/createdb test  
/usr/local/pgsql/bin/psql test
```

Le reste du document chapitre est la version longue.

16.2. Prérequis

En général, les plateformes style unix modernes sont capables d'exécuter PostgreSQL™. Les plateformes sur lesquelles des tests ont été effectués sont listées dans la Section 16.8, « Plateformes supportées » ci-après. Dans le répertoire doc de la distribution, il y a plusieurs FAQ spécifiques à des plateformes particulières à consulter en cas de difficultés.

Les logiciels suivants sont nécessaires pour compiler PostgreSQL™ :

- GNU make version 3.80 (ou une version plus récente) est nécessaire ; les autres programmes make ou les versions plus anciennes de GNU make ne fonctionnent pas. (GNU make est parfois installé sous le nom gmake). Pour connaître la version utilisée, saisir
make --version
- Il est nécessaire d'avoir un compilateur C ISO/ANSI (au minimum compatible avec C89). Une version récente de GCC™ est recommandée mais PostgreSQL™ est connu pour être compilable avec de nombreux compilateurs de divers vendeurs.
- tar est requis pour déballer la distribution des sources, associé à gzip ou bzip2.
- La bibliothèque GNU Readline™ est utilisée par défaut. Elle permet à psql (l'interpréteur de ligne de commandes SQL de PostgreSQL) de se souvenir de chaque commande saisie, et permet d'utiliser les touches de flèches pour rappeler et éditer les commandes précédentes. C'est très pratique et fortement recommandé. Pour ne pas l'utiliser, il faut préciser **--without-readline** au moment de l'exécution de la commande **configure**. Une alternative possible est l'utilisation de la bibliothèque libedit sous licence BSD, développée au début sur NetBSD™. La bibliothèque libedit est compatible GNU Readline™ et est utilisée si cette dernière n'est pas trouvée ou si **--with-libedit-preferred** est utilisé sur la ligne de commande de **configure**. Lorsqu'une distribution Linux à base de paquets est utilisée, si les paquets readline et readline-devel sont séparés, il faut impérativement installer les deux.
- La bibliothèque de compression zlib™ est utilisée par défaut. Pour ne pas l'utiliser, il faut préciser **--without-zlib** à **configure**. Cela a pour conséquence de désactiver le support des archives compressées dans pg_dump et pg_restore.

Les paquets suivants sont optionnels. S'ils ne sont pas obligatoires lors d'une compilation par défaut de PostgreSQL™, ils le deviennent lorsque certaines options sont utilisées, comme cela est expliqué par la suite.

- Pour installer le langage procédural PL/Perl, une installation complète de Perl™, comprenant la bibliothèque libperl et les fichiers d'en-tête, est nécessaire. La version minimale requise est Perl™ 5.8.3.

Comme PL/Perl est une bibliothèque partagée, la bibliothèque libperl doit aussi être partagée sur la plupart des plateformes. C'est désormais le choix par défaut dans les versions récentes de Perl™, mais ce n'était pas le cas dans les versions plus anciennes. Dans tous les cas, c'est du ressort de celui qui installe Perl. **configure** échouera si la construction de PL/

Perl est sélectionnée mais qu'il ne trouve pas une bibliothèque partagée `libperl`. Dans ce cas, vous devrez reconstruire et installer Perl™ manuellement pour être capable de construire PL/Perl. Lors du processus de configuration pour Perl™, demandez une bibliothèque partagée.

Si vous avez l'intention d'avoir plus qu'une utilisation occasionnelle de PL/Perl, vous devez vous assurer que l'installation de Perl™ a été faite avec l'option `usemultiplicity` activée (`perl -V` vous indiquera si c'est le cas).

- Pour compiler le langage de programmation serveur PL/Python, il faut que Python™ soit installé avec les fichiers d'en-tête et le module distutils. La version minimum requise est Python™ 2.3. (Pour fonctionner avec des arguments de fonction de type numeric, une installation 2.3.x doit inclure le module disponible séparément `cdecimal`; il est à noter que les tests de régression de PL/Python échoueront s'il est manquant.) Python 3™ est supporté s'il s'agit d'une version 3.1 ou ultérieure ; voir la documentation de PL/Python Section 44.1, « Python 2 et Python 3 » lors de l'utilisation de Python 3.

Puisque PL/Python doit être une bibliothèque partagée, la bibliothèque `libpython` doit l'être aussi sur la plupart des plateformes. Ce n'est pas le cas des installations par défaut de Python™ construits à partir des sources mais une bibliothèque partagée est disponible dans de nombreuses distributions de systèmes d'exploitation. `configure` échouera si la construction de PL/Python est sélectionnée et qu'il ne peut pas trouver une bibliothèque partagée `libpython`. Cela pourrait signifier que vous avez soit besoin d'installer des packages supplémentaires soit reconstruire (une partie de) l'installation Python™ pour fournir cette bibliothèque partagée. Lors de la construction à partir des sources, exécutez le `configure` de Python™ avec l'option `--enable-shared`.

- Pour construire le langage procédural PL/Tcl, Tcl™ doit être installé. La version minimale requise de Tcl™ est la 8.4.
- Pour activer le support de langage natif (NLS), qui permet d'afficher les messages d'un programme dans une langue autre que l'anglais, une implantation de l'API Gettext est nécessaire. Certains systèmes d'exploitation l'intègrent (par exemple, Linux, NetBSD, Solaris). Pour les autres systèmes, un paquet additionnel peut être téléchargé sur <http://www.gnu.org/software/gettext/>. Pour utiliser l'implantation Gettext des bibliothèques C GNU, certains utilitaires nécessitent le paquet GNU Gettext™. Il n'est pas nécessaire dans les autres implantations.
- Vous avez besoin de Kerberos, OpenSSL™, OpenLDAP™ ou PAM pour bénéficier de l'authentification ou du chiffrement en utilisant ces services.
- Pour construire la documentation PostgreSQL™, il existe un ensemble de prérequis séparé ; voir Section J.2, « Ensemble d'outils » l'annexe du manuel sur la documentation.

En cas de compilation à partir d'une arborescence Git et non d'un paquet de sources publié, ou pour faire du développement au niveau serveur, les paquets suivants seront également nécessaires :

- GNU Flex et Bison sont nécessaires pour compiler à partir d'un export du Git ou lorsque les fichiers de définition de l'analyseur ou du « scanner » sont modifiés. Les versions nécessaires sont Flex 2.5.31 ou ultérieure et Bison 1.875 ou ultérieure. Les autres programmes lex et yacc ne peuvent pas être utilisés.
- Perl 5.8.3 ou ultérieur est aussi nécessaire pour construire les sources du Git, ou lorsque les fichiers en entrée pour n'importe laquelle des étapes de construction qui utilisent des scripts Perl ont été modifiés. Sous Windows, Perl est nécessaire dans tous les cas. Perl is also required to run some test suites.

Si d'autres paquets GNU sont nécessaires, ils peuvent être récupérés sur un site miroir de GNU (voir <http://www.gnu.org/order/ftp.html> pour la liste) ou sur <ftp://ftp.gnu.org/gnu/>.

Il est important de vérifier qu'il y a suffisamment d'espace disque disponible. 100 Mo sont nécessaires pour la compilation et 20 Mo pour le répertoire d'installation. Un groupe de bases de données vide nécessite 35 Mo ; les fichiers des bases prennent cinq fois plus d'espace que des fichiers texte contenant les mêmes données. Si des tests de régression sont prévus, 150 Mo supplémentaires sont temporairement nécessaires. On peut utiliser la commande `df` pour vérifier l'espace disque disponible.

16.3. Obtenir les sources

Les sources de PostgreSQL™ 9.6.5 peuvent être obtenues dans la section de téléchargement de notre site web : [téléchargement](#). Vous devriez obtenir un fichier nommé `postgresql-9.6.5.tar.gz` ou `postgresql-9.6.5.tar.bz2`. Après avoir obtenu le fichier, on le décomprime :

```
gunzip postgresql-9.6.5.tar.gz
tar xf postgresql-9.6.5.tar
```

(Utilisez `bunzip2` à la place de `gunzip` si vous avez le fichier `.bz2`.) Cela crée un répertoire `postgresql-9.6.5` contenant les sources de PostgreSQL™ dans le répertoire courant. Le reste de la procédure d'installation s'effectue depuis ce répertoire.

Les sources peuvent également être obtenues directement à partir du système de contrôle de version. Pour plus d'informations, voir Annexe I, Dépôt du code source.

16.4. Procédure d'installation

1. Configuration

La première étape de la procédure d'installation est de configurer l'arborescence système et de choisir les options intéressantes. Ce qui est fait en exécutant le script `configure`. Pour une installation par défaut, entrer simplement

```
./configure
```

Ce script exécutera de nombreux tests afin de déterminer les valeurs de certaines variables dépendantes du système et de détecter certains aléas relatifs au système d'exploitation. Il créera divers fichiers dans l'arborescence de compilation pour enregistrer ce qui a été trouvé. `configure` peut aussi être exécuté à partir d'un répertoire hors de l'arborescence des sources pour conserver l'arborescence de compilation séparé. Cette procédure est aussi appelé une construction a *VPATH* build. Voici comment la faire :

```
mkdir build_dir
cd build_dir
/path/to/source/tree/configure [les options vont ici]
make
```

La configuration par défaut compilera le serveur et les utilitaires, aussi bien que toutes les applications clientes et interfaces qui requièrent seulement un compilateur C. Tous les fichiers seront installés par défaut sous `/usr/local/pgsql`.

Les processus de compilation et d'installation peuvent être personnalisés par l'utilisation d'une ou plusieurs options sur la ligne de commande après `configure` :

`--prefix=PREFIX`

Installe tous les fichiers dans le répertoire `PREFIX` au lieu du répertoire `/usr/local/pgsql`. Les fichiers actuels seront installés dans divers sous-répertoires ; aucun fichier ne sera directement installé sous `PREFIX`.

Pour satisfaire des besoins spécifiques, les sous-répertoires peuvent être personnalisés à l'aide des options qui suivent. Toutefois, en laissant les options par défaut, l'installation est déplaçable, ce qui signifie que le répertoire peut être déplacé après installation. (Cela n'affecte pas les emplacements de man et doc.)

Pour les installations déplaçables, on peut utiliser l'option `--disable-rpath` de `configure`. De plus, il faut indiquer au système d'exploitation comment trouver les bibliothèques partagées.

`--exec-prefix=EXEC-PREFIX`

Les fichiers qui dépendent de l'architecture peuvent être installés dans un répertoire différent, `EXEC-PREFIX`, de celui donné par `PREFIX`. Ce qui peut être utile pour partager les fichiers dépendant de l'architecture entre plusieurs machines. S'il est omis, `EXEC-PREFIX` est égal à `PREFIX` et les fichiers dépendant seront installés sous la même arborescence que les fichiers indépendants de l'architecture, ce qui est probablement le but recherché.

`--bindir=REPERTOIRE`

Précise le répertoire des exécutables. Par défaut, il s'agit de `EXEC-PREFIX/bin`, ce qui signifie `/usr/local/pgsql/bin`.

`--sysconfdir=REPERTOIRE`

Précise le répertoire de divers fichiers de configuration. Par défaut, il s'agit de `PREFIX/etc`.

`--libdir=REPERTOIRE`

Précise le répertoire d'installation des bibliothèques et des modules chargeables dynamiquement. Par défaut, il s'agit de `EXEC-PREFIX/lib`.

`--includedir=REPERTOIRE`

Précise le répertoire d'installation des en-têtes C et C++. Par défaut, il s'agit de `PREFIX/include`.

`--datarootdir=REPERTOIRE`

Indique le répertoire racine de différents types de fichiers de données en lecture seule. Cela ne sert qu'à paramétriser des valeurs par défaut pour certaines des options suivantes. La valeur par défaut est `PREFIX/share`.

`--datadir=REPERTOIRE`

Indique le répertoire pour les fichiers de données en lecture seule utilisés par les programmes installés. La valeur par défaut est `DATAROOTDIR`. Cela n'a aucun rapport avec l'endroit où les fichiers de base de données seront placés.

`--localedir=REPERTOIRE`

Indique le répertoire pour installer les données locales, en particulier les fichiers catalogues de traductions de messages. La

valeur par défaut est *DATAROOTDIR/locale*.

--mandir=*RÉPERTOIRE*

Les pages man fournies avec PostgreSQL™ seront installées sous ce répertoire, dans leur sous-répertoire *manx* respectif. Par défaut, il s'agit de *DATAROOTDIR/man*.

--docdir=*RÉPERTOIRE*

Configure le répertoire racine pour installer les fichiers de documentation, sauf les pages « man ». Ceci ne positionne la valeur par défaut que pour les options suivantes. La valeur par défaut pour cette option est *DATAROOTDIR/doc/postgresql*.

--htmldir=*RÉPERTOIRE*

La documentation formatée en HTML pour PostgreSQL™ sera installée dans ce répertoire. La valeur par défaut est *DATAROOTDIR*.



Note

Une attention toute particulière a été prise afin de rendre possible l'installation de PostgreSQL™ dans des répertoires partagés (comme */usr/local/include*) sans interférer avec des noms de fichiers relatifs au reste du système. En premier lieu, le mot « */postgresql* » est automatiquement ajouté aux répertoires *datadir*, *sysconfdir* et *docdir*, à moins que le nom du répertoire à partir de la racine contienne déjà le mot « *postgres* » ou « *pgsql* ». Par exemple, si */usr/local* est choisi comme préfixe, la documentation sera installée dans */usr/local/doc/postgresql*, mais si le préfixe est */opt/postgres*, alors il sera dans */opt/postgres/doc*. Les fichiers d'en-tête publics C de l'interface cliente seront installés sous *includedir* et sont indépendants des noms de fichiers relatifs au reste du système. Les fichiers d'en-tête privés et les fichiers d'en-tête du serveur sont installés dans des répertoires privés sous *includedir*. Voir la documentation de chaque interface pour savoir comment obtenir ces fichiers d'en-tête. Enfin, un répertoire privé sera aussi créé si nécessaire sous *libdir* pour les modules chargeables dynamiquement.

--with-extra-version=*STRING*

Ajoute *STRING* au numéro de version de PostgreSQL. Cela peut être utilisé, par exemple, pour marquer des binaires compilés depuis des instantanés Git ne faisant pas encore partie d'une version officielle ou contenant des patchs particuliers avec une chaîne de texte supplémentaire telle qu'un identifiant **git describe** ou un numéro de version d'un paquet d'une distribution.

--with-includes=*RÉPERTOIRES*

RÉPERTOIRES est une liste de répertoires séparés par des caractères deux points (:) qui sera ajoutée à la liste de recherche des fichiers d'en-tête. Si vous avez des paquetages optionnels (tels que Readline GNU) installés dans des répertoires non conventionnels, vous pouvez utiliser cette option et certainement l'option --with-libraries correspondante.

Exemple : --with-includes=/opt-gnu/include:/usr-sup/include.

--with-libraries=*RÉPERTOIRES*

RÉPERTOIRES est une liste de recherche de répertoires de bibliothèques séparés par des caractères deux points (:). Si des paquets sont installés dans des répertoires non conventionnels, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser cette option (et l'option correspondante --with-includes).

Exemple : --with-libraries=/opt-gnu/lib:/usr-sup/lib.

--enable-nls[=*LANGUES*]

Permet de mettre en place le support des langues natives (NLS). C'est la possibilité d'afficher les messages des programmes dans une langue autre que l'anglais. *LANGUES* est une liste, optionnelle, des codes des langues que vous voulez supporter séparés par un espace. Par exemple, --enable-nls='de fr' (l'intersection entre la liste et l'ensemble des langues traduites actuellement sera calculée automatiquement). En l'absence de liste, toutes les traductions disponibles seront installées.

Pour utiliser cette option, une implantation de l'API Gettext est nécessaire ; voir ci-dessous.

--with-pgport=*NUMERO*

Positionne *NUMERO* comme numéro de port par défaut pour le serveur et les clients. La valeur par défaut est 5432. Le port peut toujours être changé ultérieurement mais, précisé ici, les exécutables du serveur et des clients auront la même valeur par défaut, ce qui est vraiment très pratique. Habituellement, la seule bonne raison de choisir une valeur autre que celle par défaut est l'exécution de plusieurs serveurs PostgreSQL™ sur la même machine.

--with-perl

Permet l'utilisation du langage de procédures PL/Perl côté serveur.

--with-python

Permet la compilation du langage de procédures PL/Python.

--with-tcl

Permet la compilation du langage de procédures PL/Tcl.

--with-tclconfig=REPERTOIRE

Tcl installe les fichiers `tclConfig.sh`, contenant certaines informations de configuration nécessaires pour compiler le module d'interfaçage avec Tcl. Ce fichier est trouvé automatiquement mais, si pour utiliser une version différente de Tcl, il faut indiquer le répertoire où le trouver.

--with-gssapi

Construire avec le support de l'authentification GSSAPI. Sur de nombreux systèmes, GSSAPI (qui fait habituellement partie d'une installation Kerberos) n'est pas installé dans un emplacement recherché par défaut (c'est-à-dire `/usr/include`, `/usr/lib`), donc vous devez utiliser les options `--with-includes` et `--with-libraries` en plus de cette option. `configure` vérifiera les fichiers d'en-têtes nécessaires et les bibliothèques pour s'assurer que votre installation GSSAPI est suffisante avant de continuer.

--with-krb-srvnam=NOM

Le nom par défaut du service principal de Kerberos utilisé. `postgres` est pris par défaut. Il n'y a habituellement pas de raison de le changer sauf dans le cas d'un environnement Windows, auquel cas il doit être mis en majuscule, `POSTGRES`.

--with-openssl

Compile le support de connexion SSL (chiffrement). Le paquetage OpenSSL™ doit être installé. `configure` vérifiera que les fichiers d'en-tête et les bibliothèques soient installés pour s'assurer que votre installation d'OpenSSL™ est suffisante avant de continuer.

--with-pam

Compile le support PAM (*Modules d'Authentification Pluggable*).

--with-bsd-auth

Compile le support de l'authentification BSD (l'environnement d'authentification BSD est uniquement disponible sur OpenBSD actuellement.)

--with-ldap

Demande l'ajout du support de LDAP pour l'authentification et la recherche des paramètres de connexion (voir la documentation sur l'authentification des clients et libpqSection 32.17, « Recherches LDAP des paramètres de connexion » et Section 20.3.7, « Authentification LDAP »). Sur Unix, cela requiert l'installation du paquet OpenLDAP™. Sur Windows, la bibliothèque WinLDAP™ est utilisée par défaut. `configure` vérifiera l'existence des fichiers d'en-tête et des bibliothèques requis pour s'assurer que votre installation d'OpenLDAP™ est suffisante avant de continuer.

--with-systemd

Compile le support des notifications du service `systemd`. Ceci améliore l'intégration si le binaire du serveur est lancé par `systemd` mais n'a pas d'impact dans le cas contraire (voir Section 18.3, « Lancer le serveur de bases de données » pour plus d'informations). `libsystemd` et les fichiers en-têtes associés doivent être installés pour pouvoir utiliser cette option.

--without-readline

Évite l'utilisation de la bibliothèque Readline (et de celle de libedit). Cela désactive l'édition de la ligne de commande et l'historique dans `psql`, ce n'est donc pas recommandé.

--with-libedit-preferred

Favorise l'utilisation de la bibliothèque libedit (sous licence BSD) plutôt que Readline (GPL). Cette option a seulement un sens si vous avez installé les deux bibliothèques ; dans ce cas, par défaut, Readline est utilisé.

--with-bonjour

Compile le support de Bonjour. Ceci requiert le support de Bonjour dans votre système d'exploitation. Recommandé sur OS X.

--with-uuid=LIBRARY

Compile le module `uuid-ossp` (qui fournit les fonctions pour générer les UUID), en utilisant la bibliothèque UUID spécifiée. `LIBRARY` doit correspondre à une de ces valeurs :

- `bsd` pour utiliser les fonctions UUID trouvées dans FreeBSD, NetBSD et quelques autres systèmes dérivés de BSD

- `e2fs` pour utiliser la bibliothèque UUID créée par le projet `e2fsprogs` ; cette bibliothèque est présente sur la plupart des systèmes Linux et sur OS X, et peut être obtenu sur d'autres plateformes également
- `ossp` pour utiliser la *bibliothèque OSSP UUID*

`--with-ossp-uuid`

Équivalent obsolète de `--with-uuid=ossp`.

`--with-libxml`

Construit avec libxml (active le support SQL/XML). Une version 2.6.23 ou ultérieure de libxml est requise pour cette fonctionnalité.

Libxml installe un programme **xml2-config** qui est utilisé pour détecter les options du compilateur et de l'éditeur de liens. PostgreSQL l'utilisera automatiquement si elle est trouvée. Pour indiquer une installation de libxml dans un emplacement inhabituel, vous pouvez soit configurer la variable d'environnement `XML2_CONFIG` pour pointer vers le programme **xml2-config** appartenant à l'installation, ou utiliser les options `--with-includes` et `--with-libraries`.

`--with-libxslt`

Utilise libxslt pour construire le module `xml2 xml2`. Le module `contrib/xml2` se base sur cette bibliothèque pour réaliser les transformations XSL du XML.

`--disable-integer-datetime`

Désactive le support pour le stockage des intervalles et horodatages en entier 64 bits, et stocke les valeurs de type date/temps en temps que nombre à virgule flottante à la place. Le stockage à virgule flottante des dates/temps était la valeur par défaut dans les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 8.4, mais est maintenant obsolète parce qu'il ne permet pas une précision à la microseconde pour toute l'étendue des valeurs timestamp. Toutefois, le stockage des dates/temps à base d'entiers nécessite un type entier de 64 bits. Par conséquent, cette option peut être utilisée quand ce type de données n'est pas disponible, ou pour maintenir la compatibilité avec des applications écrites pour des versions antérieures de PostgreSQL™. Voir la documentation à propos des types dates/temps Section 8.5, « Types date/heure » pour plus d'informations.

`--disable-float4-byval`

Désactive le passage « par valeur » des valeurs float4, entraînant leur passage « par référence » à la place. Cette option a un coût en performance, mais peut être nécessaire pour maintenir la compatibilité avec des anciennes fonctions créées par l'utilisateur qui sont écrites en C et utilisent la convention d'appel « version 0 ». Une meilleure solution à long terme est de mettre à jour toutes ces fonctions pour utiliser la convention d'appel « version 1 ».

`--disable-float8-byval`

Désactive le passage « par valeur » des valeurs float8, entraînant leur passage « par référence » à la place. Cette option a un coût en performance, mais peut être nécessaire pour maintenir la compatibilité avec des anciennes fonctions créées par l'utilisateur qui sont écrites en C et utilisent la convention d'appel « version 0 ». Une meilleure solution à long terme est de mettre à jour toutes ces fonctions pour utiliser la convention d'appel « version 1 ». Notez que cette option n'affecte pas que float8, mais aussi int8 et quelques types apparentés comme timestamp. Sur les plateformes 32 bits, `--disable-float8-byval` est la valeur par défaut, et il n'est pas permis de sélectionner `--enable-float8-byval`.

`--with-segsize=TAILLESEG`

Indique la *taille d'un segment*, en gigaoctets. Les grandes tables sont divisées en plusieurs fichiers du système d'exploitation, chacun de taille égale à la taille de segment. Cela évite les problèmes avec les limites de tailles de fichiers qui existent sur de nombreuses plateformes. Si votre système d'exploitation supporte les fichiers de grande taille (« largefile »), ce qui est le cas de la plupart d'entre eux de nos jours, vous pouvez utiliser une plus grande taille de segment. Cela peut être utile pour réduire le nombre de descripteurs de fichiers qui peuvent être utilisés lors de travail sur des très grandes tables. Attention à ne pas sélectionner une valeur plus grande que ce qui est supporté par votre plateforme et le(s) système(s) de fichiers que vous prévoyez d'utiliser. D'autres outils que vous pourriez vouloir utiliser, tels que tar, pourraient aussi limiter la taille maximum utilisable pour un fichier. Il est recommandé, même si pas vraiment nécessaire, que cette valeur soit un multiple de 2. Notez que changer cette valeur impose de faire un initdb.

`--with-blocksize=TAILLEBLOC`

Indique la *taille d'un bloc*, en kilooctets. C'est l'unité de stockage et d'entrée/sortie dans les tables. La valeur par défaut, 8 kilooctets, est appropriée pour la plupart des cas ; mais d'autres valeurs peuvent être utilisées dans des cas spéciaux. Cette valeur doit être une puissance de 2 entre 1 et 32 (kilooctets). Notez que changer cette valeur impose de faire un initdb.

`--with-wal-segsize=TAILLESEG`

Indique la *taille d'un segment WAL*, en mégaoctets. C'est la taille de chaque fichier individuel dans les journaux de transactions. Il peut être utile d'ajuster cette taille pour contrôler la granularité du transport de journaux de transactions. La valeur par défaut est de 16 mégaoctets. La valeur doit être une puissance de 2 entre 1 et 6 (mégaoctets). Notez que changer cette valeur impose de faire un initdb.

--with-wal-blocksize=TAILLEBLOC

Indique la *taille d'un bloc WAL*, en kilooctets. C'est l'unité de stockage et d'entrée/sortie dans le journal des transactions. La valeur par défaut, 8 kilooctets, est appropriée pour la plupart des cas ; mais d'autres valeurs peuvent être utilisées dans des cas spéciaux. La valeur doit être une puissance de 2 entre 1 et 64 (kilooctets).

--disable-spinlocks

Autorise le succès de la construction y compris lorsque PostgreSQL™ n'a pas le support spinlock du CPU pour la plateforme. Ce manque de support résultera en des performances faibles ; du coup, cette option devra seulement être utilisée si la construction échoue et vous informe du manque de support de spinlock sur votre plateforme. Si cette option est requise pour construire PostgreSQL™ sur votre plateforme, merci de rapporter le problème aux développeurs de PostgreSQL™.

--disable-thread-safety

Désactive la sûreté des threads pour les bibliothèques clients. Ceci empêche les threads concurrents dans les programmes libpq et ECPG de contrôler avec sûreté leur pointeurs de connexion privés.

--with-system-tzdata=RÉPERTOIRE

PostgreSQL™ inclut sa propre base de données des fuseaux horaires, nécessaire pour les opérations sur les dates et les heures. Cette base de données est en fait compatible avec la base de fuseaux horaires IANA fournie par de nombreux systèmes d'exploitation comme FreeBSD, Linux et Solaris, donc ce serait redondant de l'installer une nouvelle fois. Quand cette option est utilisée, la base des fuseaux horaires, fournie par le système, dans *RÉPERTOIRE* est utilisée à la place de celle inclus dans la distribution des sources de PostgreSQL. *RÉPERTOIRE* doit être indiqué avec un chemin absolu. */usr/share/zoneinfo* est un répertoire très probable sur certains systèmes d'exploitation. Notez que la routine d'installation ne détectera pas les données de fuseau horaire différentes ou erronées. Si vous utilisez cette option, il vous est conseillé de lancer les tests de régression pour vérifier que les données de fuseau horaire que vous pointez fonctionnent correctement avec PostgreSQL™.

Cette option a pour cible les distributeurs de paquets binaires qui connaissent leur système d'exploitation. Le principal avantage d'utiliser cette option est que le package PostgreSQL n'aura pas besoin d'être mis à jour à chaque fois que les règles des fuseaux horaires changent. Un autre avantage est que PostgreSQL peut être cross- compilé plus simplement si les fichiers des fuseaux horaires n'ont pas besoin d'être construit lors de l'installation.

--without-zlib

Évite l'utilisation de la bibliothèque Zlib. Cela désactive le support des archives compressées dans pg_dump et pg_restore. Cette option est seulement là pour les rares systèmes qui ne disposent pas de cette bibliothèque.

--enable-debug

Compile tous les programmes et bibliothèques en mode de débogage. Cela signifie que vous pouvez exécuter les programmes via un débogueur pour analyser les problèmes. Cela grossit considérablement la taille des exécutables et, avec des compilateurs autres que GCC, habituellement, cela désactive les optimisations du compilateur, provoquant des ralentissements. Cependant, mettre ce mode en place est extrêmement utile pour repérer les problèmes. Actuellement, cette option est recommandée pour les installations en production seulement si vous utilisez GCC. Néanmoins, vous devriez l'utiliser si vous développez ou si vous utilisez une version bêta.

--enable-coverage

Si vous utilisez GCC, les programmes et bibliothèques sont compilés avec de l'instrumentation de test de couverture de code. Quand ils sont exécutés, ils génèrent des fichiers dans le répertoire de compilation avec des métriques de couverture de code. Voir Section 31.5, « Examen de la couverture du test » pour davantage d'informations. Cette option ne doit être utilisée qu'avec GCC et uniquement en phase de développement.

--enable-profiling

En cas d'utilisation de GCC, tous les programmes et bibliothèques sont compilés pour qu'elles puissent être profilées. À la sortie du processus serveur, un sous-répertoire sera créé pour contenir le fichier gmon.out à utiliser pour le profilage. Cette option est à utiliser seulement avec GCC lors d'un développement.

--enable-cassert

Permet la vérification des *assertions* par le serveur qui teste de nombreux cas de conditions « impossibles ». Ce qui est inestimable dans le cas de développement, mais les tests peuvent ralentir sensiblement le système. Activer cette option n'influe pas sur la stabilité de votre serveur ! Les assertions vérifiées ne sont pas classées par ordre de sévérité et il se peut qu'un bogue anodin fasse redémarrer le serveur s'il y a un échec de vérification. Cette option n'est pas recommandée dans un environnement de production mais vous devriez l'utiliser lors de développement ou pour les versions bêta.

--enable-depend

Active la recherche automatique des dépendances. Avec cette option, les fichiers makefile sont appelés pour recompiler les fichiers objet dès qu'un fichier d'en-tête est modifié. C'est pratique si vous faites du développement, mais inutile si vous ne voulez que compiler une fois et installer. Pour le moment, cette option ne fonctionne qu'avec GCC.

--enable-dtrace

Compile PostgreSQL™ avec le support de l'outil de trace dynamique, DTrace. Voir Section 28.5, « Traces dynamiques » pour plus d'informations.

Pour pointer vers le programme **dtrace**, la variable d'environnement DTRACE doit être configurée. Ceci sera souvent nécessaire car **dtrace** est typiquement installé sous /usr/sbin, qui pourrait ne pas être dans le chemin.

Des options supplémentaires en ligne de commande peuvent être indiquées dans la variable d'environnement DTRACEFLAGS pour le programme **dtrace**. Sur Solaris, pour inclure le support de DTrace dans un exécutable 64-bit, ajoutez l'option DTRACEFLAGS="-64" pour configurer. Par exemple, en utilisant le compilateur GCC :

```
./configure CC='gcc -m64' --enable-dtrace DTRACEFLAGS='-64' ...
```

En utilisant le compilateur de Sun :

```
./configure CC='/opt/SUNWspro/bin/cc -xtarget=native64' --enable-dtrace DTRACEFLAGS='-64' ...
```

--enable-tap-tests

Active les tests utilisant les outils TAP de Perl. Cela nécessite une installation de Perl et de son module IPC::Run. Voir la documentation Section 31.4, « TAP Tests » pour plus d'informations.

Si vous préférez utiliser un compilateur C différent de ceux listés par `configure`, positionnez la variable d'environnement CC pour qu'elle pointe sur le compilateur de votre choix. Par défaut, `configure` pointe sur `gcc` s'il est disponible, sinon il utilise celui par défaut de la plateforme (habituellement `cc`). De façon similaire, vous pouvez repositionner les options par défaut du compilateur à l'aide de la variable CFLAGS.

Les variables d'environnement peuvent être indiquées sur la ligne de commande `configure`, par exemple :

```
./configure CC=/opt/bin/gcc CFLAGS='-O2 -pipe'
```

Voici une liste des variables importantes qui sont configurables de cette façon :

BISON

programme Bison

CC

compilateur C

CFLAGS

options à passer au compilateur C

CPP

préprocesseur C

CPPFLAGS

options à passer au préprocesseur C

DTRACE

emplacement du programme **dtrace**

DTRACEFLAGS

options à passer au programme **dtrace**

FLEX

programme Flex

LDFLAGS

options à utiliser lors de l'édition des liens des exécutables et des bibliothèques partagées

LDFLAGS_EX

options supplémentaires valables uniquement lors de l'édition des liens des exécutables

LDFLAGS_SL

options supplémentaires valables uniquement lors de l'édition des liens des bibliothèques partagées

MSGFMT

programme **msgfmt** pour le support des langues

PERL

chemin complet vers l'interpréteur Perl. Il sera utilisé pour déterminer les dépendances pour la construction de PL/Perl.

PYTHON

chemin complet vers l'interpréteur Python. Il sera utilisé pour déterminer les dépendances pour la construction de PL/Python. De plus, si Python 2 ou 3 est spécifié ici (ou implicitement choisi), il détermine la variante de PL/Python qui devient disponible. Voir la documentation Section 31.4, « TAP Tests » pour plus d'informations.

Si vous préférez utiliser un compilateur C différent de ceux listés par `configure`, positionnez la variable d'environnement `CC` pour qu'elle pointe sur le compilateur de votre choix. Par défaut, `configure` pointe sur `gcc` s'il est disponible, sinon il utilise celui par défaut de la plateforme (habituellement `cc`). De façon similaire, vous pouvez repositionner les options par défaut du compilateur à l'aide de la variable `CFLAGS`.

Les variables d'environnement peuvent être indiquées sur la ligne de commande `configure`, par exemple :

```
./configure CC=/opt/bin/gcc CFLAGS='-O2 -pipe'
```

Voici une liste des variables importantes qui sont configurables de cette façon :

BISON

programme Bison

CC

compilateur C

CFLAGS

options à passer au compilateur C

CPP

préprocesseur C

CPPFLAGS

options à passer au préprocesseur C

DTRACE

emplacement du programme **dtrace**

DTRACEFLAGS

options à passer au programme **dtrace**

FLEX

programme Flex

LDFLAGS

options à utiliser lors de l'édition des liens des exécutables et des bibliothèques partagées

LDFLAGS_EX

options supplémentaires valables uniquement lors de l'édition des liens des exécutables

LDFLAGS_SL

options supplémentaires valables uniquement lors de l'édition des liens des bibliothèques partagées

MSGFMT

programme **msgfmt** pour le support des langues

PERL

chemin complet vers l'interpréteur Perl. Il sera utilisé pour déterminer les dépendances pour la construction de PL/Perl.

PYTHON

chemin complet vers l'interpréteur Python. Il sera utilisé pour déterminer les dépendances pour la construction de PL/Python. De plus, si Python 2 ou 3 est spécifié ici (ou implicitement choisi), il détermine la variante de PL/Python qui devient disponible. Voir la documentation PL/Python Section 44.1, « Python 2 et Python 3 » pour plus d'informations.

TCLSH

chemin complet vers l'interpréteur Tcl. Il sera utilisé pour déterminer les dépendances pour la construction de PL/Tcl, et il sera substitué dans des scripts Tcl.

XML2_CONFIG

programme **xml2-config** utilisé pour localiser l'installation de libxml.

Parfois, il est utile d'ajouter des options de compilation à l'ensemble choisi par `configure` après coup. Un exemple parlant concerne l'option `-Werror` de gcc qui ne peut pas être incluse dans la variable `CFLAGS` passée à `configure`, car il casse-
ra un grand nombre de tests internes de `configure`. Pour ajouter de telles options, incluez- les dans la variable
d'environnement `COPT` lors de l'exécution de `gmake`. Le contenu de `COPT` est ajouté aux variables `CFLAGS` et `LDFLAGS`
configurées par `configure`. Par exemple, vous pouvez faire :

```
gmake COPT=' -Werror'
```

ou

```
export COPT=' -Werror'  
gmake
```

Note



Lors de l'écriture de code à l'intérieur du serveur, il est recommandé d'utiliser les options `--enable-cassert` (qui active un grand nombre de vérifications d'erreur à l'exécution) et `--enable-debug` (qui améliore l'utilité des outils de débogage) de `configure`.

Si vous utilisez GCC, il est préférable de construire avec un niveau d'optimisation d'au moins `-O1` parce que désactiver toute optimisation (`-O0`) désactive aussi certains messages importants du compilateur (comme l'utilisation de variables non initialisées). Néanmoins, les niveaux d'optimisations peuvent compliquer le débogage parce que faire du pas à pas sur le code compilé ne correspondra pas forcément aux lignes de code une à une. Si vous avez du mal à débugger du code optimisé, recompilez les fichiers intéressants avec `-O0`. Une façon simple de le faire est de passer une option à `make`: `make PROFILE=-O0 file.o`.

Les variables d'environnement `COPT` et `PROFILE` sont gérées de façon identique par les fichiers `makefile` de PostgreSQL™. Laquelle utiliser est une affaire de préférence, mais un usage commun parmi les développeurs est d'utiliser `PROFILE` pour les ajustements inhabituels alors que `COPT` servirait aux variables à configurer à chaque fois.

2. Compilation

Pour démarrer la compilation, saisissez

```
make
```

(Rappelez-vous d'utiliser GNU `make`). La compilation prendra quelques minutes, selon votre matériel. La dernière ligne affichée devrait être

```
All of PostgreSQL successfully made. Ready to install.
```

Si vous voulez construire tout ce qui peut être construit, ceci incluant la documentation (HTML et pages man) et les modules supplémentaires (`contrib`), saisissez à la place :

```
make world
```

La dernière ligne affichée doit être :

```
PostgreSQL, contrib, and documentation successfully made. Ready to install.
```

3. Tests de régression

Si vous souhaitez tester le serveur nouvellement compilé avant de l'installer, vous pouvez exécuter les tests de régression à ce moment. Les tests de régression sont une suite de tests qui vérifient que PostgreSQL™ fonctionne sur votre machine tel que les développeurs l'espèrent. Saisissez

```
make check
```

(cela ne fonctionne pas en tant que root ; faites-le en tant qu'utilisateur sans droits). Le fichier `src/test/regress/README` et la documentation contiennent le Chapitre 31, Tests de régression qui contient des détails sur l'interprétation des résultats de ces tests. Vous pouvez les répéter autant de fois que vous le voulez en utilisant la même commande.

4. Installer les fichiers



Note

Si vous mettez à jour une version existante, assurez-vous d'avoir bien lu la documentation Section 18.6, « Mise à jour d'une instance PostgreSQL™ » qui donne les instructions sur la mise à jour d'un cluster.

Pour installer PostgreSQL™, saisissez

```
make install
```

Cela installera les fichiers dans les répertoires spécifiés dans l'Étape 1. Assurez-vous d'avoir les droits appropriés pour écrire dans ces répertoires. Normalement, vous avez besoin d'être superutilisateur pour cette étape. Une alternative consiste à créer les répertoires cibles à l'avance et à leur donner les droits appropriées.

Pour installer la documentation (HTML et pages man), saisissez :

```
make install-docs
```

Si vous construisez tout, saisissez ceci à la place :

```
make install-world
```

Cela installe aussi la documentation.

Vous pouvez utiliser `make install-strip` en lieu et place de `make install` pour dépouiller l'installation des exécutables et des bibliothèques. Cela économise un peu d'espace disque. Si vous avez effectué la compilation en mode de débogage, ce dépouillage l'enlèvera, donc ce n'est à faire seulement si ce mode n'est plus nécessaire. `install-strip` essaie d'être raisonnable en sauvegardant de l'espace disque mais il n'a pas une connaissance parfaite de la façon de dépouiller un exécutable de tous les octets inutiles. Ainsi, si vous voulez sauvegarder le maximum d'espace disque, vous devrez faire le travail à la main.

L'installation standard fournit seulement les fichiers en-têtes nécessaires pour le développement d'applications clientes ainsi que pour le développement de programmes côté serveur comme des fonctions personnelles ou des types de données écrits en C (avant PostgreSQL™ 8.0, une commande `make install-all-headers` séparée était nécessaire pour ce dernier point mais cette étape a été intégrée à l'installation standard).

Installation du client uniquement : Si vous voulez uniquement installer les applications clientes et les bibliothèques d'interface, alors vous pouvez utiliser ces commandes :

```
make -C src/bin install
make -C src/include install
make -C src/interfaces install
make -C doc install
```

`src/bin` comprend quelques exécutables utilisés seulement par le serveur mais ils sont petits.

Désinstallation : Pour désinstaller, utilisez la commande `make uninstall`. Cependant, cela ne supprimera pas les répertoires créés.

Nettoyage : Après l'installation, vous pouvez libérer de l'espace en supprimant les fichiers issus de la compilation des répertoires sources à l'aide de la commande `make clean`. Cela conservera les fichiers créés par la commande `configure`, ainsi vous pourrez tout recompiler ultérieurement avec `make`. Pour remettre l'arborescence source dans l'état initial, utilisez `make distclean`. Si vous voulez effectuer la compilation pour diverses plateformes à partir des mêmes sources vous devrez d'abord refaire la configuration à chaque fois (autrement, utilisez un répertoire de construction séparé pour chaque plateforme, de façon à ce que le répertoire des sources reste inchangé).

Si vous avez compilé et que vous vous êtes rendu compte que les options de `configure` sont fausses ou si vous changez quoi que ce soit que `configure` prenne en compte (par exemple, la mise à jour d'applications), alors faire un `make distclean` avant de recon-

figurer et recompiler est une bonne idée. Sans ça, vos changements dans la configuration ne seront pas répercutés partout où il faut.

16.5. Initialisation post-installation

16.5.1. Bibliothèques partagées

Sur certains systèmes qui utilisent les bibliothèques partagées (ce que font de nombreux systèmes), vous avez besoin de leurs spécifier comment trouver les nouvelles bibliothèques partagées. Les systèmes sur lesquels ce n'est pas nécessaire comprennent FreeBSD, HP-UX, Linux, NetBSD, OpenBSD et Solaris.

La méthode pour le faire varie selon la plateforme, mais la méthode la plus répandue consiste à positionner des variables d'environnement comme LD_LIBRARY_PATH : avec les shells Bourne (**sh**, **ksh**, **bash**, **zsh**) :

```
LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/pgsql/lib  
export LD_LIBRARY_PATH
```

ou en **csh** ou **tcsch** :

```
setenv LD_LIBRARY_PATH /usr/local/pgsql/lib
```

Remplacez /usr/local/pgsql/lib par la valeur donnée à --libdir dans l'Étape 1. Vous pouvez mettre ces commandes dans un script de démarrage tel que /etc/profile ou ~/bash_profile. Certaines informations pertinentes au sujet de mises en garde associées à cette méthode peuvent être trouvées sur http://xahlee.org/UnixResource_dir/_ldpath.html.

Sur certains systèmes, il peut être préférable de renseigner la variable d'environnement LD_RUN_PATH avant la compilation.

Avec Cygwin, placez le répertoire des bibliothèques dans la variable PATH ou déplacez les fichiers .dll dans le répertoire bin.

En cas de doute, référez-vous aux pages de man de votre système (peut-être **ld.so** ou **rld**). Si vous avez ultérieurement un message tel que

```
psql: error in loading shared libraries  
libpq.so.2.1: cannot open shared object file: No such file or directory
```

alors cette étape est vraiment nécessaire. Faites-y attention.

Si votre système d'exploitation est Linux et que vous avez les accès de superutilisateur, vous pouvez exécuter :

```
/sbin/ldconfig /usr/local/pgsql/lib
```

(ou le répertoire équivalent) après l'installation pour permettre à l'éditeur de liens de trouver les bibliothèques partagées plus rapidement. Référez-vous aux pages man portant sur **ldconfig** pour plus d'informations. Pour les systèmes d'exploitation FreeBSD, NetBSD et OpenBSD, la commande est :

```
/sbin/ldconfig -m /usr/local/pgsql/lib
```

Les autres systèmes d'exploitation ne sont pas connus pour avoir de commande équivalente.

16.5.2. Variables d'environnement

Si l'installation a été réalisée dans /usr/local/pgsql ou à un autre endroit qui n'est pas dans les répertoires contenant les exécutables par défaut, vous devez ajouter /usr/local/pgsql/bin (ou le répertoire fourni à --bindir au moment de l'Étape 1) dans votre PATH. Techniquement, ce n'est pas une obligation mais cela rendra l'utilisation de PostgreSQL™ plus confortable.

Pour ce faire, ajoutez ce qui suit dans le fichier d'initialisation de votre shell, par exemple ~/bash_profile (ou /etc/profile, si vous voulez que tous les utilisateurs l'aient) :

```
PATH=/usr/local/pgsql/bin:$PATH  
export PATH
```

Si vous utilisez le **csh** ou le **tcsch**, alors utilisez la commande :

```
set path = ( /usr/local/pgsql/bin $path )
```

Pour que votre système trouve la documentation man, il vous faut ajouter des lignes telles que celles qui suivent à votre fichier d'initialisation du shell, à moins que vous installiez ces pages dans un répertoire où elles sont mises normalement :

```
MANPATH=/usr/local/pgsql/share/man:$MANPATH  
export MANPATH
```

Les variables d'environnement PGHOST et PGPORT indiquent aux applications clientes l'hôte et le port du serveur de base. Elles

surchargent les valeurs utilisées lors de la compilation. Si vous exécutez des applications clientes à distance, alors c'est plus pratique si tous les utilisateurs peuvent paramétrer PGHOST. Ce n'est pas une obligation, cependant, la configuration peut être communiquée via les options de lignes de commande à la plupart des programmes clients.

16.6. Démarrer

La suite est un résumé rapide de la façon de faire fonctionner PostgreSQL™ une fois l'installation terminée. La documentation principale contient plus d'informations.

1. Créer un compte utilisateur pour le serveur PostgreSQL™. C'est cet utilisateur qui fera démarrer le serveur. Pour un usage en production, vous devez créer un compte sans droits (« postgres » est habituellement utilisé). Si vous n'avez pas les accès superutilisateur ou si vous voulez juste regarder, votre propre compte utilisateur est suffisant. Mais, utiliser le compte superutilisateur pour démarrer le serveur est risqué (au point de vue sécurité) et ne fonctionnera pas.

adduser postgres

2. Faire l'installation de la base de données avec la commande **initdb**. Pour exécuter **initdb**, vous devez être connecté sur votre serveur avec le compte PostgreSQL™. Cela ne fonctionnera pas avec le compte superutilisateur.

```
root# mkdir /usr/local/pgsql/data
root# chown postgres /usr/local/pgsql/data
root# su - postgres
postgres$ /usr/local/pgsql/bin/initdb -D /usr/local/pgsql/data
```

L'option -D spécifie le répertoire où les données seront stockées. Vous pouvez utiliser le chemin que vous voulez, il n'a pas à être sous le répertoire de l'installation. Avant de lancer **initdb**, assurez-vous que le compte serveur peut écrire dans ce répertoire (ou le créer s'il n'existe pas), comme c'est montré ici.

3. À ce moment, si vous n'utilisez pas l'option -A de **initdb**, vous devez modifier le fichier pg_hba.conf pour contrôler les accès en local du serveur avant de le lancer. La valeur par défaut est de faire confiance à tous les utilisateurs locaux.
4. L'étape **initdb** précédente vous a indiqué comment démarrer le serveur de base. Maintenant, faites-le. La commande doit ressembler à :

```
/usr/local/pgsql/bin/postgres -D /usr/local/pgsql/data
```

Cela démarrera le serveur en avant-plan. Pour le mettre en arrière plan faites quelque chose comme :

```
nohup /usr/local/pgsql/bin/postgres -D /usr/local/pgsql/data \
      </dev/null >>server.log 2>&1 </dev/null &
```

Pour arrêter le serveur fonctionnant en arrière-plan, vous pouvez saisir :

```
kill `cat /usr/local/pgsql/data/postmaster.pid`
```

5. Créer une base de données :

createdb testdb

Ensuite, entrez

psql testdb

pour vous connecter à la base. À l'invite, vous pouvez saisir des commandes SQL et commencer l'expérimentation.

16.7. Et maintenant ?

- La distribution de PostgreSQL™ comprend un document compréhensible que vous devriez lire de temps en temps. Après l'installation, le document peut être lu en faisant pointer votre navigateur internet sur /usr/local/pgsql/doc/html/index.html, excepté si vous avez changé les répertoires d'installation.

Le premier chapitre de la documentation est un tutoriel qui devrait être votre première lecture si vous êtes nouveau dans le monde des bases de données SQL. Si vous êtes familier avec les concepts des bases de données, alors vous devriez commencer avec la partie administration du serveur qui contient des informations sur la façon de mettre en place le serveur de base, les bases des utilisateurs et l'authentification.

- Normalement, vous voudrez faire en sorte que le serveur de base démarre automatiquement au boot de la machine. Pour ce faire, quelques suggestions se trouvent dans la documentation.
- Faire les tests de régression sur le serveur installé (en utilisant **make installcheck**). Si vous ne l'avez pas fait auparavant, vous devriez définitivement le faire maintenant. C'est aussi expliqué dans la documentation.
- Par défaut, PostgreSQL™ est configuré pour fonctionner sur un matériel minimal. Ceci lui permet de fonctionner sur pratiquement toutes les configurations matérielles. Néanmoins, la configuration par défaut n'est pas conçue pour des performances optimales. Pour disposer des meilleures performances, plusieurs paramètres serveurs doivent être ajustés, les deux plus communs étant `shared_buffers` et `work_mem`. Les autres paramètres mentionnés dans la documentation affectent aussi les performances.

16.8. Plateformes supportées

Une plateforme (c'est-à-dire une combinaison d'un processeur et d'un système d'exploitation) est considérée supportée par la communauté de développeur de PostgreSQL™ si le code permet le fonctionnement sur cette plateforme et que la construction et les tests de régression ont été récemment vérifiés sur cette plateforme. Actuellement, la plupart des tests de compatibilité de plateforme se fait automatiquement par des machines de tests dans la *ferme de construction de PostgreSQL*. Si vous êtes intéressés par l'utilisation de PostgreSQL™ sur une plateforme qui n'est pas représentée dans la ferme de construction, mais pour laquelle le code fonctionne ou peut fonctionner, nous vous suggérons fortement de construire une machine qui sera membre de la ferme pour que la compatibilité puisse être assurée dans la durée.

En général, PostgreSQL™ doit fonctionner sur les architectures processeur suivantes : x86, x86_64, IA64, PowerPC, PowerPC 64, S/390, S/390x, Sparc, Sparc 64, ARM, MIPS, MIPSEL, M68K et PA-RISC. Un support du code existe pour M32R et VAX mais ces architectures n'ont pas été testées récemment à notre connaissance. Il est souvent possible de construire PostgreSQL™ sur un type de processeur non supporté en précisant `--disable-spinlocks`. Cependant, les performances en souffriront.

PostgreSQL™ doit fonctionner sur les systèmes d'exploitation suivants : Linux (toutes les distributions récentes), Windows (Win2000 SP4 et ultérieure), FreeBSD, OpenBSD, NetBSD, OS X, AIX, HP/UX, Solaris et UnixWare. D'autres systèmes style Unix peuvent aussi fonctionner mais n'ont pas été récemment testés. Dans la plupart des cas, toutes les architectures processeurs supportées par un système d'exploitation donné fonctionneront. Cherchez dans le répertoire Section 16.9, « Notes spécifiques à des plateformes » ci-dessous pour voir s'il y a des informations spécifiques à votre système d'exploitation, tout particulièrement dans le cas d'un vieux système.

Si vous avez des problèmes d'installation sur une plateforme qui est connue comme étant supportée d'après les récents résultats de la ferme de construction, merci de rapporter cette information à <pgsql-bugs@postgresql.org>. Si vous êtes intéressé pour porter PostgreSQL™ sur une nouvelle plateforme, <pgsql-hackers@postgresql.org> est l'endroit approprié pour en discuter.

16.9. Notes spécifiques à des plateformes

Cette section documente des problèmes spécifiques additionnels liés à des plateformes, en ce qui concerne l'installation et le paramétrage de PostgreSQL. Assurez-vous de lire aussi les instructions d'installation, et en particulier Section 16.2, « Prérequis ». Par ailleurs, consultez le fichier `src/test/regress/README` et la documentation Chapitre 31, Tests de régression à propos de l'interprétation des tests de régression.

Les plateformes qui ne sont pas traitées ici n'ont pas de problèmes d'installation spécifiques connus.

16.9.1. AIX

PostgreSQL fonctionne sur AIX, mais réussir à l'installer correctement peut s'avérer difficile. Les versions AIX de la 4.3.3 à la 6.1 sont considérées comme supportées en théorie. Vous pouvez utiliser GCC ou le compilateur natif IBM **xlc**. En général, utiliser des versions récentes d'AIX et PostgreSQL rend la tâche plus simple. Vérifiez la ferme de compilation pour avoir des informations à jour sur les versions d'AIX connues pour être compatibles.

Les niveaux minimums recommandés de correctifs pour les versions supportées de AIX sont :

AIX 4.3.3

Maintenance Level 11 + post ML11 bundle

AIX 5.1

Maintenance Level 9 + post ML9 bundle

AIX 5.2

Technology Level 10 Service Pack 3

AIX 5.3

Technology Level 7

AIX 6.1

Base Level

Pour vérifier votre niveau de correctif, utilisez **oslevel -r** de AIX 4.3.3 à AIX 5.2 ML 7, et **oslevel -s** pour les versions ultérieures.

Utilisez les options de **configure** en plus de vos propres options si vous avez installé Readline ou libz dans /usr/local : -
-with-includes=/usr/local/include --with-libraries=/usr/local/lib.

16.9.1.1. Problèmes avec GCC

Sur AIX 5.3, il y a des problèmes pour compiler et faire fonctionner PostgreSQL avec GCC.

Vous voudrez utiliser une version de GCC supérieure à 3.3.2, en particulier si vous utilisez une version pré-packagée. Nous avons eu de bons résultats avec la 4.0.1. Les problèmes avec les versions précédentes semblent être davantage liés à la façon dont IBM a packagé GCC qu'à des problèmes réels, avec GCC, ce qui fait que si vous compilez GCC vous-même, vous pourriez réussir avec une version plus ancienne de GCC.

16.9.1.2. Sockets du domaine Unix inutilisables

Dans AIX 5.3, la structure sockaddr_storage n'est pas définie avec une taille suffisante. En version 5.3, IBM a augmenté la taille de sockaddr_un, la structure d'adresse pour une socket de domaine Unix, mais n'a pas augmenté en conséquence la taille de sockaddr_storage. La conséquence est que les tentatives d'utiliser une socket de domaine Unix avec PostgreSQL amènent libpq à dépasser la taille de la structure de données. Les connexions TCP/IP fonctionnent, mais pas les sockets de domaine Unix, ce qui empêche les tests de régression de fonctionner.

Le problème a été rapporté à IBM, et est enregistré en tant que rapport de bogue PMR29657. Si vous mettez à jour vers le niveau de maintenance 5300-03 et ultérieur, le correctif sera inclus. Une résolution immédiate est de corriger _SS_MAXSIZE à 1025 dans /usr/include/sys/socket.h. Dans tous les cas, recompilez PostgreSQL une fois que vous avez l'en-tête corrigé.

16.9.1.3. Problèmes avec les adresses internet

PostgreSQL se base sur la fonction système `getaddrinfo` pour analyser les adresses IP dans `listen_addresses` et dans `pg_hba.conf`, etc. Les anciennes versions d'AIX ont quelques bogues dans cette fonction. Si vous avez des problèmes relatifs à ces paramètres, la mise à jour vers le niveau de correctif AIX approprié indiqué ci-dessus pourrait se charger de cela.

Un utilisateur a rapporté :

Lors de l'implémentation de PostgreSQL version 8.1 sur AIX 5.3, nous tombions périodiquement sur des problèmes quand le collecteur de statistiques ne voulait « mystérieusement » pas démarrer. Cela se trouvait être le résultat d'un comportement inattendu dans l'implémentation d'IPv6. Il semble que PostgreSQL et IPv6 ne fonctionnent pas bien ensemble sur AIX 5.3.

Chacune des actions suivantes « corrige » le problème.

- Supprimer l'adresse IPv6 pour localhost :

```
(as root)
# ifconfig lo0 inet6 ::1/0 delete
```

- Supprimer IPv6 des services réseau. Le fichier /etc/netsvc.conf sur AIX est en gros équivalent à /etc/nsswitch.conf sur Solaris/Linux. La valeur par défaut, sur AIX, est donc :

```
hosts=local,bind
```

Remplacez ceci avec :

```
hosts=local4,bind4
```

pour désactiver la recherche des adresses IPv6.



Avertissement

Ceci est en réalité un contournement des problèmes relatifs à l'immaturité du support IPv6, qui a amélioré la visibilité pour les versions 5.3 d'AIX. Cela a fonctionné avec les versions 5.3 d'AIX mais n'en fait pas pour autant une solution élégante à ce problème. Certaines personnes ont indiqué que ce contournement est non seulement inutile, mais pose aussi des problèmes sur AIX 6.1, où le support IPv6 est beaucoup plus mature.

16.9.1.4. Gestion de la mémoire

AIX est particulier dans la façon dont il gère la mémoire. Vous pouvez avoir un serveur avec des gigaoctets de mémoire libre, mais malgré tout avoir des erreurs de mémoire insuffisante ou des erreurs d'espace d'adressage quand vous lancez des applications. Un exemple est **createlang** qui échoue avec des erreurs inhabituelles. Par exemple, en exécutant en tant que propriétaire de l'installation PostgreSQL :

```
-bash-3.00$ createlang plperl template1
createlang: language installation failed: ERROR:  could not load library
"/opt/dbs/pgsql1748/lib/plperl.so": A memory address is not in the address space for the
process.
```

En l'exécutant en tant que non-propriétaire, mais dans le groupe propriétaire de l'installation PostgreSQL :

```
-bash-3.00$ createlang plperl template1
createlang: language installation failed: ERROR:  could not load library
"/opt/dbs/pgsql1748/lib/plperl.so": Bad address
```

On a un autre exemple avec les erreurs 'out of memory' dans les traces du serveur PostgreSQL, avec toute allocation de mémoire proche ou supérieure 256 Mo qui échoue.

La cause générale de ces problèmes est le nombre de bits et le modèle mémoire utilisé par le processus serveur. Par défaut, tous les binaires compilés sur AIX sont 32-bits. Cela ne dépend pas du matériel ou du noyau en cours d'utilisation. Ces processus 32-bits sont limités à 4 Go de mémoire présentée en segments de 256 Mo utilisant un parmi quelques modèles. Le modèle par défaut permet moins de 256 Mo dans le tas, comme il partage un seul segment avec la pile.

Dans le cas de l'exemple **createlang** ci-dessus, vérifiez votre umask et les droits des binaires de l'installation PostgreSQL. Les binaires de l'exemple étaient 32-bits et installés en mode 750 au lieu de 755. En raison des droits, seul le propriétaire ou un membre du groupe propriétaire peut charger la bibliothèque. Puisqu'il n'est pas lisible par tout le mode, le chargeur place l'objet dans le tas du processus au lieu d'un segment de mémoire de bibliothèque où il aurait été sinon placé.

La solution « idéale » pour ceci est d'utiliser une version 64-bits de PostgreSQL, mais ce n'est pas toujours pratique, parce que les systèmes équipés de processeurs 32-bits peuvent compiler mais ne peuvent pas exécuter de binaires 64-bits.

Si un binaire 32-bits est souhaité, positionnez LDR_CNTRL à MAXDATA=0xn0000000, où 1<=n <= 8 avant de démarrer le serveur PostgreSQL, et essayez différentes valeurs et paramètres de `postgresql.conf` pour trouver une configuration qui fonctionne de façon satisfaisante. Cette utilisation de LDR_CNTRL通知 à AIX que vous voulez que le serveur réserve MAXDATA octets pour le tas, alloués en segments de 256 Mo. Quand vous avez trouvé une configuration utilisable, **ldedit** peut être utilisé pour modifier les binaires pour qu'ils utilisent par défaut la taille de tas désirée. PostgreSQL peut aussi être recompilé, en passant à `configure LDFLAGS="-Wl,-bmaxdata:0xn0000000"` pour obtenir le même résultat.

Pour une compilation 64-bits, positionnez OBJECT_MODE à 64 et passez CC="gcc -maix64" et LD_FLAGS="-Wl,-bbigtoc" à **configure**. (Les options pour **xlc** pourraient différer.) Si vous omettez les exports de OBJECT_MODE, votre compilation échouera avec des erreurs de l'éditeur de liens. Quand OBJECT_MODE est positionné, il indique aux outils de compilation d'AIX comme **ar**, **as** et **ld** quel types de fichiers manipuler par défaut.

Par défaut, de la surallocation d'espace de pagination peut se produire. Bien que nous ne l'ayons jamais constaté, AIX tuera des processus quand il se trouvera à court de mémoire et que la zone surallouée est accédée. Le comportement le plus proche de ceci que nous ayons constaté est l'échec de fork parce que le système avait décidé qu'il n'y avait plus de suffisamment de mémoire disponible pour un nouveau processus. Comme beaucoup d'autres parties d'AIX, la méthode d'allocation de l'espace de pagination et le « out-of-memory kill » sont configurables soit pour le système soit pour un processus, si cela devient un problème.

Références et ressources

« Large Program Support ». *AIX Documentation: General Programming Concepts: Writing and Debugging Programs*.

« Program Address Space Overview ». *AIX Documentation: General Programming Concepts: Writing and Debugging Programs*.

« *Performance Overview of the Virtual Memory Manager (VMM)* ». AIX Documentation: Performance Management Guide.
« *Page Space Allocation* ». AIX Documentation: Performance Management Guide.
« *Paging-space thresholds tuning* ». AIX Documentation: Performance Management Guide.
Developing and Porting C and C++ Applications on AIX. IBM Redbook.

16.9.2. Cygwin

PostgreSQL peut être construit avec Cygwin, un environnement similaire à Linux pour Windows, mais cette méthode est inférieure à la version native Windows (voir Chapitre 17, Installation à partir du code source sur Windows™) et faire tourner un serveur sur Cygwin n'est plus recommandé.

Quand vous compilez à partir des sources, suivant la procédure normale d'installation (c'est-à-dire `./configure; make; etc...`), notez les différences suivantes spécifiques à Cygwin :

- Positionnez le path pour utiliser le répertoire binaire Cygwin avant celui des utilitaires Windows. Cela permettra d'éviter des problèmes avec la compilation.
- La commande **adduser** n'est pas supportée ; utilisez les outils appropriés de gestion d'utilisateurs sous Windows NT, 2000 ou XP. Sinon, sautez cette étape.
- La commande **su** n'est pas supportée ; utilisez ssh pour simuler la commande **su** sous Windows NT, 2000 ou XP. Sinon, sautez cette étape.
- OpenSSL n'est pas supporté.
- Démarrez **cygserver** pour le support de la mémoire partagée. Pour cela, entrez la commande `/usr/sbin/cygserver &`. Ce programme doit fonctionner à chaque fois que vous démarrez le serveur PostgreSQL ou que vous initialisez un cluster de bases de données (**initdb**). La configuration par défaut de **cygserver** pourrait nécessiter des changements (par exemple, augmenter SEMMNS) pour éviter à PostgreSQL d'échouer en raison d'un manque de ressources système.
- Il se peut que la construction échoue sur certains système quand une locale autre que C est utilisée. Pour résoudre ce problème, positionnez la locale à C avec la commande **export LANG=C.utf8** avant de lancer la construction, et ensuite, une fois que vous avez installé PostgreSQL, repositionnez-là à son ancienne valeur.
- Les tests de régression en parallèle (`make check`) peuvent générer des échecs de tests de régression aléatoires en raison d'un dépassement de capacité de la file d'attente de `listen()` qui cause des erreurs de connexion refusée ou des blocages. Vous pouvez limiter le nombre de connexion en utilisant la variable de make `MAX_CONNECTIONS` comme ceci :

```
make MAX_CONNECTIONS=5 check
```

(Sur certains systèmes, vous pouvez avoir jusqu'à 10 connexions simultanées).

Il est possible d'installer **cygserver** et le serveur PostgreSQL en tant que services Windows NT. Pour plus d'informations sur comment le faire, veuillez vous référer au document **README** inclus avec le package binaire PostgreSQL sur Cygwin. Il est installé dans le répertoire `/usr/share/doc/Cygwin`.

16.9.3. HP-UX

PostgreSQL 7.3 et plus devraient fonctionner sur les machines PA-RISC Séries 700/800 sous HP-UX 10.X ou 11.X, si les correctifs appropriés sur le système et les outils de compilation sont bien appliqués. Au moins un développeur teste de façon régulière sur HP-UX 10.20, et nous avons des rapports d'installations réussies sur HP-UX 11.00 et 11.11.

En plus de la distribution source de PostgreSQL, vous aurez besoin de GNU make (le make HP ne fonctionnera pas) et soit GCC soit le compilateur ANSI HP. Si vous avez l'intention de compiler à partir des sources Git plutôt que d'une distribution tar, vous aurez aussi besoin de Flex (les GNU) et Bison (yacc GNU). Nous vous recommandons aussi de vous assurer que vous êtes assez à jour sur les correctifs HP. Au minimum, si vous编译ez des binaires 64 bits sur HP-UX 11.11, vous aurez probablement besoin de PHSS_30966 (11.11) ou d'un correctif supérieur, sinon **initdb** pourrait bloquer :

```
PHSS_30966 s700_800 ld(1) and linker tools cumulative patch
```

De façon générale, vous devriez être à jour sur les correctifs libc et ld/dld, ainsi que sur les correctifs du compilateur si vous utilisez le compilateur C de HP. Voir les sites de support HP comme <http://itrc.hp.com> et <ftp://us-ffs.external.hp.com/> pour télécharger gratuitement leurs derniers correctifs.

Si vous compilez sur une machine PA-RISC 2.0 et que vous voulez avoir des binaires 64 bits en utilisant GCC, vous devez utiliser la version 64 bits de GCC. Des binaires GCC pour HP-UX PA-RISC et Itanium sont disponibles sur <http://www.hp.com/go/gcc>. N'oubliez pas de récupérer et d'installer les binutils en même temps.

Si vous compilez sur une machine PA-RISC 2.0 et que vous voulez que les binaires compilés fonctionnent sur une machine PA-RISC 1.1, vous devez spécifier +DPortable comme CFLAGS.

Si vous compilez sur une machine HP-UX Itanium, vous aurez besoin du dernier compilateur C ANSI HP avec les correctifs qui en dépendent :

```
PHSS_30848 s700_800 HP C Compiler (A.05.57)
PHSS_30849 s700_800 u2comp/be/plugin library Patch
```

Si vous avez à la fois le compilateur C HP et celui de GCC, vous voudrez peut être spécifier explicitement le compilateur à utiliser quand vous exécuterez **configure** :

```
./configure CC=cc
```

pour le compilateur HP, ou

```
./configure CC=gcc
```

pour GCC. Si vous omettez ce paramètre, **configure** choisira **gcc** s'il en a la possibilité.

Le répertoire par défaut d'installation est `/usr/local/pgsql`, que vous voudrez peut être remplacer par quelque chose dans `/opt`. Si c'est le cas, utilisez l'option `--prefix` de **configure**.

Dans les tests de régression, il pourrait y avoir des différences dans les chiffres les moins significatifs des tests de géométrie, qui varient suivant les versions de compilateur et de bibliothèque mathématique utilisées. Toute autre erreur est suspecte.

16.9.4. MinGW/Windows Natif

PostgreSQL pour Windows peut être compilé en utilisant MinGW, un environnement de compilation similaire à Unix pour les systèmes d'exploitation Microsoft, ou en utilisant la suite de compilation Visual C++™ de Microsoft. La variante de compilation MinGW utilise le système de compilation normal décrit dans ce chapitre ; la compilation via Visual C++ fonctionne de façon totalement différente et est décrite dans la documentation Chapitre 17, Installation à partir du code source sur Windows™. C'est une compilation totalement native qui n'utilise aucun logiciel supplémentaire comme MinGW. Un installeur est disponible sur le serveur web officiel de PostgreSQL.

Le port natif Windows requiert un système Microsoft 2000 ou ultérieurs, 32 bits ou 64 bits. Les systèmes plus anciens n'ont pas l'infrastructure nécessaire (mais Cygwin peut être utilisé pour ceux-ci). MinGW, le système de compilation similaire à Unix, et MSYS, une suite d'outils Unix nécessaires pour exécuter des scripts shell tels que **configure**, peuvent être téléchargés de <http://www.mingw.org/>. Aucun de ces outils n'est nécessaire pour exécuter les binaires générés ; ils ne sont nécessaires que pour créer les binaires.

Pour construire les binaires 64 bits avec MinGW, installez l'ensemble d'outils 64 bits à partir de <http://mingw-w64.sourceforge.net/>, ajoutez le répertoire des binaires de MinGW dans la variable d'environnement PATH, et lancez la commande **configure** avec l'option `--host=x86_64-w64-mingw32`.

Après que vous ayez tout installé, il vous est conseillé de lancer psql dans **CMD.EXE**, car la console MSYS a des problèmes de tampons.

16.9.4.1. Récupérer des dumps suite aux plantages sous Windows

Si PostgreSQL sous Windows plante, il peut générer des minidumps™ qui peuvent être utilisés pour dépister la cause du plantage ; ils sont semblables aux core dumps d'Unix. Vous pouvez lire ces dumps avec Windows Debugger Tools™ ou avec Visual Studio™. Pour permettre la génération des dumps sous Windows, créez un sous-répertoire nommé `crashdumps` dans le répertoire des données du cluster. Ainsi les dumps seront écrits dans ce répertoire avec un nom unique généré à partir de l'identifiant du process planté et le moment du plantage.

16.9.5. SCO OpenServer et SCO UnixWare

PostgreSQL peut être compilé sur SCO UnixWare 7 et SCO OpenServer 5. Sur OpenServer, vous pouvez utiliser soit

l'OpenServer Development Kit soit l'Universal Development Kit. Toutefois, quelques ajustements peuvent être nécessaires, comme décrit ci-dessous.

16.9.5.1. Skunkware

Vous aurez besoin de votre copie du CD SCO Skunkware. Le CD Skunkware est inclus avec UnixWare 7 et les versions actuelles d'OpenServer 5. Skunkware inclut des versions prêtées à l'installation de nombreux programmes populaires qui sont disponibles sur Internet. Par exemple, sont inclus gzip, gunzip, GNU Make, Flex et Bison. Pour UnixWare 7.1, ce CD est maintenant appelé « Open License Software Supplement ». Si vous n'avez pas ce CD, les logiciels qu'il contient sont disponibles sur le serveur FTP anonyme <http://www.sco.com/skunkware/>.

Les versions de Skunkware sont différentes entre UnixWare et OpenServer. Faites attention à installer la version correcte pour votre système d'exploitation, sauf pour les cas notifiés ci-dessous.

Sous UnixWare 7.1.3 et supérieur, le compilateur GCC est inclus sur le CD UDK, ainsi que GNU Make.

16.9.5.2. GNU Make

Vous devez utiliser le programme GNU Make, qui est inclus sur le CD Skunkware. Par défaut, il s'installe en tant que /usr/local/bin/make.

À partir d'UnixWare 7.1.3, le programme GNU Make est dans la portion OSTK du CD UDK, et est dans /usr/gnu/bin/gmake.

16.9.5.3. Readline

La bibliothèque Readline est disponible sur le CD Skunkware, mais pas sur le CD Skunkware d'UnixWare 7.1. Si vous avez UnixWare 7.0.0 ou 7.0.1, vous pouvez installer à partir du CD, sinon essayez <http://www.sco.com/skunkware/>.

Par défaut, Readline s'installe dans /usr/local/lib et /usr/local/include. Toutefois, le programme **configure** de PostgreSQL ne la trouvera pas là sans aide. Si vous avez installé Readline, alors utilisez les options suivantes avec **configure** :

```
./configure --with-libraries=/usr/local/lib --with-include=/usr/local/include
```

16.9.5.4. Utilisation de l'UDK avec OpenServer

Si vous utilisez le nouveau compilateur Universal Development Kit (UDK) avec OpenServer, vous devez spécifier l'emplacement des bibliothèques UDK :

```
./configure --with-libraries=/udk/usr/lib --with-include=/udk/usr/include
```

Ajouté aux options Readline précédentes, cela donne :

```
./configure --with-libraries="/udk/usr/lib /usr/local/lib"  
--with-include="/udk/usr/include /usr/local/include"
```

16.9.5.5. Lire les man pages de PostgreSQL

Par défaut, les man pages PostgreSQL sont installées dans /usr/local/pgsql/share/man. Par défaut, UnixWare ne recherche pas de man pages à cet endroit. Pour pouvoir les lire, vous devez modifier la variable MANPATH pour y inclure /etc/default/man, par exemple :

```
MANPATH=/usr/lib/scohelp/%L/man:/usr/dt/man:/usr/man:/usr/share/man:scohelp:/usr/local/man:/
```

Sur OpenServer, un effort supplémentaire devra être fait pour rendre les man pages utilisables, parce que le système man est un peu différent de celui des autres plateformes. À l'heure actuelle, PostgreSQL ne les installera pas du tout.

16.9.5.6. Problèmes C99 avec le 7.1.1b Feature Supplement

Pour les compilateurs antérieurs à celui fourni avec OpenUNIX 8.0.0 (UnixWare 7.1.2), dont celui du 7.1.1b Feature Supplement, vous pourriez avoir besoin de spécifier -Xb dans CFLAGS ou la variable d'environnement CC. Ce qui l'annonce est une erreur

dans la compilation de `tuplesort.c`, sur les fonctions inline. Apparemment, il y a eu un changement dans le compilateur 7.1.2 (8.0.0) et les suivants.

16.9.5.7. Threads avec UnixWare

Pour les threads, vous devez utiliser `-Kpthread` sur tous les programmes utilisant libpq. libpq utilise des appels `pthread_*`, qui ne sont disponibles qu'avec l'option `-Kpthread/-Kthread`.

16.9.6. Solaris

PostgreSQL est bien supporté sous Solaris. Plus le système d'exploitation est à jour, moins de problèmes vous aurez ; les détails sont ci-dessous.

16.9.6.1. Outils requis

Vous pouvez compiler soit avec GCC, soit avec le compilateur de Sun. Pour une meilleure optimisation du code, le compilateur de Sun est fortement recommandé sur l'architecture SPARC. Il y a eu des problèmes rapportés à l'utilisation de GCC 2.95.1 ; des versions de GCC 2.95.3 ou supérieure sont recommandées. Si vous utilisez le compilateur de Sun, attention à ne pas sélectionner `/usr/ucb/cc` ; utilisez `/opt/SUNWspro/bin/cc`.

Vous pouvez télécharger Sun Studio sur <http://www.oracle.com/technetwork/server-storage/solarisstudio/downloads/>. De nombreux outils GNU sont intégrés dans Solaris 10, ou sont présents sur le Solaris companion CD. Si vous voulez des packages pour des plus anciennes versions de Solaris, vous pouvez trouver ces outils sur <http://www.sunfreeware.com>. Si vous préférez les sources, allez sur <http://www.gnu.org/order/ftp.html>.

16.9.6.2. Problèmes avec OpenSSL

Quand vous compilez PostgreSQL avec le support OpenSSL, vous pourriez rencontrer des erreurs de compilation dans les fichiers suivants :

- `src/backend/libpq/crypt.c`
- `src/backend/libpq/password.c`
- `src/interfaces/libpq/fe-auth.c`
- `src/interfaces/libpq/fe-connect.c`

C'est en raison d'un conflit d'espace de nom entre l'en-tête standard `/usr/include/crypt.h` et les fichiers d'en-tête fournis par OpenSSL.

La mise à jour de l'installation d'OpenSSL vers la version 0.9.6a résout ce problème. Solaris 9 et supérieurs ont une version plus récente d'OpenSSL.

16.9.6.3. configure se plaint d'un programme de test en échec

Si `configure` se plaint d'un programme de test en échec, c'est probablement un cas de l'éditeur de lien à l'exécution qui ne trouve pas une bibliothèque, probablement `libz`, `libreadline` ou une autre bibliothèque non standard telle que `libssl`. Pour l'amener au bon endroit, positionnez la variable d'environnement `LDFLAGS` sur la ligne de commande de `configure`, par exemple,

```
configure ... LDFLAGS="-R /usr/sfw/lib:/opt/sfw/lib:/usr/local/lib"
```

Voir la man page de `ld(1)` pour plus d'informations.

16.9.6.4. La compilation 64-bit plante parfois

Dans Solaris 7 et précédentes, la version 64 bits de la libc a une routine `vsnprintf` boguée, qui génère des « core dumps » aléatoires dans PostgreSQL. Le contournement le plus simple connu est de forcer PostgreSQL à utiliser sa propre version de `vsnprintf` plutôt que celle de la bibliothèque. Pour faire ceci, après avoir exécuté `configure`, éditez un des fichiers produits par `configure`. Dans `src/Makefile.global`, modifiez la ligne

```
LIBOBJS =
```

par

```
LIBOBJJS = snprintf.o
```

(Il pourrait y avoir d'autres fichiers déjà listés dans cette variable. L'ordre est sans importance.) Puis compilez comme d'habitude.

16.9.6.5. Compiler pour des performances optimales

Sur l'architecture SPARC, Sun Studio est fortement recommandé pour la compilation. Essayez d'utiliser l'option d'optimisation -xO5 pour générer des binaires sensiblement plus rapides. N'utilisez pas d'options qui modifient le comportement des opérations à virgule flottante et le traitement de `errno` (par exemple, `-fast`). Ces options pourraient amener des comportements PostgreSQL non standard, par exemple dans le calcul des dates/temps.

Si vous n'avez pas de raison d'utiliser des binaires 64 bits sur SPARC, préférez la version 32 bits. Les opérations et les binaires 64 bits sont plus lents que les variantes 32 bits. D'un autre côté, le code 32 bits sur un processeur de la famille AMD64 n'est pas natif, ce qui fait que le code 32 bits est significativement plus lent sur cette famille de processeurs.

16.9.6.6. Utiliser DTrace pour tracer PostgreSQL

Oui, l'utilisation de DTrace est possible. Voir la documentation Section 28.5, « Traces dynamiques » pour davantage d'informations. Vous pouvez aussi trouver plus d'informations dans cet article : https://blogs.oracle.com/robertlor/entry/user_level_dtrace_probes_in.

Si vous voyez l'édition de liens de l'exécutable `postgres` échouer avec un message d'erreur similaire à :

```
Undefined symbol first referenced
AbortTransaction in file
CommitTransaction utils/probes.o
1d: fatal: Symbol referencing errors. No output written to postgres
collect2: ld returned 1 exit status
make: *** [postgres] Error 1
```

l'installation DTrace est trop ancienne pour gérer les sondes dans les fonctions statiques. Solaris 10u4 ou plus récent est nécessaire.

Chapitre 17. Installation à partir du code source sur Windows™

Il est recommandé que la plupart des utilisateurs téléchargent la distribution binaire pour Windows, disponible sous la forme d'un package d'installation graphique à partir du site web du projet PostgreSQL™. Construire à partir des sources a pour seule cible les personnes qui développent PostgreSQL™ ou des extensions.

Il existe différentes façons de construire PostgreSQL sur Windows™. La façon la plus simple de le faire est d'utiliser les outils Microsoft. Pour cela, il faut installer une version supportée de Visual Studio Express 2015 for Windows Desktop™ et utiliser le compilateur inclus. Il est aussi possible de construire PostgreSQL avec Microsoft Visual C++ 2005 à 2015™. Dans certains cas, il faut installer le Windows SDK™ en plus du compilateur.

Il est aussi possible de construire PostgreSQL en utilisant les outils de compilation GNU fournis par MinGW™ ou en utilisant Cygwin™ pour les anciennes versions de Windows™.

Enfin, la bibliothèque d'accès pour les clients (libpq) peut être construit en utilisant Visual C++ 7.1™ ou Borland C++™ pour la compatibilité avec des applications liées statiquement en utilisant ces outils.

La construction par MinGW™ ou Cygwin™ utilise le système habituel de construction, voir Chapitre 16, Procédure d'installation de PostgreSQL™ du code source et les notes spécifiques dans Section 16.9.4, « MinGW/Windows Natif » et Section 16.9.2, « Cygwin ». Pour produire des binaires natifs 64 bits dans ces environnements, utilisez les outils de MinGW-w64™. Ces outils peuvent également être utilisés pour faire de la cross-compilation pour les systèmes Windows™ 32 et 64 bits sur d'autres machines, telles que Linux™ et Darwin™. Il n'est pas recommandé d'utiliser Cygwin™ pour faire fonctionner un serveur de production. Il devrait uniquement être utilisé pour le fonctionnement sur d'anciennes versions de Windows™, où la construction native ne fonctionne pas, comme Windows 98™. Les exécutables officiels sont construits avec Visual Studio™.

Les constructions natives de psql ne supportent pas l'édition de la ligne de commande. La version de psql construite avec Cygwin™ supporte l'édition de ligne de commande, donc elle devrait être utilisée là où on a besoin de psql pour des besoins interactifs sous Windows™.

17.1. Construire avec Visual C++™ ou le Microsoft Windows SDK™

PostgreSQL peut être construit en utilisant la suite de compilation Visual C++ de Microsoft. Ces compilateurs peuvent être soit Visual Studio™, soit Visual Studio Express™ soit certaines versions du Microsoft Windows SDK™. Si vous n'avez pas déjà un environnement Visual Studio™ configuré, le plus simple est d'utiliser les compilateurs disponibles dans Visual Studio Express 2015 for Windows Desktop™ ou ceux fournis dans le Windows SDK 7.1™, qui sont tous disponibles en téléchargement libre sur le site de Microsoft.

Les constructions 32 bits et 64 bits sont possible avec la suite Microsoft Compiler. Les constructions 32 bits sont possibles avec Visual Studio 2005™ jusqu'à Visual Studio 2015™ (en incluant les éditions Express), ainsi que les versions autonomes Windows SDK, de la version 6.0 à la version 7.1. Les constructions 64 bits sont supportées avec Microsoft Windows SDK™, de la version 6.0a à la version 7.1, ou Visual Studio 2008™ et les versions ultérieures. La compilation est supportée depuis Windows XP™ et Windows Server 2003™ lors de la construction avec Visual Studio 2005™ et jusqu'à Visual Studio 2013™. Construire avec Visual Studio 2015™ est supportée depuis Windows Vista™ et Windows Server 2008™.

Les outils pour compiler avec Visual C++™ ou Platform SDK™ sont dans le répertoire `src/tools/msvc`. Lors de la construction, assurez-vous qu'il n'y a pas d'outils provenant de MinGW™ ou Cygwin™ présents dans le chemin des applications du système. De plus, assurez-vous que vous avez tous les outils Visual C++ requis disponibles dans le chemin des applications (variable d'environnement PATH). Dans Visual Studio™, lancez le Visual Studio Command Prompt. Si vous souhaitez construire une version 64 bits, vous devez utiliser une version 64 bits de la commande, et vice-versa. Dans Microsoft Windows SDK™, lancez la commande shell CMD listé dans le menu SDK du menu de démarrage. Dans les versions récentes du SDK, vous pouvez changer l'architecture CPU ciblée, le type de construction et le système cible en utilisant la commande `setenv`, par exemple `setenv /x86 /release /xp` pour cibler Windows XP ou supérieur avec une construction 32 bits. Voir `/?` pour les autres options de `setenv`. Toutes les commandes doivent être exécutées du répertoire `src\tools\msvc`.

Avant de lancer la construction, vous aurez besoin d'éditer le fichier `config.pl` pour y modifier toutes les options de configuration nécessaires, ainsi que les chemins utilisés par les bibliothèques de tierces parties. La configuration complète est déterminée tout d'abord en lisant et en analysant le fichier `config_default.pl`, puis en appliquant les modifications provenant du fichier `config.pl`. Par exemple, pour indiquer l'emplacement de votre installation de Python™, placez la ligne suivante dans `config.pl`:

```
$config->{python} = 'c:\python26';
```

Vous avez seulement besoin de spécifier les paramètres qui sont différents de la configuration par défaut, ce qui est à faire dans le fichier `config_default.pl`.

Si vous avez besoin de configurer d'autres variables d'environnement, créez un fichier appelé `buildenv.pl` et placez-y les commandes souhaitées. Par exemple, pour ajouter le chemin vers bison s'il ne se trouve pas dans le chemin, créez un fichier contenant :

```
$ENV{PATH}=$ENV{PATH} . 'c:\chemin\vers\bison\bin';
```

17.1.1. Pré-requis

Les outils supplémentaires suivants sont requis pour construire PostgreSQL™. Utilisez le fichier `config.pl` pour indiquer les répertoires où se trouvent les bibliothèques.

Microsoft Windows SDK™

Si votre environnement de compilation ne contient pas une version supportée du Microsoft Windows SDK™, il est recommandé de mettre à jour avec la dernière version supportée (actuellement la version 7.1), téléchargeable sur le *site de Microsoft*.

Vous devez toujours inclure la partie Windows Headers and Libraries du SDK. Si vous installez un Windows SDK™ incluant les compilateurs (Visual C++ Compilers), vous n'avez pas de Visual Studio™. Notez que la version 8.0a du Windows SDK ne contient plus d'environnement complet de compilation en ligne de commande.

ActiveState Perl™

ActiveState Perl est requis pour exécuter les scripts de construction. La commande Perl de MinGW et de Cygwin ne fonctionnera pas. Elle doit aussi être présente dans le chemin (PATH). Les binaires de cet outil sont téléchargeables à partir du *site officiel* (la version 5.8.3 ou ultérieure est requise, la distribution standard libre est suffisante).

Les produits suivants ne sont pas nécessaires pour commencer, mais sont requis pour installer la distribution complète. Utilisez le fichier `config.pl` pour indiquer les répertoires où sont placées les bibliothèques.

ActiveState TCL™

Requis pour construire PL/TCL (la version 8.4 est requise, la distribution standard libre est suffisante).

Bison™ et Flex™

Bison™ et Flex™ sont requis pour construire à partir de Git, mais ne le sont pas pour construire à partir d'une version distribuée. Seul Bison™ 1.875 ou les versions 2.2 et ultérieures fonctionneront. Flex™ doit être en version 2.5.31 ou supérieure.

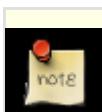
Bison™ et Flex™ sont inclus dans la suite d'outils msys™, disponible à partir de son *site officiel* et faisant partie de la suite de compilation MinGW™.

Vous aurez besoin d'ajouter le répertoire contenant `flex.exe` et `bison.exe` à la variable d'environnement PATH dans `buildenv.pl` sauf s'ils y sont déjà. Dans le cas de MinGW, le répertoire est le sous-répertoire `\msys\1.0\bin` de votre répertoire d'installation de MinGW.



Note

La distribution Bison de GnuWin32 a apparemment un bug qui cause des dysfonctionnements de Bison lorsqu'il est installé dans un répertoire dont le nom contient des espaces, tels que l'emplacement par défaut dans les installations en anglais : `C:\Program Files\GnuWin32`. Installez donc plutôt dans `C:\GnuWin32` ou utilisez le chemin court NTFS de GnuWin32 dans votre variable d'environnement PATH (par exemple `C:\PROGRA~1\GnuWin32`).



Note

Les binaires obsolètes `winflex` distribués sur le site FTP de PostgreSQL et référencés dans les anciennes documentations échoueront avec le message « `flex: fatal internal error, exec failed` » sur des serveurs Windows 64 bits. Utilisez Flex à partir du paquet MSYS.

Diff™

Diff est nécessaire pour exécuter les tests de régression, et peut être téléchargé à partir de la *page du projet gnuwin32* du

site sourceforge.net.

Gettext™

Gettext est requis pour construire le support des langues (NLS), et peut être téléchargé à partir de la *page du projet gnuwin32 du site sourceforge.net*. Notez que les binaires, dépendances et fichiers d'en-tête sont tous nécessaires.

MIT Kerberos™

Requis pour le support de l'authentification GSSAPI. MIT Kerberos est téléchargeable sur le *site du MIT*.

libxml2™ et libxslt™

Requis pour le support du XML. Les binaires sont disponibles sur le *site zlatkovic.com* et les sources sur le *site xmlsoft.org*. Notez que libxml2 nécessite iconv, qui est disponible sur le même site web.

openssl™

Requis pour le support de SSL. Les binaires peuvent être téléchargés à partir du *site slproweb.com* alors que les sources sont disponibles sur le *site openssl.org*.

ossp-uuid™

Requis pour le support d'UUID-OSSP (seulement en contrib). Les sources peuvent être récupérées sur le *site ossp.org*.

Python™

Requis pour la construction de PL/Python. Les binaires sont téléchargeables sur le *site officiel du langage Python*.

zlib™

Requis pour le support de la compression dans pg_dump et pg_restore. Les binaires sont disponibles à partir du *site officiel*.

17.1.2. Considérations spéciales pour Windows 64 bits

PostgreSQL ne peut être compilé pour l'architecture x64 que sur Windows 64 bit. De plus, il n'y a pas de support pour les processeurs Itanium.

Mixer des versions 32 bits et des versions 64 bits dans le même répertoire de construction n'est pas supporté. Le système de compilation détecte automatiquement si l'environnement est 32 bits ou 64 bits, et construit PostgreSQL en accord. Pour cette raison, il est important de commencer avec la bonne invite de commande avant de lancer la compilation.

Pour utiliser une bibliothèque de tierce partie côté serveur comme python™ ou openssl™, cette bibliothèque *doit* aussi être en 64 bits. Il n'y a pas de support pour le chargement d'une bibliothèque 32 bits sur un serveur 64 bits. Plusieurs bibliothèques de tierce partie que PostgreSQL supporte ne sont disponibles qu'en version 32 bits, auquel cas elles ne peuvent pas être utilisées avec un serveur PostgreSQL 64 bits.

17.1.3. Construction

Pour construire tout PostgreSQL dans la configuration par défaut, exécutez la commande :

build

Pour construire tout PostgreSQL dans la configuration de débogage, exécutez la commande :

build DEBUG

Pour construire un seul projet, par exemple psql, exécutez l'une des deux commandes ci-dessous, suivant que vous souhaitez la configuration par défaut ou la configuration de débogage :

```
build psql  
build DEBUG psql
```

Pour modifier la configuration de construction par défaut, placez ce qui suit dans le fichier buildenv.pl :

Il est aussi possible de construire à partir de l'interface de Visual Studio. Dans ce cas, vous devez exécuter :

perl mkvcbuild.pl

à partir de l'invite, puis ouvrir le fichier pgsql.sln généré (dans le répertoire racine des sources) dans Visual Studio.

17.1.4. Nettoyage et installation

La plupart du temps, la récupération automatique des dépendances dans Visual Studio prendra en charge les fichiers modifiés.

Mais, s'il y a eu trop de modifications, vous pouvez avoir besoin de nettoyer l'installation. Pour cela, exécutez simplement la commande `clean.bat`, qui nettoiera automatiquement les fichiers générés. Vous pouvez aussi l'exécuter avec le paramètre `dist`, auquel cas il se comporte comme `make distclean` et supprime les fichiers flex/bison en sortie.

Par défaut, tous les fichiers sont écrits dans un sous-répertoire de `debug` ou `release`. Pour installer ces fichiers en utilisant les emplacements standards et pour générer aussi les fichiers requis pour initialiser et utiliser la base de données, exécutez la commande :

```
install c:\destination\directory
```

Si vous voulez seulement installer les applications clientes et les bibliothèques, vous pouvez utiliser ces commandes :

```
install c:\destination\directory client
```

17.1.5. Exécuter les tests de régression

Pour exécuter les tests de régression, assurez-vous que vous avez terminé la construction de toutes les parties requises. Ensuite, assurez-vous que les DLL nécessaires au chargement de toutes les parties du système (comme les DLL Perl et Python pour les langages de procédure) sont présentes dans le chemin système. Dans le cas contraire, configuez-les dans le fichier `buildenv.pl`. Pour lancer les tests, exécutez une des commandes suivantes à partir du répertoire `src\tools\msvc` :

```
vcregress check  
vcregress installcheck  
vcregress plcheck  
vcregress contribcheck  
vcregress ecpgcheck  
vcregress isolationcheck  
vcregress bincheck  
vcregress recoverycheck  
vcregress upgradecheck
```

Pour modifier la planification utilisée (en parallèle par défaut), ajoutez-la à la ligne de commande, comme :

```
vcregress check serial
```

Pour plus d'informations sur les tests de régression, voir Chapitre 31, Tests de régression.

Exécuter les tests de régression sur les programmes clients, avec `vcregress bincheck`, ou sur les tests de restauration, avec `vcregress recoverycheck`, nécessite l'installation d'un module Perl supplémentaire :

IPC::Run™

Lors de l'écriture de cette partie, `IPC::Run` n'était pas inclus dans l'installation de ActiveState Perl, pas plus que dans la bibliothèque ActiveState Perl Package Manager (PPM). Pour l'installer, téléchargez l'archive source `IPC-Run-<version>.tar.gz` à partir du site CPAN, et déballez la. Modifiez le fichier `buildenv.pl` en ajoutant une variable `PERL5LIB` pointant vers le sous-répertoire `lib` des fichiers extraits de l'archive. Par exemple :

```
$ENV{PERL5LIB}=$ENV{PERL5LIB} . ' ;c:\IPC-Run-0.94\lib' ;
```

17.1.6. Construire la documentation

Construire la documentation PostgreSQL au format HTML nécessite plusieurs outils et fichiers. Créez un répertoire racine pour tous ces fichiers et stockez-les dans des sous-répertoires conformément à la liste ci-dessous.

OpenJade 1.3.1-2

À télécharger à partir de la page du projet `openjade` sur le site `sourceforge.net` et à décompresser dans le sous-répertoire `openjade-1.3.1`.

DocBook DTD 4.2

À télécharger à partir de `site oasis-open.org` et à décompresser dans le sous-répertoire `docbook`.

DocBook DSSSL 1.79

À télécharger à partir de la page du projet `docbook-dsssl` sur le site `sourceforge.net` et à décompresser dans le sous-répertoire `docbook-dsssl-1.79`.

Entités de caractères ISO

À télécharger à partir du `site oasis-open.org` et à décompresser dans le sous-répertoire `docbook`.

Modifiez le fichier `buildenv.pl` et ajoutez une variable pour l'emplacement du répertoire racine, par exemple :

```
$ENV{DOCROOT} = 'c:\docbook';
```

Pour construire la documentation, exécutez la commande `builddoc.bat`. Notez que ceci exécutera la construction une deuxième fois, pour générer les index. Les fichiers HTML générés seront dans le répertoire `doc\src\sgml`.

17.2. Construire libpq avec Visual C++™ ou Borland C++™

Utiliser Visual C++ 7.1-9.0™ ou Borland C++™ pour construire libpq est seulement recommandé si vous avez besoin d'une version contenant des drapeaux débogage/version finale, ou si vous avez besoin d'une bibliothèque statique que vous lierez à une application. Pour une utilisation normale, MinGW™, Visual Studio 2005™ ou Windows SDK™ sont les méthodes recommandées.

Pour construire la bibliothèque client libpq en utilisant Visual Studio 7.1™ (ou ultérieur), allez dans le répertoire `src` et exécutez la commande :

```
nmake /f win32.mak
```

Pour construire une version 64 bits de la bibliothèque client libpq en utilisant Visual Studio 8.0™ (ou ultérieur), allez dans le répertoire `src` et exécutez la commande :

```
nmake /f win32.mak CPU=AMD64
```

Voir le fichier `win32.mak` pour plus de détails sur les variables supportées.

Pour construire la bibliothèque client libpq en utilisant Borland C++™, allez dans le répertoire `src` et exécutez la commande :

```
make -N -DCFG=Release /f bcc32.mak
```

17.2.1. Fichiers générés

Les fichiers suivants seront produits :

```
interfaces\libpq\Release\libpq.dll  
la bibliothèque client ;  
interfaces\libpq\Release\libpqd11.lib  
la bibliothèque d'import nécessaire à l'édition de liens avec libpq.dll  
interfaces\libpq\Release\libpq.lib  
la version statique de la bibliothèque d'interface client.
```

Habituellement, vous n'avez pas besoin d'installer les fichiers clients. Vous devez placer le fichier `libpq.dll` dans le même répertoire que vos applications. N'installez pas `libpq.dll` dans votre répertoire Windows, System ou System32, sauf en cas d'absolue nécessité. S'il est installé par un programme, ce dernier doit en contrôler au préalable la ressource VERSIONINFO afin d'éviter l'écrasement d'une version plus récente.

Si l'on prévoit de développer sur cette machine une application qui utilise libpq, il faut ajouter les sous-répertoires `src\include` et `src\interfaces\libpq` dans le chemin d'inclusion des sources de votre compilateur.

Pour utiliser la bibliothèque, il faut ajouter `libpqd11.lib` au projet (sous Visual C++, clic droit sur le projet et choisir ajouter).

Chapitre 18. Configuration du serveur et mise en place

Ce chapitre discute de la configuration, du lancement du serveur de bases de données et de ses interactions avec le système d'exploitation.

18.1. Compte utilisateur PostgreSQL™

Comme avec tout démon serveur accessible au monde externe, il est conseillé de lancer PostgreSQL™ sous un compte utilisateur séparé. Ce compte devrait seulement être le propriétaire des données gérées par le serveur et ne devrait pas être partagé avec d'autres démons (par exemple, utiliser l'utilisateur `nobody` est une mauvaise idée). Il n'est pas conseillé de changer le propriétaire des exécutables par cet utilisateur car les systèmes compromis pourraient alors se voir modifier leur propres binaires.

Pour ajouter un compte utilisateur Unix, jetez un œil à la commande `useradd` ou `adduser` de votre système. Le nom de l'utilisateur `postgres` est souvent utilisé et l'est sur tout le livre, mais vous pouvez utiliser un autre nom si vous le souhaitez.

18.2. Créez un groupe de base de données

Avant de faire quoi que ce soit, vous devez initialiser un emplacement de stockage pour la base de données. Nous appelons ceci un *groupe de bases de données* (le standard SQL utilise le terme de *groupe de catalogues*). Un groupe de bases de données est une collection de bases données et est géré par une seule instance d'un serveur de bases de données en cours d'exécution. Après initialisation, un groupe de bases de données contiendra une base de données nommée `postgres`, qui a pour but d'être la base de données par défaut utilisée par les outils, les utilisateurs et les applications tiers. Le serveur de la base de données lui-même ne requiert pas la présence de la base de données `postgres` mais beaucoup d'outils supposent son existence. Une autre base de données est créée à l'intérieur de chaque groupe lors de l'initialisation. Elle est appelée `template1`. Comme le nom le suggère, elle sera utilisée comme modèle pour les bases de données créées après ; elle ne devrait pas être utilisée pour un vrai travail (voir le Chapitre 22, Administration des bases de données pour des informations sur la création de nouvelles bases de données dans le groupe).

En terme de système de fichiers, un groupe de bases de données est un simple répertoire sous lequel les données seront stockées. Nous l'appelons le *répertoire de données* ou l'*emplacement des données*. Le choix de cet emplacement vous appartient complètement. Il n'existe pas de valeur par défaut bien que les emplacements tels que `/usr/local/pgsql/data` ou `/var/lib/pgsql/data` soient populaires. Pour initialiser un groupe de bases de données, utilisez la commande `initdb(1)`, installée avec PostgreSQL™. L'emplacement désiré sur le groupe de fichier est indiqué par l'option `-d`, par exemple

```
$ initdb -D /usr/local/pgsql/data
```

Notez que vous devez exécuter cette commande en étant connecté sous le compte de l'utilisateur PostgreSQL™ décrit dans la section précédente.



Astuce

Comme alternative à l'option `-d`, vous pouvez initialiser la variable d'environnement `pgdata`.

Autrement, vous pouvez exécuter `initdb` via le programme `pg_ctl(1)` ainsi :

```
$ pg_ctl -D /usr/local/pgsql/data initdb
```

C'est peut-être plus intuitif si vous utilisez déjà `pg_ctl` pour démarrer et arrêter le serveur (voir Section 18.3, « Lancer le serveur de bases de données » pour les détails). Un gros intérêt est de ne connaître que cette seule commande pour gérer l'instance du serveur de bases de données.

`initdb` tentera de créer le répertoire que vous avez spécifié si celui-ci n'existe pas déjà. Bien sûr, cela peut échouer si `initdb` n'a pas les droits pour écrire dans le répertoire parent. Il est généralement recommandé que l'utilisateur PostgreSQL™ soit propriétaire du répertoire des données, mais aussi du répertoire parent pour que ce problème ne se présente pas. Si le répertoire parent souhaité n'existe pas plus, vous aurez besoin de le créer, en utilisant les droits de l'utilisateur root si nécessaire. Le processus pourrait ressembler à ceci :

```
root# mkdir /usr/local/pgsql
root# chown postgres /usr/local/pgsql
```

`initdb` refusera de s'exécuter si le répertoire des données existe et contient déjà des fichiers. Cela permet de prévenir tout écrasement.

ment accidentel d'une installation existante.

Comme le répertoire des données contient toutes les données stockées par le système de bases de données, il est essentiel qu'il soit sécurisé par rapport à des accès non autorisés. Du coup, **initdb** supprimera les droits d'accès à tout le monde sauf l'utilisateur PostgreSQL™.

Néanmoins, bien que le contenu du répertoire soit sécurisé, la configuration d'authentification du client par défaut permet à tout utilisateur local de se connecter à la base de données et même à devenir le super-utilisateur de la base de données. Si vous ne faites pas confiance aux utilisateurs locaux, nous vous recommandons d'utiliser une des options `-w` ou `--pwprompt` de la commande **initdb** pour affecter un mot de passe au super-utilisateur de la base de données. De plus, spécifiez `-a md5` ou `-a mot_de_passe` de façon à ce que la méthode d'authentification `trust` par défaut ne soit pas utilisée ; ou modifiez le fichier `pg_hba.conf` généré après l'exécution d'**initdb** (d'autres approches raisonnables incluent l'utilisation de l'authentification `peer` ou les droits du système de fichiers pour restreindre les connexions. Voir le Chapitre 20, Authentification du client pour plus d'informations).

initdb initialise aussi la locale par défaut du groupe de bases de données. Normalement, elle prends seulement le paramétrage local dans l'environnement et l'applique à la base de données initialisée. Il est possible de spécifier une locale différente pour la base de données ; la Section 23.1, « Support des locales » propose plus d'informations là-dessus. L'ordre de tri utilisé par défaut pour ce cluster de bases de données est initialisé par **initdb** et, bien que vous pouvez créer de nouvelles bases de données en utilisant des ordres de tris différents, l'ordre utilisé dans les bases de données modèle que `initdb` a créé ne peut pas être modifié sans les supprimer et les re-créer. Cela a aussi un impact sur les performances pour l'utilisation de locales autres que `c` ou `posix`. Du coup, il est important de faire ce choix correctement la première fois.

initdb configure aussi le codage par défaut de l'ensemble de caractères pour le groupe de bases de données. Normalement, cela doit être choisi pour correspondre au paramétrage de la locale. Pour les détails, voir la Section 23.3, « Support des jeux de caractères ».

Les locales différentes de C et POSIX se basent sur la bibliothèque de collationnement du système pour le tri dépendant du jeu de caractères. Cela contrôle l'ordre des clés stockées dans les index. Pour cette raison, une instance ne peut pas basculer vers une version incompatible de la bibliothèque de collationnement, que ce soit pour une restauration d'une sauvegarde PITR mais aussi pour de la réPLICATION binaire en flux ou pour un système d'exploitation différent, ou une mise à jour du système d'exploitation.

18.2.1. Utilisation de systèmes de fichiers secondaires

Beaucoup d'installations créent leur instance sur des systèmes de fichiers (volumes) autres que le volume racine de la machine. Si vous choisissez de le faire, il n'est pas conseiller d'essayer d'utiliser le répertoire principal du volume secondaire (le point de montage) comme répertoire des données. Une meilleure pratique est de créer un répertoire dans le répertoire du point de montage dont l'utilisateur PostgreSQL™ est propriétaire, puis de créer le répertoire de données à l'intérieur. Ceci évite des problèmes de droits, tout particulièrement pour des opérations telles que `pg_upgrade`, et cela vous assure aussi d'échecs propres si le volume secondaire n'est pas disponible.

18.2.2. Utilisation de systèmes de fichiers réseaux

Beaucoup d'installations créent les clusters de bases de données sur des systèmes de fichiers réseau. Parfois, cela utilise directement par NFS. Cela peut aussi passer par un NAS (acronyme de *Network Attached Storage*), périphérique qui utilise NFS en interne. PostgreSQL™ ne fait rien de particulier avec les systèmes de fichiers NFS, ceci signifiant que PostgreSQL™ suppose que NFS se comporte exactement comme les lecteurs connectés en local. Si les implémentations du client et du serveur NFS ne fournissent pas les sémantiques des systèmes de fichiers standards, cela peut poser des problèmes de fiabilité (voir http://www.time-travellers.org/shane/papers/NFS_considered_harmful.html). En particulier, des écritures asynchrones (décalées dans le temps) sur le serveur NFS peuvent poser des soucis de fiabilité. Si possible, montez les systèmes de fichiers NFS en synchrone (sans cache) pour éviter tout problème. De même, le montage soft NFS n'est pas recommandé.

Les SAN (acronyme de *Storage Area Networks*) utilisent typiquement des protocoles de communication autres que NFS, et pourraient être sujet ou pas à des problèmes de ce type. Il est préférable de consulter la documentation du vendeur concernant les garanties de cohérence des données. PostgreSQL™ ne peut pas être plus fiable que le système de fichiers qu'il utilise.

18.3. Lancer le serveur de bases de données

Avant qu'une personne ait accès à la base de données, vous devez démarrer le serveur de bases de données. Le programme serveur est appelé **postgres**. Le programme **postgres** doit savoir où trouver les données qu'il est supposé utiliser. Ceci se fait avec l'option `-d`. Du coup, la façon la plus simple de lancer le serveur est :

```
$ postgres -D /usr/local/pgsql/data
```

qui laissera le serveur s'exécuter en avant plan. Pour cela, vous devez être connecté en utilisant le compte de l'utilisateur PostgreSQL™. Sans l'option `-d`, le serveur essaiera d'utiliser le répertoire de données nommé par la variable d'environnement `pgdata`. Si cette variable ne le fournit pas non plus, le lancement échouera.

Habituellement, il est préférable de lancer **postgres** en tâche de fond. Pour cela, utilisez la syntaxe shell Unix habituelle :

```
$ postgres -D /usr/local/pgsql/data >journaux_trace 2>&1 &
```

Il est important de sauvegarder les sorties `stdout` et `stderr` du serveur quelque part, comme montré ci-dessus. Cela vous aidera dans des buts d'audits ou pour diagnostiquer des problèmes (voir la Section 24.3, « Maintenance du fichier de traces » pour une discussion plus détaillée de la gestion de journaux de trace).

Le programme **postgres** prend aussi un certain nombre d'autres options en ligne de commande. Pour plus d'informations, voir la page de référence `postmaster(1)` ainsi que le Chapitre 19, Configuration du serveur ci-dessous.

Cette syntaxe shell peut rapidement devenir ennuyeuse. Donc, le programme d'emballage `pg_ctl(1)` est fourni pour simplifier certaines tâches. Par exemple :

```
pg_ctl start -l journaux_trace
```

lancera le serveur en tâche de fond et placera les sorties dans le journal de trace indiqué. L'option `-d` a la même signification ici que pour **postgres**. **pg_ctl** est aussi capable d'arrêter le serveur.

Normalement, vous lancerez le serveur de bases de données lors du démarrage de l'ordinateur. Les scripts de lancement automatique sont spécifiques au système d'exploitation. Certains sont distribués avec PostgreSQL™ dans le répertoire `contrib/start-scripts`. En installer un demandera les droits de root.

Différents systèmes ont différentes conventions pour lancer les démons au démarrage. La plupart des systèmes ont un fichier `/etc/rc.local` ou `/etc/rc.d/rc.local`. D'autres utilisent les répertoires `init.d` ou `rc.d`. Quoi que vous fassiez, le serveur doit être exécuté par le compte utilisateur PostgreSQL™ et non pas par root ou tout autre utilisateur. Donc, vous devriez probablement former vos commandes en utilisant su `postgres -c '...'`. Par exemple :

```
su postgres -c 'pg_ctl start -D /usr/local/pgsql/data -l serverlog'
```

Voici quelques suggestions supplémentaires par système d'exploitation (dans chaque cas, assurez-vous d'utiliser le bon répertoire d'installation et le bon nom de l'utilisateur où nous montrons des valeurs génériques).

- Pour freebsd™, regardez le fichier `contrib/start-scripts/freebsd` du répertoire des sources de PostgreSQL™.
- Sur openbsd™, ajoutez les lignes suivantes à votre fichier `/etc/rc.local` :

```
if [ -x /usr/local/pgsql/bin/pg_ctl -a -x /usr/local/pgsql/bin/postgres ]; then
    su -l postgres -c '/usr/local/pgsql/bin/pg_ctl start -s -l /var/postgresql/log
-D /usr/local/pgsql/data'
    echo -n ' PostgreSQL'
fi
```

- Sur les systèmes linux™, soit vous ajoutez

```
/usr/local/pgsql/bin/pg_ctl start -l journaux_trace -D /usr/local/pgsql/data
```

à `/etc/rc.d/rc.local` ou `/etc/rc.local` soit vous jetez un œil à `contrib/start-scripts/linux` dans le répertoire des sources de PostgreSQL™.

Si vous utilisez systemd, vous pouvez utiliser le fichier de service (par exemple dans `/etc/systemd/system/postgresql.service`) :

```
[Unit]
Description=PostgreSQL database server
Documentation=man:postgres(1)

[Service]
Type=notify
User=postgres
ExecStart=/usr/local/pgsql/bin/postgres -D /usr/local/pgsql/data
ExecReload=/bin/kill -HUP $MAINPID
KillMode=mixed
KillSignal=SIGINT
TimeoutSec=0

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Utiliser `Type=notify` nécessite que le binaire du serveur soit construit avec `configure --with-systemd`.

Faites bien attention au paramètre de délai. systemd a un délai par défaut de 90 secondes (au moment de l'écriture de cette documentation) et tuera un processus qui n'indique pas sa disponibilité après ce délai. Cependant, un serveur PostgreSQL™ qui aurait à réaliser une restauration suite à un crash pourrait prendre beaucoup plus de temps à démarrer. La valeur suggérée, 0, désactive ce comportement.

- Sur netbsd™, vous pouvez utiliser les scripts de lancement de freebsd™ ou de linux™ suivant vos préférences.
- Sur solaris™, créez un fichier appelé /etc/init.d/PostgreSQL et contenant la ligne suivante :

```
su - postgres -c "/usr/local/pgsql/bin/pg_ctl start -l journaux_trace -D /usr/local/pgsql/data"
```

Puis, créez un lien symbolique vers lui dans /etc/rc3.d de nom s99PostgreSQL.

Tant que le serveur est lancé, son pid est stocké dans le fichier postmaster.pid du répertoire de données. C'est utilisé pour empêcher plusieurs instances du serveur d'être exécutées dans le même répertoire de données et peut aussi être utilisé pour arrêter le processus le serveur.

18.3.1. Échecs de lancement

Il existe de nombreuses raisons habituelles pour lesquelles le serveur échouerait au lancement. Vérifiez le journal des traces du serveur ou lancez-le manuellement (sans redirection des sorties standard et d'erreur) et regardez les messages d'erreurs qui apparaissent. Nous en expliquons certains ci-dessous parmi les messages d'erreurs les plus communs.

```
LOG: could not bind IPv4 socket: Address already in use  
HINT: Is another postmaster already running on port 5432? If not, wait a few seconds  
and retry.  
FATAL: could not create TCP/IP listen socket
```

Ceci signifie seulement ce que cela suggère : vous avez essayé de lancer un autre serveur sur le même port où un autre est en cours d'exécution. Néanmoins, si le message d'erreur du noyau n'est pas address already in use ou une quelconque variante, il pourrait y avoir un autre problème. Par exemple, essayer de lancer un serveur sur un numéro de port réservé pourrait avoir ce résultat :

```
$ postgres -p 666  
LOG: could not bind IPv4 socket: Permission denied  
HINT: Is another postmaster already running on port 666? If not, wait a few seconds  
and retry.  
FATAL: could not create TCP/IP listen socket
```

Un message du type

```
FATAL: could not create shared memory segment: Invalid argument  
DETAIL: Failed system call was shmget(key=5440001, size=4011376640, 03600).
```

signifie probablement que les limites de votre noyau sur la taille de la mémoire partagée est plus petite que l'aire de fonctionnement que PostgreSQL™ essaie de créer (4011376640 octets dans cet exemple). Ou il pourrait signifier que vous n'avez pas du tout configuré le support de la mémoire partagée de type System-V dans votre noyau. Comme contournement temporaire, vous pouvez essayer de lancer le serveur avec un nombre de tampons plus petit que la normale (shared_buffers). Éventuellement, vous pouvez reconfigurer votre noyau pour accroître la taille de mémoire partagée autorisée. Vous pourriez voir aussi ce message en essayant d'exécuter plusieurs serveurs sur la même machine si le total de l'espace qu'ils requièrent dépasse la limite du noyau.

Une erreur du type

```
FATAL: could not create semaphores: No space left on device  
DETAIL: Failed system call was semget(5440126, 17, 03600).
```

ne signifie pas qu'il vous manque de l'espace disque. Elle signifie que la limite de votre noyau sur le nombre de sémaphores system v est inférieure au nombre que PostgreSQL™ veut créer. Comme ci-dessus, vous pouvez contourner le problème en lançant le serveur avec un nombre réduit de connexions autorisées (max_connections) mais vous voudrez éventuellement augmenter la limite du noyau.

Si vous obtenez une erreur « illegal system call », il est probable que la mémoire partagée ou les sémaphores ne sont pas du tout supportés par votre noyau. Dans ce cas, votre seule option est de reconfigurer le noyau pour activer ces fonctionnalités.

Des détails sur la configuration des capacités ipc System V sont donnés dans la Section 18.4.1, « Mémoire partagée et séma-phore ».

18.3.2. Problèmes de connexion du client

Bien que les conditions d'erreurs possibles du côté client sont assez variées et dépendantes de l'application, certaines pourraient être en relation direct avec la façon dont le serveur a été lancé. Les conditions autres que celles montrées ici devraient être documentées avec l'application client respective.

```
psql: could not connect to server: Connection refused
      Is the server running on host "server.joe.com" and accepting
      TCP/IP connections on port 5432?
```

Ceci est l'échec générique « je n'ai pas trouvé de serveur à qui parler ». Cela ressemble au message ci-dessus lorsqu'une connexion TCP/IP est tentée. Une erreur commune est d'oublier de configurer le serveur pour qu'il autorise les connexions TCP/IP.

Autrement, vous obtiendrez ceci en essayant une communication de type socket de domaine Unix vers un serveur local :

```
psql: could not connect to server: No such file or directory
      Is the server running locally and accepting
      connections on Unix domain socket "/tmp/.s.PGSQL.5432"?
```

La dernière ligne est utile pour vérifier si le client essaie de se connecter au bon endroit. Si aucun serveur n'est exécuté ici, le message d'erreur du noyau sera typiquement soit `connection refused` soit `no such file or directory`, comme ce qui est illustré (il est important de réaliser que `connection refused`, dans ce contexte, ne signifie *pas* que le serveur a obtenu une demande de connexion et l'a refusé. Ce cas produira un message différent comme indiqué dans la Section 20.4, « Problèmes d'authentification »). D'autres messages d'erreurs tel que `connection timed out` pourraient indiquer des problèmes plus fondamentaux comme un manque de connexion réseau.

18.4. Gérer les ressources du noyau

PostgreSQL™ peut quelque fois dépasser les limites des ressources du système d'exploitation, tout spécialement quand plusieurs copies du serveur s'exécutent sur le même système, ou sur des très grosses installations. Cette section explique les ressources du noyau utilisées par PostgreSQL™ et les étapes à suivre pour résoudre les problèmes liés à la consommation des ressources du noyau.

18.4.1. Mémoire partagée et sémaphore

La mémoire partagée et les sémaphores sont nommés collectivement « `ipc system V` » (ensemble avec les queues de messages, qui n'ont pas d'importance pour PostgreSQL™). Sauf sur Windows, où PostgreSQL™ fournit sa propre implémentation de remplacement de ces possibilités, elles sont requises pour que PostgreSQL™ puisse fonctionner.

Le manque complet de fonctionnalités est généralement manifesté par une erreur `illegal system call` au lancement du serveur. Dans ce cas, il n'y a rien à faire à part reconfigurer votre noyau. PostgreSQL™ ne fonctionnera pas sans. Néanmoins, cette situation est rare parmi les systèmes d'exploitation modernes.

Quand PostgreSQL™ dépasse une des nombreuses limites `ipc`, le serveur refusera de s'exécuter et lèvera un message d'erreur instructif décrivant le problème rencontré et que faire avec (voir aussi la Section 18.3.1, « Échecs de lancement »). Les paramètres adéquats du noyau sont nommés de façon cohérente parmi les différents systèmes ; le Tableau 18.1, « Paramètres `system v ipc` » donne un aperçu. Néanmoins, les méthodes pour les obtenir varient. Les suggestions pour quelques plateformes sont données ci-dessous.



Note

Avant PostgreSQL™, la quantité de mémoire partagée System V requise pour démarrer le serveur était bien plus importante. Si vous utilisez une ancienne version du serveur, merci de consulter la documentation correspondant à la version de votre serveur.

Tableau 18.1. Paramètres `system v ipc`

Nom	Description	Valeurs raisonnables
<code>shmmmax</code>	taille maximum du segment de mémoire partagée (octets)	au moins 1 Ko (plus si vous exécutez plusieurs copies du serveur)
<code>shminn</code>	taille minimum du segment de mémoire partagée (octets)	1
<code>shmalls</code>	total de la mémoire partagée disponible (octets ou pages)	si octets, identique à <code>shmmmax</code> ; si pages, <code>ceil(shmmmax/page_size)</code>
<code>shmseg</code>	nombre maximum de segments de mémoire partagée par processus	seul un segment est nécessaire mais la valeur par défaut est bien plus importante

Nom	Description	Valeurs raisonnables
shmmni	nombre maximum de segments de mémoire partagée pour tout le système	comme <code>shmseg</code> plus la place pour les autres applications
semnni	nombre maximum d'identifiants de sémaphores (c'est-à-dire d'ensembles)	au moins $\text{ceil}((\text{max_connections} + \text{autovacuum_max_workers} + 5) / 16)$
semnns	nombre maximum de sémaphores répartis dans le système	$\text{ceil}((\text{max_connections} + \text{autovacuum_max_workers} + 5) / 16) * 17$ plus la place pour les autres applications
semmsl	nombre maximum de sémaphores par ensemble	au moins 17
semmap	nombre d'entrées dans la carte des sémaphores	voir le texte
semvmx	valeur maximum d'un sémaphore	au moins 1000 (vaut souvent par défaut 32767, ne pas changer sauf si vous êtes forcé.)

PostgreSQL™ requiert quelques octets de mémoire partagée System V (typiquement 48 octets sur des plateformes 64 bits) pour chaque copie du serveur. Sur la plupart des systèmes d'exploitation modernes, cette quantité est facilement allowable. Néanmoins, si vous exécutez plusieurs copies du serveur ou si d'autres applications utilisent aussi de la mémoire partagée System V, il pourrait être nécessaire d'augmenter SHMMAX, correspondant à la taille maximale d'un segment de mémoire partagée, ou SHMALL, correspondant à la quantité totale de mémoire partagée System V pour tout le système. Notez que SHMALL est en nombre de blocs disques, et non pas en nombre d'octets sur de nombreux systèmes.

La taille minimum des segments de mémoire partagée (`shmmmin`) est moins sensible aux problèmes. Elle devrait être au plus à environ 32 octets pour PostgreSQL™ (il est habituellement à 1). Le nombre maximum de segments au travers du système (`shmmni`) ou par processus (`shmseg`) a peu de chances de causer un problème sauf s'ils sont configurés à zéro sur votre système.

PostgreSQL™ utilise un sémaphore par connexion autorisée (`max_connections`), par processus autovacuum autorisé (`autovacuum_max_workers`) et par processus en tâche de fond autorisé réclamant un accès à la mémoire partagée, le tout par ensemble de 16. Chacun de ces ensembles contiendra aussi un 17^e sémaphore qui contient un « nombre magique » pour détecter la collision avec des ensembles de sémaphore utilisés par les autres applications. Le nombre maximum de sémaphores dans le système est initialisé par `semnns`, qui en conséquence doit être au moins aussi haut que `max_connections` plus `autovacuum_max_workers` plus le nombre de processus en tâche de fond réclamant un accès à la mémoire partagée, plus un extra de chacune des 16 connexions autorisées et des processus autovacuum (voir la formule dans le Tableau 18.1, « Paramètres system v ipc »). Le paramètre `semnni` détermine la limite sur le nombre d'ensembles de sémaphores qui peuvent exister sur le système à un instant précis. Donc, ce paramètre doit être au moins égal à $\text{ceil}((\text{max_connections} + \text{autovacuum_max_workers} + \text{nombre de processus en tâche de fond} + 5) / 16)$. Baisser le nombre de connexions autorisées est un contournement temporaire pour les échecs qui sont habituellement indiqués par le message « no space left on device », à partir de la fonction `semget`.

Dans certains cas, il pourrait être nécessaire d'augmenter `semmap` pour être au moins dans l'ordre de `semnns`. Ce paramètre définit la taille de la carte de ressources de sémaphores, dans laquelle chaque bloc contigü de sémaphores disponibles ont besoin d'une entrée. Lorsqu'un ensemble de sémaphores est libéré ou qu'il est enregistré sous une nouvelle entrée de carte. Si la carte est pleine, les sémaphores libérés sont perdus (jusqu'au redémarrage). La fragmentation de l'espace des sémaphores pourrait amener dans le temps à moins de sémaphores disponibles.

La paramètre `semmsl`, qui détermine le nombre de sémaphores dans un ensemble, pourrait valoir au moins 17 pour PostgreSQL™.

D'autres paramètres en relation avec l'« annulation de sémaphores », tels que `semnni` et `semume`, n'affectent pas PostgreSQL™.

AIX

À partir de la version 5.1, il ne doit plus être nécessaire de faire une configuration spéciale pour les paramètres tels que SHMMAX, car c'est configuré de façon à ce que toute la mémoire puisse être utilisée en tant que mémoire partagée. C'est le type de configuration habituellement utilisée pour d'autres bases de données comme DB/2.

Néanmoins, il pourrait être nécessaire de modifier l'information globale **ulimit** dans `/etc/security/limits` car les limites en dur par défaut pour les tailles de fichiers (`fsize`) et les nombres de fichiers (`nofiles`) pourraient être trop bas.

freebsd

Les paramètres par défaut peuvent être modifiés en utilisant la commande **sysctl** ou **loader**. Les paramètres suivants peuvent être configurés en utilisant **sysctl** :

```
# sysctl kern.ipc.shmall=32768
# sysctl kern.ipc.shmmax=134217728
```

Pour que ces paramètres persistent après les redémarrages, modifiez `/etc/sysctl.conf`.

Les paramètres restant, concernant les sémaphores, sont en lecture seule en ce qui concerne **sysctl**, mais peuvent être configurés dans `/boot/loader.conf`:

```
kern.ipc.semmin=256
kern.ipc.semmax=512
kern.ipc.semmap=256
```

Après la modification de ces valeurs, un redémarrage est nécessaire pour que le nouveau paramétrage prenne effet. (Note : FreeBSD n'utilise pas SEMMAP. Les anciennes versions l'accepteraient mais ignorerait une configuration pour `kern.ipc.semmap` ; les nouvelles versions le rejettent.)

Vous pourriez aussi vouloir configurer votre noyau pour verrouiller la mémoire partagée en RAM et l'empêcher d'être envoyé dans la swap. Ceci s'accomplit en utilisant le paramètre `kern.ipc.shm_use_phys` de **sysctl**.

En cas d'exécution dans une cage FreeBSD en activant `security.jail.sysvipc_allowed` de **sysctl**, les postmaster exécutés dans différentes cages devront être exécutés par différents utilisateurs du système d'exploitation. Ceci améliore la sécurité car cela empêche les utilisateurs non root d'interférer avec la mémoire partagée ou les sémaphores d'une cage différente et cela permet au code de nettoyage des IPC PostgreSQL de fonctionner correctement (dans FreeBSD 6.0 et ultérieurs, le code de nettoyage IPC ne détecte pas proprement les processus des autres cages, empêchant les postmaster en cours d'exécution d'utiliser le même port dans différentes cages).

Les FreeBSD, avant la 4.0, fonctionnent comme OpenBSD (voir ci-dessous).

NetBSD

Avec NetBSD 5.0 et ultérieur, les paramètres IPC peuvent être ajustés en utilisant **sysctl**. Par exemple :

```
$ sysctl -w kern.ipc.shmmax=16777216
```

Pour que ce paramétrage persiste après un redémarrage, modifiez le fichier `/etc/sysctl.conf`.

Vous pourriez aussi vouloir configurer votre noyau pour verrouiller la mémoire partagée en RAM et l'empêcher d'être mise dans le swap. Cela peut se faire en utilisant le paramètre `kern.ipc.shm_use_phys` de **sysctl**.

Les versions de NetBSD antérieures à la 5.0 fonctionnent comme OpenBSD (voir ci-dessous), sauf que les paramètres doivent être configurés avec le mot clé `options`, et non pas `option`.

OpenBSD

Les options `sysvshm` et `sysvsem` doivent être activées à la compilation du noyau (ils le sont par défaut). La taille maximum de mémoire partagée est déterminée par l'option `shmmxapgs` (en pages). Ce qui suit montre un exemple de l'initialisation des différents paramètres :

```
option      SYSVSHM
option      SHMMAXPGS=4096
option      SHMSEG=256

option      SYSVSEM
option      SEMMNI=256
option      SEMMNS=512
option      SEMMNU=256
option      SEMMAP=256
```

Vous pourriez aussi vouloir configurer votre noyau pour verrouiller la mémoire partagée en RAM et l'empêcher d'être paginée en swap. Ceci se fait en utilisant le paramètre `kern.ipc.shm_use_phys` de **sysctl**.

hp-ux

Les paramètres par défaut tendent à suffire pour des installations normales. Sur hp-ux™ 10, la valeur par défaut de `semmaxns` est 128, qui pourrait être trop basse pour de gros sites de bases de données.

Les paramètres ipc peuvent être initialisés dans system administration manager (sam) sous kernel configuration → configurable Parameters. Allez sur create a new kernel une fois terminée.

linux

La taille maximale du segment par défaut est de 32 Mo et la taille totale maximale par défaut est de 2097152 pages. Une page

équivaut pratiquement toujours à 4096 octets sauf pour certaines configurations inhabituelles du noyau comme « huge pages » (utilisez `getconf PAGE_SIZE` pour vérifier).

La configuration de la taille de mémoire partagée peut être modifiée avec l'interface proposée par la commande **sysctl**. Par exemple, pour permettre l'utilisation de 16 Go :

```
$ sysctl -w kernel.shmmax=17179869184
$ sysctl -w kernel.shmall=4194304
```

De plus, ces paramètres peuvent être préservés entre des redémarrages dans le fichier `/etc/sysctl.conf`. Il est recommandé de le faire.

Les anciennes distributions pourraient ne pas avoir le programme **sysctl** mais des modifications équivalentes peuvent se faire en manipulant le système de fichiers `/proc` :

```
$ echo 17179869184 >/proc/sys/kernel/shmmax
$ echo 4194304 >/proc/sys/kernel/shmall
```

Les valeurs par défaut restantes sont taillées de façon assez généreuses pour ne pas nécessiter de modifications.

OS X

La méthode recommandée pour configurer la mémoire partagée sous OS X est de créer un fichier nommé `/etc/sysctl.conf` contenant des affectations de variables comme :

```
kern.sysv.shmmax=4194304
kern.sysv.shmin=1
kern.sysv.shmmni=32
kern.sysv.shmseg=8
kern.sysv.shmall=1024
```

Notez que, dans certaines versions d'OS X, *les cinq* paramètres de mémoire partagée doivent être configurés dans `/etc/sysctl.conf`, sinon les valeurs seront ignorées.

Attention au fait que les versions récentes d'OS X ignorent les tentatives de configuration de SHMMAX à une valeur qui n'est pas un multiple exact de 4096.

SHMALL est mesuré en page de 4 Ko sur cette plateforme.

Dans les anciennes versions d'OS X, vous aurez besoin de redémarrer pour que les modifications de la mémoire partagée soient prises en considération. À partir de la version 10.5, il est possible de tous les modifier en ligne sauf SHMMNI, grâce à **sysctl**. Mais il est toujours préférable de configurer vos valeurs préférées dans `/etc/sysctl.conf`, pour que les nouvelles valeurs soient conservées après un redémarrage.

Le fichier `/etc/sysctl.conf` est seulement honoré à partir de la version 1.0.3.9 de OS X. Si vous utilisez une version antérieure, vous devez modifier le fichier `/etc/rc` et changer les valeurs dans les commandes suivantes :

```
sysctl -w kern.sysv.shmmax
sysctl -w kern.sysv.shmin
sysctl -w kern.sysv.shmmni
sysctl -w kern.sysv.shmseg
sysctl -w kern.sysv.shmall
```

Notez que `/etc/rc` est habituellement écrasé lors de mises à jour systèmes d'OS X, donc vous devez vous attendre à les modifier manuellement après chaque mise à jour.

En 10.2 et avant cette version, modifiez ces commandes dans le fichier `/System/Library/StartupItems/SystemTuning/SystemTuning`.

sco openserver

Dans la configuration par défaut, seuls 512 Ko de mémoire partagée par segment est autorisé. Pour augmenter ce paramétrage, allez tout d'abord dans le répertoire `/etc/conf/cf.d`. Pour afficher la valeur courante de `shmmax`, lancez :

```
./configure -y SHMMAX
```

Pour configurer une nouvelle valeur de `shmmax`, lancez :

```
./configure SHMMAX=valeur
```

où *valeur* est la nouvelle valeur que vous voulez utiliser (en octets). Après avoir configuré `shmmax`, reconstruisez le noyau :

```
./link_unix
```

et redémarrez.

solaris 2.6 à 2.9 (Solaris 6 à Solaris 9)

La configuration est modifiable dans `/etc/system`, par exemple :

```
set shmsys:shminfo_shmmax=0x2000000
set shmsys:shminfo_shmmin=1
set shmsys:shminfo_shmmni=256
set shmsys:shminfo_shmseg=256

set semsys:seminfo_semmmap=256
set semsys:seminfo_semmni=512
set semsys:seminfo_semmns=512
set semsys:seminfo_semmsl=32
```

Vous avez besoin de redémarrer pour que les modifications prennent effet. Voir aussi <http://sunsite.uakom.sk/sunworldonline/swol-09-1997/swol-09-insidesolaris.html> pour des informations sur la configuration de la mémoire partagée sur des versions plus anciennes de Solaris.

Solaris 2.10 (Solaris 10 et ultérieurs), OpenSolaris

Dans Solaris 10 (et les versions ultérieures) et OpenSolaris, la configuration de la mémoire partagée et des sémaphores par défaut sont suffisamment bonnes pour la majorité des configurations de PostgreSQL™. La valeur par défaut de Solaris pour `SHMMAX` correspond maintenant à un quart de la mémoire disponible sur le système. Pour configurer plus finement ce paramètre, vous devez utiliser une configuration de projet associé à l'utilisateur `postgres`. Par exemple, exécutez ce qui suit en tant qu'utilisateur `root` :

```
projadd -c "PostgreSQL DB User" -K "project.max-shm-memory=(privileged,8GB,deny)" -U postgres -G postgres user.postgres
```

Cette commande ajoute le projet `user.postgres` et configure le maximum de mémoire partagée pour l'utilisateur `postgres` à 8 Go. Cela prend effet à chaque fois que l'utilisateur se connecte et quand vous redémarrez PostgreSQL™. La ligne ci-dessus suppose que PostgreSQL™ est exécuté par l'utilisateur `postgres` dans le groupe `postgres`. Aucun redémarrage du serveur n'est requis.

Sur un serveur de bases de données ayant beaucoup de connexions, les autres modifications recommandées pour le noyau sont :

```
project.max-shm-ids=(priv,32768,deny)
project.max-sem-ids=(priv,4096,deny)
project.max-msg-ids=(priv,4096,deny)
```

De plus, si vous exécutez PostgreSQL™ dans une zone, vous pourriez avoir besoin d'augmenter les limites d'utilisation des ressources pour la zone. Voir *Chapter2: Projects and Tasks* dans *System Administrator's Guide* pour plus d'informations sur les projets et `prctl`.

unixware

Avec unixware™ 7, la taille maximum des segments de mémoire partagée est de 512 Ko dans la configuration par défaut. Pour afficher la valeur courante de `shmmax`, lancez :

```
/etc/conf/bin/idtune -g SHMMAX
```

qui affiche la valeur courante, par défaut, minimum et maximum. Pour configurer une nouvelle valeur de `shmmax`, lancez :

```
/etc/conf/bin/idtune SHMMAX valeur
```

où *valeur* est la nouvelle valeur que vous voulez utiliser (en octets). Après avoir initialisé `shmmax`, reconstruisez le noyau :

```
/etc/conf/bin/ldbbuild -B
```

et relancez.

18.4.2. Limites de ressources

Les systèmes d'exploitation style Unix renforcent différents types de limites de ressources qui pourraient interférer avec les opérations de votre serveur PostgreSQL™. Les limites sur le nombre de processus par utilisateur, le nombre de fichiers ouverts par un processus et la taille mémoire disponible pour chaque processus sont d'une grande importance. Chacun d'entre elles ont une limite « dure » et une limite « souple ». La limite souple est réellement ce qui compte mais cela pourrait être changé par l'utilisateur jusqu'à la limite dure. La limite dure pourrait seulement être modifiée par l'utilisateur root. L'appel système `setrlimit` est responsable de l'initialisation de ces paramètres. La commande interne du shell **ulimit** (shells Bourne) ou **limit** (csh) est utilisé pour contrôler les limites de ressource à partir de la ligne de commande. Sur les systèmes dérivés BSD, le fichier `/etc/login.conf` contrôle les différentes limites de ressource initialisées à la connexion. Voir la documentation du système d'exploitation pour les détails. Les paramètres en question sont `maxproc`, `openfiles` et `datasize`. par exemple :

```
default:\n...\n    :datasize-cur=256M:\n    :maxproc-cur=256:\n    :openfiles-cur=256:\n...\n
```

(-cur est la limite douce. Ajoutez -max pour configurer la limite dure.)

Les noyaux peuvent aussi avoir des limites sur le système complet pour certaines ressources.

- Sur linux™, `/proc/sys/fs/file-max` détermine le nombre maximum de fichiers ouverts que le noyau supportera. Ce nombre est modifiable en écrivant un autre nombre dans le fichier ou en ajoutant une affectation dans `/etc/sysctl.conf`. La limite des fichiers par processus est fixée lors de la compilation du noyau ; voir `/usr/src/linux/documentation/proc.txt` pour plus d'informations.

Le serveur PostgreSQL™ utilise un processus par connexion de façon à ce que vous puissiez fournir au moins autant de processus que de connexions autorisées, en plus de ce dont vous avez besoin pour le reste de votre système. Ceci n'est habituellement pas un problème mais si vous exécutez plusieurs serveurs sur une seule machine, cela pourrait devenir étroit.

La limite par défaut des fichiers ouverts est souvent initialisée pour être « amicalement sociale », pour permettre à de nombreux utilisateurs de coexister sur une machine sans utiliser une fraction inappropriée des ressources du système. Si vous lancez un grand nombre de serveurs sur une machine, cela pourrait être quelque chose que vous souhaitez mais sur les serveurs dédiés, vous pourriez vouloir augmenter cette limite.

D'un autre côté, certains systèmes autorisent l'ouverture d'un grand nombre de fichiers à des processus individuels ; si un plus grand nombre le font, alors les limites du système peuvent facilement être dépassées. Si vous rencontrez ce cas et que vous ne voulez pas modifier la limite du système, vous pouvez initialiser le paramètre de configuration `max_files_per_process` de PostgreSQL™ pour limiter la consommation de fichiers ouverts.

18.4.3. Linux memory overcommit

Dans Linux 2.4 et suivants, le comportement par défaut de la mémoire virtuelle n'est pas optimal pour PostgreSQL™. Du fait de l'implémentation du « memory overcommit » par le noyau, celui-ci peut arrêter le serveur PostgreSQL™ (le processus serveur maître, « postmaster ») si les demandes de mémoire de PostgreSQL™ ou d'un autre processus provoque un manque de mémoire virtuelle au niveau du système.

Si cela se produit, un message du noyau qui ressemble à ceci (consulter la documentation et la configuration du système pour savoir où chercher un tel message) :

```
Out of Memory: Killed process 12345 (postgres)
```

peut survenir. Ceci indique que le processus `postgres` a été terminé à cause d'un problème de mémoire. Bien que les connexions en cours continuent de fonctionner normalement, aucune nouvelle connexion n'est acceptée. Pour revenir à un état normal, PostgreSQL™ doit être relancé.

Une façon d'éviter ce problème revient à lancer PostgreSQL™ sur une machine où vous pouvez vous assurer que les autres processus ne mettront pas la machine en manque de mémoire. S'il y a peu de mémoire, augmenter la swap peut aider à éviter le problème car un système peut tuer des processus lorsque la mémoire physique et la mémoire swap sont utilisées entièrement.

Si PostgreSQL™ lui-même est la cause d'un manque de mémoire du système, vous pouvez éviter le problème en modifiant votre configuration. Dans certains cas, baisser les paramètres de configuration de la mémoire peut aider, tout particulièrement `shared_buffers` et `work_mem`. Dans d'autres cas, le problème peut être causé par l'autorisation d'un trop grand nombre de connexions au serveur de bases de données. Dans beaucoup de cas, il est préférable de réduire `max_connections` et d'utiliser à la place un logiciel de multiplexage de connexions (*connection pooling*).

Sur Linux 2.6 et ultérieur, il est possible de modifier le comportement du noyau avec le « overcommit memory ». Bien que ce pa-

ramétrage n'empêchera pas ce *comportement*, il réduira sa fréquence de façon significative et contribuera du coup à un système plus robuste. Ceci se fait en sélectionnant le mode strict de l'overcommit via **sysctl** :

```
sysctl -w vm.overcommit_memory=2
```

ou en plaçant une entrée équivalente dans `/etc/sysctl.conf`. Vous pourriez souhaiter modifier le paramétrage relatif `vm.overcommit_ratio`. Pour les détails, voir la documentation du noyau (<https://www.kernel.org/doc/Documentation/vm/overcommit-accounting>).

Une autre approche, qui peut aussi utiliser la modification de `vm.overcommit_memory`, est de configurer la valeur de la variable *d'ajustement du score OOM*, valeur par processus, pour le processus postmaster à `-1000`, garantissant ainsi qu'il ne sera pas la cible de OOM. La façon la plus simple de le faire est d'exécuter

```
echo -1000 > /proc/self/oom_score_adj
```

dans le script de démarrage de postmaster juste avant d'appeler postmaster. Notez que cette action doit être faite en tant qu'utilisateur root. Dans le cas contraire, elle n'aura aucun effet. Du coup, un script de démarrage, exécuté par root, est le meilleur endroit où placer ce code. Si vous le faites, vous devriez aussi configurer ces variables d'environnement dans le script de démarrage avant d'invoquer le processus postmaster :

```
export PG_OOM_ADJUST_FILE=/proc/self/oom_score_adj
export PG_OOM_ADJUST_VALUE=0
```

Ces paramètres vont faire en sorte que les processus fils du postmaster s'exécuteront avec l'ajustement de score OOM normal (0), pour que l'OOM puisse encore les cibler si cela s'avère nécessaire. Vous pouvez utiliser d'autres valeurs pour `PG_OOM_ADJUST_VALUE` si vous voulez que les processus fils s'exécutent avec un autre ajustement de score. (`PG_OOM_ADJUST_VALUE` peut aussi être omis, auquel cas sa valeur par défaut est zéro.) Si vous ne voulez pas configurer `PG_OOM_ADJUST_FILE`, les processus fils s'exécuteront avec le même ajustement de score OOM que le processus père postmaster, ce qui n'est pas conseillé car le but est de s'assurer que le processus postmaster soit protégé par la configuration.

Les anciens noyaux Linux ne proposent pas `/proc/self/oom_score_adj`, mais peuvent avoir une ancienne version de la même fonctionnalité, nommé `/proc/self/oom_adj`. Cela fonctionne de façon identique sauf que la valeur de désactivation est `-17`, et non pas `-1000`.



Note

Quelques noyaux 2.4 de vendeurs ont des pré-versions de l'overcommit du 2.6. Néanmoins, configurer `vm.overcommit_memory` à 2 sur un noyau 2.4 qui n'a pas le code correspondant rendra les choses pires qu'elles n'étaient. Il est recommandé d'inspecter le code source du noyau (voir la fonction `vm_enough_memory` dans le fichier `mm/mmap.c`) pour vérifier ce qui est supporté dans votre noyau avant d'essayer ceci avec une installation 2.4. La présence du fichier de documentation `overcommit-accounting` ne devrait pas être pris comme une preuve de la présence de cette fonctionnalité. En cas de doute, consultez un expert du noyau ou le vendeur de votre noyau.

18.4.4. Pages mémoire de grande taille (huge pages) sous Linux

L'utilisation des « huge pages » réduit la surcharge lors de l'utilisation de gros morceaux contigus de mémoire, comme ce que fait PostgreSQL™, tout particulièrement lors de l'utilisation de grosses valeurs pour `shared_buffers`. Pour activer cette fonctionnalité avec PostgreSQL™, vous avez besoin d'un noyau compilé avec `CONFIG_HUGETLBFS=y` et `CONFIG_HUGETLB_PAGE=y`. Vous devez aussi configurer le paramètre noyau `vm.nr_hugepages`. Pour estimer le nombre nécessaire de « huge pages », lancer PostgreSQL™ sans activer les « huge pages » et vérifier la valeur de `VmPeak` pour le processus postmaster, ainsi que la taille des « huge pages » pour le système en utilisant le système de fichiers `/proc`. Cela pourrait ressembler à ceci :

```
$ head -1 $PGDATA/postmaster.pid
4170
$ grep ^VmPeak /proc/4170/status
VmPeak: 6490428 kB
$ grep ^Hugepagesize /proc/meminfo
Hugepagesize: 2048 kB
```

`6490428 / 2048` donne approximativement `3169.154`. Donc, dans cet exemple, nous avons besoin d'au moins `3170` « huge pages », ce que nous pouvons configurer avec :

```
$ sysctl -w vm.nr_hugepages=3170
```

Une configuration plus importante serait appropriée si les autres programmes du serveur avaient aussi besoin de « huge pages ». N'oubliez pas d'ajouter cette configuration à `/etc/sysctl.conf` pour qu'elle soit appliquée à chaque redémarrage.

Parfois, le noyau n'est pas capable d'allouer immédiatement le nombre souhaité de « huge pages », donc il peut être nécessaire de répéter cette commande ou de redémarrer. (Tout de suite après un redémarrage, la plupart de la mémoire de la machine doit être disponible à une conversion en « huge pages ».) Pour vérifier la situation au niveau de l'allocation des « huge pages », utilisez :

```
$ grep Huge /proc/meminfo
```

Il pourrait être nécessaire de donner le droit à l'utilisateur du système d'exploitation du serveur de bases de données en configurant `vm.hugetlb_shm_group` via `sysctl`, et/ou en donnant le droit de verrouiller la mémoire avec **ulimit -l**.

Il est aussi nécessaire de donner le droit d'utiliser les « huge pages » à l'utilisateur système qui exécute PostgreSQL. Cela se fait en configurant `vm.hugetlb_shm_group` via `sysctl`, et le droit de verrouiller la mémoire avec **ulimit -l**.

Le comportement par défaut pour les « huge pages » dans PostgreSQL™ est de les utiliser quand cela est possible et de revenir aux pages normales dans le cas contraire. Pour forcer l'utilisation des « huge pages », vous pouvez configurer `huge_pages` à `on` dans le fichier `postgresql.conf`. Notez que, avec ce paramètre configuré ainsi, PostgreSQL™ refusera de démarrer s'il ne peut pas récupérer suffisamment de « huge pages ».

Pour une description détaillée des « huge pages » sous Linux™, lisez <https://www.kernel.org/doc/Documentation/vm/hugetlbpage.txt>.

18.5. Arrêter le serveur

Il existe plusieurs façons d'arrêter le serveur de bases de données. Vous contrôlez le type d'arrêt en envoyant différents signaux au processus serveur maître.

`sigterm`

C'est le mode d'*arrêt intelligent*. Après réception de `sigterm`, le serveur désactive les nouvelles connexions mais permet aux sessions en cours de terminer leur travail normalement. Il s'arrête seulement après que toutes les sessions se sont terminées normalement. C'est l'*arrêt intelligent (smart shutdown)*. Si le serveur est en mode de sauvegarde en ligne, il attend en plus la désactivation du mot de sauvegarde en ligne. Lorsque le mode de sauvegarde est actif, les nouvelles connexions sont toujours autorisées, mais seulement pour les superutilisateurs (cette exception permet à un superutilisateur de se connecter pour terminer le mode de sauvegarde en ligne). Si le serveur est en restauration quand une demande d'arrêt intelligent est envoyée, la restauration et la réPLICATION en flux seront stoppées seulement une fois que toutes les autres sessions ont terminé.

`sigint`

C'est le mode d'*arrêt rapide*. Le serveur désactive les nouvelles connexions et envoie à tous les processus serveur le signal `sigterm`, qui les fera annuler leurs transactions courantes pour quitter rapidement. Il attend ensuite la fin de tous les processus serveur et s'arrête finalement. Si le serveur est en mode de sauvegarde en ligne, le mode est annulé, rendant la sauvegarde inutilisable.

`sigquit`

C'est le mode d'*arrêt immédiat*. Le serveur enverra `SIGQUIT` à tous les processus fils et attendra qu'ils se terminent. Ceux qui ne se terminent pas au bout de cinq secondes se verront envoyés un signal `SIGKILL` par le processus père `postgres`, qui les arrêtera sans attendre plus. Ceci peut amener à un redémarrage en mode restauration (de ce fait, ceci n'est recommandé que dans les cas d'urgence).

Le programme `pg_ctl(1)` fournit une interface agréable pour envoyer ces signaux dans le but d'arrêter le serveur. Autrement, vous pouvez envoyer le signal directement en utilisant `kill` sur les systèmes autres que Windows. Le PID du processus `postgres` peut être trouvé en utilisant le programme `ps` ou à partir du fichier `postmaster.pid` dans le répertoire des données. Par exemple, pour exécuter un arrêt rapide :

```
$ kill -int `head -1 /usr/local/pgsql/data/postmaster.pid`
```



Important

Il vaut mieux de ne pas utiliser `sigkill` pour arrêter le serveur. Le faire empêchera le serveur de libérer la mémoire partagée et les sémaphores, ce qui pourrait devoir être fait manuellement avant qu'un nouveau serveur ne soit lancé. De plus, `SIGKILL` tue le processus `postgres` sans que celui-ci ait le temps de relayer ce signal à ses sous-processus, donc il sera aussi nécessaire de tuer les sous-processus individuels à la main.

Pour terminer une session individuelle tout en permettant aux autres de continuer, utilisez `pg_terminate_backend()` (voir Tableau 9.77, « Fonctions d'envoi de signal au serveur ») ou envoyez un signal `SIGTERM` au processus fils associé à cette session.

18.6. Mise à jour d'une instance PostgreSQL™

Cette section concerne la mise à jour des données de votre serveur d'une version de PostgreSQL™ vers une version ultérieure.

Les versions majeures de PostgreSQL™ sont représentées par les deux premiers groupes de chiffres du numéro de version, par exemple 8.4. Les versions mineures de PostgreSQL™ sont représentées par le troisième groupe de chiffres, par exemple 8.4.2 est la deuxième version mineure de la 8.4. Les versions mineures ne modifient jamais le format de stockage interne et sont donc compatibles avec les versions antérieures et ultérieures de la même version majeure. Par exemple, le format 8.4.2 est compatible avec le format des versions 8.4, 8.4.1 et 8.4.6. Pour mettre à jour entre des versions compatibles, vous devez simplement remplacer les binaires une fois le serveur arrêté, puis redémarrer le serveur. Le répertoire des données ne doit pas être modifié. Les mises à jour de versions mineures sont aussi simples que ça.

Pour les versions *majeures* de PostgreSQL™, le format de stockage interne des données est sujet à modification, ce qui complique les mises à jour. La méthode traditionnelle de migration des données vers une nouvelle version majeure est de sauvegarder puis recharger la base de données, même si cela peut être lent. `pg_upgrade(1)` est une méthode plus rapide. Des méthodes de réPLICATION sont aussi disponibles, comme discuté ci-dessus.

De plus, les nouvelles versions majeures introduisent généralement des incompatibilités qui impactent les utilisateurs. Du coup, des modifications peuvent être nécessaires sur les applications clientes. Tous les changements visibles par les utilisateurs sont listés dans les notes de version (Annexe E, Notes de version). Soyez particulièrement attentif à la section Migration. Si vous mettez à jour en passant plusieurs versions majeures, assurez-vous de lire les notes de version de chaque version majeure que vous passez.

Les utilisateurs précautionneux testeront leur applications clientes sur la nouvelle version avant de basculer complètement. Du coup, il est souvent intéressant de mettre en place des installations parallèles des anciennes et nouvelles versions. Lors d'un test d'une mise à jour majeure de PostgreSQL™, pensez aux différentes catégories suivantes :

Administration

Les fonctionnalités disponibles pour les administrateurs pour surveiller et contrôler le serveur s'améliorent fréquemment à chaque nouvelle version.

SQL

Cela inclut généralement les nouvelles commandes ou clauses SQL, et non pas des changements de comportement sauf si c'est spécifiquement précisé dans les notes de version.

API

Les bibliothèques comme `libpq` se voient seulement ajouter de nouvelles fonctionnalités, sauf encore une fois si le contraire est mentionné dans les notes de version.

Catalogues systèmes

Les modifications dans les catalogues systèmes affectent seulement les outils de gestion des bases de données.

API serveur pour le langage C

Ceci implique des modifications dans l'API des fonctions du moteur qui est écrit en C. De telles modifications affectent le code qui fait référence à des fonctions du moteur.

18.6.1. Mettre à jour les données via pg_dumpall

Une méthode de mise à jour revient à sauvegarder les données d'une version majeure de PostgreSQL™ et de la recharger dans une autre -- pour cela, vous devez utiliser un outil de sauvegarde *logique* comme `pg_dumpall` ; une sauvegarde au niveau système de fichiers ne fonctionnera pas. Des vérifications sont faites pour vous empêcher d'utiliser un répertoire de données avec une version incompatible de PostgreSQL™, donc aucun mal ne sera fait si vous essayez de lancer un serveur d'une version majeure sur un répertoire de données créé par une autre version majeure.)

Il est recommandé d'utiliser les programmes `pg_dump` et `pg_dumpall` provenant de la *nouvelle* version de PostgreSQL™, pour bénéficier des améliorations apportées à ces programmes. Les versions actuelles de ces programmes peuvent lire des données provenant de tout serveur dont la version est supérieure ou égale à la 7.0.

Ces instructions supposent que votre installation existante se trouve dans le répertoire `/usr/local/pgsql` et que le répertoire des données est `/usr/local/pgsql/data`. Remplacez ces chemins pour correspondre à votre installation.

1. Si vous faites une sauvegarde, assurez-vous que votre base de données n'est pas en cours de modification. Cela n'affectera pas l'intégrité de la sauvegarde mais les données modifiées ne seront évidemment pas incluses. Si nécessaire, modifiez les droits

dans le fichier `/usr/local/pgsql/data/pg_hba.conf` (ou équivalent) pour interdire l'accès à tout le monde sauf vous. Voir Chapitre 20, Authentification du client pour plus d'informations sur le contrôle des accès.

Pour sauvegarder votre installation, exécutez la commande suivante :

```
pg_dumpall > fichier_en_sortie
```

Pour faire la sauvegarde, vous pouvez utiliser la commande `pg_dumpall` de la version en cours d'exécution ; voir Section 25.1.2, « Utilisation de `pg_dumpall` » pour plus de détails. Néanmoins, pour de meilleurs résultats, essayez d'utiliser la commande `pg_dumpall` provenant de la version 9.6.5 de PostgreSQL™, car cette version contient des corrections de bugs et des améliorations par rapport aux anciennes versions. Bien que ce conseil peut sembler étonnant, étant donné que vous n'avez pas encore été la nouvelle version, il est conseillé de le suivre si vous souhaitez installer la nouvelle version en parallèle de l'ancienne. Dans ce cas, vous pouvez terminer l'installation normalement et transférer les données plus tard. Cela diminuera aussi le temps d'immobilisation.

2. Arrêtez l'ancien serveur :

```
pg_ctl stop
```

Sur les systèmes qui lancent PostgreSQL™ au démarrage, il existe probablement un script de démarrage qui fera la même chose. Par exemple, sur un système Red Hat Linux, cette commande pourrait fonctionner :

```
/etc/rc.d/init.d/postgresql stop
```

Voir Chapitre 18, Configuration du serveur et mise en place pour des détails sur le lancement et l'arrêt d'un serveur.

3. Lors de la restauration de la sauvegarde, renommez ou supprimez l'ancien répertoire d'installation si ce n'est pas spécifique à la version. Il est préférable de le renommer car, en cas de problème, vous pourrez le récupérer. Garder en tête que le répertoire peut prendre beaucoup d'espace disque. Pour renommer le répertoire, utilisez une commande comme celle-ci :

```
mv /usr/local/pgsql /usr/local/pgsql.old
```

(Assurez-vous de déplacer le répertoire en un seul coup, pour que les chemins relatifs restent inchangés.)

4. Installez la nouvelle version de PostgreSQL™ comme indiqué dans la section suivante Section 16.4, « Procédure d'installation ».
5. Créez une nouvelle instance de bases de données si nécessaire. Rappelez-vous que vous devez exécuter ces commandes une fois connecté en tant que l'utilisateur de bases de données (que vous devez déjà avoir si vous faites une mise à jour).

```
/usr/local/pgsql/bin/initdb -D /usr/local/pgsql/data
```

6. Restaurez vos modifications dans les fichiers `pg_hba.conf` et `postgresql.conf`.

7. Démarrez le serveur de bases de données, en utilisant encore une fois l'utilisateur de bases de données :

```
/usr/local/pgsql/bin/postgres -D /usr/local/pgsql/data
```

8. Enfin, restaurez vos données à partir de votre sauvegarde :

```
/usr/local/pgsql/bin/psql -d postgres -f outputfile
```

en utilisant le *nouveau* `psql`.

Il est possible de parvenir à une immobilisation moins longue en installant le nouveau serveur dans un autre répertoire et en exécutant l'ancien et le nouveau serveur, en parallèle, sur des ports différents. Vous pouvez ensuite utiliser quelque chose comme :

```
pg_dumpall -p 5432 | psql -d postgres -p 5433
```

pour transférer vos données.

18.6.2. Mettre à jour les données via pg_upgrade

Le module pg_upgrade(1) permet la mise à jour en ligne d'une installation d'une version majeure de PostgreSQL™ vers une autre. Les mises à jour se sont en quelques minutes, notamment avec le mode --link. Il requiert les mêmes étapes que pour pg_dumpall ci-dessus, autrement dit lancer/arrêter le serveur, lancer initdb. La documentation de pg_upgrade surligne les étapes nécessaires.

18.6.3. Mettre à jour les données via la réPLICATION

Il est aussi possible d'utiliser certaines méthodes de réPLICATION, comme Slony™, pour créer un serveur esclave avec la version à jour de PostgreSQL™. Ceci est possible car Slony permet une réPLICATION entre des versions majeures différentes de PostgreSQL™. L'esclave peut se trouver sur le même serveur ou sur un autre. Une fois qu'il est synchronisé avec le serveur maître (qui utilise toujours l'ancienne version de PostgreSQL™), vous pouvez basculer le serveur maître sur le nouveau serveur et arrêter l'ancien maître. Ce type de bascule fait que l'arrêt requis pour la mise à jour se mesure seulement en secondes.

18.7. Empêcher l'usurpation de serveur

Quand le serveur est en cours d'exécution, un utilisateur pernicieux ne peut pas interférer dans les communications client/serveur. Néanmoins, quand le serveur est arrêté, un utilisateur local peut usurper le serveur normal en lançant son propre serveur. Le serveur usurpateur pourrait lire les mots de passe et requêtes envoyées par les clients, mais ne pourrait pas renvoyer de données car le réPERTOIRE PGDATA serait toujours sécurisé grâce aux droits d'accès du réPERTOIRE. L'usurpation est possible parce que tout utilisateur peut lancer un serveur de bases de données ; un client ne peut pas identifier un serveur invalide sauf s'il est configuré spécialement.

Un moyen d'empêcher les serveurs invalides pour des connexions locales est d'utiliser un réPERTOIRE de socket de domaine Unix (unix_socket_directories) qui a un droit en écriture accessible seulement par un utilisateur local de confiance. Ceci empêche un utilisateur mal intentionné de créer son propre fichier socket dans ce réPERTOIRE. Si vous êtes concerné que certaines applications pourraient toujours référencer /tmp pour le fichier socket et, du coup, être vulnérable au « spoofing », lors de la création du lien symbolique /tmp/.s.PGSQL.5432 pointant vers le fichier socket déplacé. Vous pouvez aussi avoir besoin de modifier votre script de nettoyage de /tmp pour empêcher la suppression du lien symbolique.

Une autre option pour les connexions de type local est que les clients utilisent requirepeer pour indiquer le propriétaire requis du processus serveur connecté au socket.

Pour empêcher l'usurpation des connexions TCP, le mieux est d'utiliser des certificats SSL et de s'assurer que les clients vérifient le certificat du serveur. Pour cela, le serveur doit être configuré pour accepter les connexions hostssl (Section 20.1, « Le fichier pg_hba.conf ») et avoir les fichiers SSL clé et certificat (Section 18.9, « Connexions tcp/ip sécurisées avec ssl »). Le client TCP doit se connecter en utilisant sslmode='verify-ca' ou 'verify-full' et avoir le certificat racine installé.

18.8. Options de chiffrement

PostgreSQL™ offre du chiffrement sur plusieurs niveaux et fournit une flexibilité pour protéger les données d'être révélées suite à un vol du serveur de la base de données, des administrateurs non scrupuleux et des réSEAUX non sécurISÉS. Le chiffrement pourrait aussi être requis pour sécuriser des données sensibles, par exemple des informations médicaLES ou des transactions financières.

chiffrement du mot de passe stocké

Par défaut, les mots de passe des utilisateurs de la base de données sont stockées suivant des hachages MD5, donc l'administrateur ne peut pas déterminer le mot de passe affecté à l'utilisateur. Si le cryptage MD5 est utilisé pour l'authentification du client, le mot de passe non crypté n'est jamais présent temporairement sur le serveur parce que le client le crypte en MD5 avant de l'envoyer sur le réseau.

chiffrement de colonnes spécifiques

Le module pgcrypto autorise le stockage crypté de certains champs. Ceci est utile si seulement certaines données sont sensibles. Le client fournit la clé de décryptage et la donnée est décryptée sur le serveur puis elle est envoyée au client.

La donnée décryptée et la clé de déchiffrement sont présente sur le serveur pendant un bref moment où la donnée est décryptée, puis envoyée entre le client et le serveur. Ceci présente un bref moment où la données et les clés peuvent être interceptées par quelqu'un ayant un accès complet au serveur de bases de données, tel que l'administrateur du système.

chiffrement de la partition de données

Le chiffrement du stockage peut se réaliser au niveau du système de fichiers ou au niveau du bloc. Les options de chiffrement

des systèmes de fichiers sous Linux incluent eCryptfs et EncFS, alors que FreeBSD utilise PFS. Les options de chiffrement au niveau bloc ou au niveau disque incluent dm-crypt + LUKS sur Linux et les modules GEOM geli et gbde sur FreeBSD. Beaucoup d'autres systèmes d'exploitation supportent cette fonctionnalité, y compris Windows.

Ce mécanisme empêche les données non cryptées d'être lues à partir des lecteurs s'ils sont volés. Ceci ne protège pas contre les attaques quand le système de fichiers est monté parce que, une fois monté, le système d'exploitation fournit une vue non cryptée des données. Néanmoins, pour monter le système de fichiers, vous avez besoin d'un moyen pour fournir la clé de chiffrement au système d'exploitation et, quelque fois, la clé est stocké quelque part près de l'hôte qui monte le disque.

chiffrement des mots de passe sur le réseau

La méthode d'authentification md5 crypte deux fois le mot de passe sur le client avant de l'envoyer au serveur. Il le crypte tout d'abord à partir du nom de l'utilisateur puis il le crypte à partir d'un élément du hasard envoyé par le serveur au moment de la connexion. Cette valeur, deux fois cryptée, est envoyée sur le réseau au serveur. Le double chiffrement empêche non seulement la découverte du mot de passe, il empêche aussi une autre connexion en utilisant le même mot de passe crypté pour se connecter au serveur de bases de données lors d'une connexion future.

chiffrement des données sur le réseau

Les connexions SSL cryptent toutes les données envoyées sur le réseau : le mot de passe, les requêtes et les données renvoyées. Le fichier `pg_hba.conf` permet aux administrateurs de spécifier quels hôtes peuvent utiliser des connexions non cryptées (`host`) et lesquels requièrent des connexions SSL (`hostssl`). De plus, les clients peuvent spécifier qu'ils se connectent aux serveurs seulement via SSL. stunnel ou ssh peuvent aussi être utilisés pour crypter les transmissions.

authentification de l'hôte ssl

Il est possible que le client et le serveur fournissent des certificats SSL à l'autre. Cela demande une configuration supplémentaire de chaque côté mais cela fournit une vérification plus forte de l'identité que la simple utilisation de mots de passe. Cela empêche un ordinateur de se faire passer pour le serveur assez longtemps pour lire le mot de passe envoyé par le client. Cela empêche aussi les attaques du type « *man in the middle* » où un ordinateur, entre le client et le serveur, prétend être le serveur, lit et envoie les données entre le client et le serveur.

chiffrement côté client

Si vous n'avez pas confiance en l'administrateur système du serveur, il est nécessaire que le client crypte les données ; de cette façon, les données non cryptées n'apparaissent jamais sur le serveur de la base de données. Les données sont cryptées sur le client avant d'être envoyé au serveur, et les résultats de la base de données doivent être décryptés sur le client avant d'être utilisés.

18.9. Connexions tcp/ip sécurisées avec ssl

PostgreSQL™ dispose d'un support natif pour l'utilisation de connexions ssl, cryptant ainsi les communications clients/serveurs pour une sécurité améliorée. Ceci requiert l'installation d'openssl™ à la fois sur le système client et sur le système serveur et que ce support soit activé au moment de la construction de PostgreSQL™ (voir le Chapitre 16, Procédure d'installation de PostgreSQL™ du code source).

Avec le support ssl compilé, le serveur PostgreSQL™ peut être lancé avec ssl activé en activant ssl dans `PostgreSQL.conf`. Le serveur écoutera les deux connexions, standard et SSL sur le même port TCP, et négociera avec tout client l'utilisation de SSL. Par défaut, le client peut choisir cette option ; voir Section 20.1, « Le fichier `pg_hba.conf` » sur la façon de configurer le serveur pour réclamer l'utilisation de SSL pour certaines, voire toutes les connexions.

PostgreSQL™ lit le fichier de configuration d'OpenSSL™ pour le serveur. Par défaut, ce fichier est nommé `openssl.cnf` et est situé dans le répertoire indiqué par `openssl version -d`. Cette valeur par défaut peut être surchargée en configurant la variable d'environnement `OPENSSL_CONF` avec le nom du fichier de configuration désiré.

OpenSSL™ accepte une gamme étendue d'algorithmes de chiffrement et d'authentification, de différentes forces. Bien qu'une liste d'algorithmes de chiffrement peut être indiquée dans le fichier de configuration d'OpenSSL™, vous pouvez spécifier des algorithmes spécifiques à utiliser par le serveur de la base de données en modifiant le paramètre `ssl_ciphers` dans `postgresql.conf`.



Note

Il est possible d'avoir une authentification sans le chiffrement en utilisant les algorithmes NULL-SHA ou NULL-MD5. Néanmoins, une attaque du type *man-in-the-middle* pourrait lire et passer les communications entre client et serveur. De plus, le temps pris par le chiffrement est minimal comparé à celui pris par l'authentification. Pour ces raisons, les algorithmes NULL ne sont pas recommandés.

Pour démarrer dans le mode SSL, les fichiers contenant le certificat du serveur et la clé privée doivent exister. Par défaut, ces fichiers sont nommés respectivement `server.crt` et `server.key`, et sont placés dans le répertoire des données du serveur. D'autres noms et emplacements peuvent être spécifiés en utilisant les paramètres `ssl_cert_file` et `ssl_key_file`.

Sur les systèmes Unix, les droits de `server.key` doivent interdire l'accès au groupe et au reste du monde ; cela se fait avec la commande **chmod 0600 server.key**. Il est aussi possible de faire en sorte que le fichier ait root comme propriétaire et des droits de lecture pour le groupe (autrement dit, des droits 0640). Cette configuration cible les installations où les fichiers certificat et clé sont gérés par le système d'exploitation. L'utilisateur qui exécute le serveur PostgreSQL™ doit être un membre du groupe qui a accès aux fichiers certificat et clé.

Si la clé privée est protégée par une phrase de passe, le serveur la demandera et ne se lancera pas tant qu'elle n'aura pas été saisie.

Dans certains cas, le certificat du serveur peut être signé par une autorité « intermédiaire » de certificats, plutôt que par un qui soit directement de confiance par les clients. Pour utiliser un tel certificat, ajoutez le certificat de l'autorité signataire au fichier `server.crt`, puis le certificat de l'autorité parente, et ainsi de suite jusqu'à l'autorité « racine » ou « intermédiaire » qui est acceptée par les clients, autrement dit signé par le fichier `root.crt` du client.

18.9.1. Utiliser des certificats clients

Pour réclamer l'envoi d'un certificat de confiance par le client, placez les certificats des autorités (CA) de confiance dans le fichier `root.crt` du répertoire des données, configurez le paramètre `ssl_ca_file` du `postgresql.conf` à `root.crt`, et ajoutez l'option d'authentification `clientcert=1` sur la ligne `hostssl` appropriée dans le fichier `pg_hba.conf`. Un certificat pourra ensuite être réclamé lors du lancement de la connexion SSL. (Voir Section 32.18, « Support de SSL » pour une description de la configuration de certificats sur le client.) Le serveur vérifiera que le certificat du client est signé par une des autorités de confiance.

Si des CA intermédiaires apparaissent dans le fichier `root.crt`, le fichier doit aussi contenir les chaînes de certificat jusqu'au CA racine. Les entrées de la liste de révocation des certificats sont aussi vérifiées si le paramètre `ssl_crl_file` est configuré. (Voir les *diagrammes montrant l'utilisation des certificats SSL*.)

L'option d'authentification `clientcert` est disponible pour toutes les méthodes d'authentification, mais seulement pour les lignes du fichier `pg_hba.conf` indiquées avec `hostssl`. Quand `clientcert` n'est pas configuré ou qu'il est configuré à 0, le serveur vérifiera toujours tout certificat client présenté avec le fichier CA, s'il est configuré -- mais il n'insistera pas sur le fait qu'un certificat client doit être présent.

Notez que `root.crt` du serveur liste les autorités de certificats de haut-niveau, ceux suffisamment de confiance pour signer les certificats des clients. En principe, il n'a pas besoin de lister l'autorité de certificats qui a signé le certificat du serveur bien que dans la plupart des cas, cette autorité sera aussi de confiance pour les certificats de clients.

Si vous configurez les certificats de clients, vous pouvez utiliser la méthode d'authentification `cert`, de façon à ce que les certificats soient aussi utilisés pour contrôler l'authentification de l'utilisateur, tout en fournissant une sécurité de connexion. Voir Section 20.3.9, « Authentification de certificat » pour les détails. (Il n'est pas nécessaire de spécifier explicitement `clientcert=1` lors de l'utilisation de la méthode d'authentification `cert`.)

18.9.2. Utilisation des fichiers serveur SSL

Tableau 18.2, « Utilisation des fichiers serveur SSL » résume les fichiers qui ont un lien avec la configuration de SSL sur le serveur. (Les noms de fichiers indiqués sont les noms par défaut ou typiques. Les noms configurés localement peuvent être différents.)

Tableau 18.2. Utilisation des fichiers serveur SSL

Fichier	Contenu	Effet
<code>ssl_cert_file (\$PGDATA/server.crt)</code>	certificat du serveur	envoyé au client pour indiquer l'identité du serveur
<code>ssl_key_file (\$PGDATA/server.key)</code>	clé privée du serveur	prouve que le certificat serveur est envoyé par son propriétaire n'indique pas que le propriétaire du certificat est de confiance
<code>ssl_ca_file (\$PGDATA/root.crt)</code>	autorités de confiance pour les certificats	vérifie le certificat du client ; vérifie que le certificat du client est signé par une autorité de confiance
<code>ssl_crl_file (\$PGDATA/root.crl)</code>	certificats révoqués par les autorités de confiance	le certificat du client ne doit pas être sur cette liste

Les fichiers `server.key`, `server.crt`, `root.crt` et `root.crl` (ou their configured alternative names) sont seulement examinés au démarrage du serveur ; donc vous devez démarrer le serveur pour que les changements prennent effet.

18.9.3. Créer un certificat auto-signé

Pour créer rapidement un certificat signé soi-même pour le serveur, utilisez la commande OpenSSL™ suivante :

```
openssl req -new -text -out server.req
```

Remplissez l'information que openssl demande. Assurez-vous de saisir le nom de l'hôte local dans « Common Name » ; le mot de passe peut ne pas être saisi. Le programme générera une clé qui est protégée par une phrase de passe ; il n'acceptera pas une phrase de passe qui fait moins de quatre caractères de long. Pour la supprimer (vous le devez si vous voulez un démarrage automatique du serveur), exécutez les commandes suivantes :

```
openssl rsa -in privkey.pem -out server.key
rm privkey.pem
```

Saisissez l'ancienne phrase de passe pour déverrouiller la clé existante. Maintenant, lancez :

```
openssl req -x509 -in server.req -text -key server.key -out server.crt
```

pour transformer le certificat en un certificat auto-signé et pour copier la clé et le certificat là où le serveur les cherchera. Enfin, faites :

```
chmod og-rwx server.key
```

car le serveur rejetera le fichier si ses droits sont plus importants. Pour plus de détails sur la façon de créer la clé privée et le certificat de votre serveur, référez-vous à la documentation d'OpenSSL™.

Un certificat auto-signé peut être utilisé pour tester, mais un certificat signé par une autorité (CA) (un des CAs global ou un local) devra être utilisé lorsque le serveur sera en production pour que le client puisse vérifier l'identité du serveur. Si tous les clients sont locaux à l'organisation, utiliser un CA local est recommandé.

18.10. Connexions tcp/ip sécurisées avec des tunnels ssh tunnels

Il est possible d'utiliser ssh pour chiffrer la connexion réseau entre les clients et un serveur PostgreSQL™. Réalisé correctement, ceci fournit une connexion réseau sécurisée, y compris pour les clients non SSL.

Tout d'abord, assurez-vous qu'un serveur ssh est en cours d'exécution sur la même machine que le serveur PostgreSQL™ et que vous pouvez vous connecter via **ssh** en tant qu'un utilisateur quelconque. Ensuite, vous pouvez établir un tunnel sécurisé avec une commande comme ceci sur la machine cliente :

```
ssh -L 63333:localhost:5432 joe@foo.com
```

Le premier numéro de l'argument **-L**, 63333, est le numéro de port de votre bout du tunnel ; il peut être choisi parmi tous les ports non utilisés. (IANA réserve les ports 49152 à 65535 pour une utilisation privée.) Le second numéro, 5432, est le bout distant du tunnel : le numéro de port que votre serveur utilise. Le nom ou l'adresse entre les numéros de port est l'hôte disposant du serveur de bases de données auquel vous souhaitez vous connecter, comme vu à partir de l'hôte où vous vous connectez, qui est **foo.com** dans cet exemple. Pour vous connecter au serveur en utilisant ce tunnel, vous vous connectez au port 63333 de la machine locale :

```
psql -h localhost -p 63333 postgres
```

Sur le serveur de bases de données, il semblera que vous êtes réellement l'utilisateur **joe** sur l'hôte **foo.com** en vous connectant à **localhost** dans ce contexte, et il utilisera la procédure d'authentification configurée pour les connexions de cet utilisateur et de cet hôte. Notez que le serveur ne pensera pas que la connexion est chiffrée avec SSL car, en effet, elle n'est pas chiffrée entre le serveur SSH et le serveur PostgreSQL™. Cela ne devrait pas poser un risque de sécurité supplémentaire si les deux serveurs sont sur la même machine.

Pour réussir la configuration du tunnel, vous devez être autorisé pour vous connecter via **ssh** sur **joe@foo.com**, comme si vous aviez tenté d'utiliser **ssh** pour créer une session de terminal.

Vous pouvez aussi configurer la translation de port de cette façon :

```
ssh -L 63333:foo.com:5432 joe@foo.com
```

mais alors le serveur de la base de données verra la connexion venir de son interface **foo.com** qui n'est pas ouverte par son paramétrage par défaut **listen_addresses = 'localhost'**. Ceci n'est pas habituellement ce que vous êtes.

Si vous devez vous connecter au serveur de bases de données via un hôte de connexion, une configuration possible serait :

```
ssh -L 63333:db.foo.com:5432 joe@shell.foo.com
```

Notez que de cette façon la connexion de shell.foo.com à db.foo.com ne sera pas chiffrée par le tunnel SSH. SSH offre un certain nombre de possibilités de configuration quand le réseau est restreint. Merci de vous référer à la documentation de SSH pour les détails.



Astuce

Plusieurs autres applications existantes peuvent fournir des tunnels sécurisés en utilisant une procédure similaire dans le concept à celle que nous venons de décrire.

18.11. Enregistrer le journal des événements sous Windows

Pour enregistrer une bibliothèque pour le journal des événements de Windows, lancez la commande :

```
regsvr32 répertoire_bibliothèques_postgres/pgevent.dll
```

Ceci crée les clés de registre utilisé par le visualisateur des événements, sous la source d'événement par défaut, nommée PostgreSQL.

Pour indiquer un nom de source différent (voir event_source), utilisez les options /n et /i :

```
regsvr32 /n /i:nom_source_evenement répertoire_bibliothèques_postgres/pgevent.dll
```

Pour désenregistrer la bibliothèque du journal des événements de Windows, lancez la commande :

```
regsvr32 /u [/i:nom_source_evenement] répertoire_bibliothèques_postgres/pgevent.dll
```



Note

Pour activer la journalisation des événements dans le serveur de base de données, modifiez log_destination pour inclure eventlog dans postgresql.conf.

Chapitre 19. Configuration du serveur

Un grand nombre de paramètres de configuration permettent de modifier le comportement du système de bases de données. Dans la première section de ce chapitre, les méthodes de configuration de ces paramètres sont décrites ; les sections suivantes discutent de chaque paramètre en détail.

19.1. Paramètres de configuration

19.1.1. Noms et valeurs des paramètres

Tous les noms de paramètres sont insensibles à la casse. Chaque paramètre prend une valeur d'un de ces cinq types : booléen, chaîne de caractères, entier, nombre à virgule flottante ou énumération(enum). Le type détermine la syntaxe pour configurer le paramètre :

- *Booléen* : les valeurs peuvent être écrites sous les formes `on`, `off`, `true`, `false`, `yes`, `no`, `1`, `0` (toutes insensibles à la casse) ou tout préfixe non ambigu basé sur un d'entre eux.
- *Chaîne de caractères* : En général, entoure la valeur de guillemets simples, doublant tout guillemet simple compris dans la valeur. Les guillemets peuvent habituellement être omis si la valeur est un nombrbre ou un identifiant simple.
- *Numérique (entier ou nombre à virgule flottante)* : Un point décimal est seulement autorisé pour les paramètres à virgule flottante. N'utilisez pas de séparateurs de millier. Les guillemets ne sont pas requis.
- *Numérique avec unité* : Quelques paramètres numériques ont une unité implicite car elles décrivent des quantités de mémoire ou de temps. L'unité pourra être des kilo-octets, des blocs (généralement 8 Ko), des millisecondes, des secondes ou des minutes. Une valeur numérique sans unité pour un de ces paramètres utilisera l'unité par défaut du paramètre, qui est disponible dans le champ `pg_settings.unit`. Pour plus de facilité, les valeurs de certains paramètres peuvent se voir ajouter une unité explicitement, par exemple '`120 ms`' pour une valeur d'intervalle, et elles seront automatiquement converties suivant l'unité par défaut du paramètre. Notez que la valeur doit être écrite comme une chaîne de caractères (avec des guillemets) pour utiliser cette fonctionnalité. Le nom de l'unité est sensible à la casse, et il peut y avoir des espaces blancs entre la valeur numérique et l'unité.
 - Les unités valides de mémoire sont kB (kilo-octets), MB (méga-octets), GB (giga-octets) et TB (téra-octets). Le multiplieur pour les unités de mémoire est 1024, et non pas 1000.
 - Les unités valides d'intervalle sont ms (millisecondes), s (secondes), min (minutes), h (heures) et d (jours).
- *Énuméré* : Les valeurs des paramètres de type énuméré sont écrits de la même façon que les valeurs des paramètres de type chaînes de caractères mais sont restreintes à un ensemble limité de valeurs. Les valeurs autorisées d'un paramètre spécifique sont disponibles dans le champ `pg_settings.enumvals`. Les valeurs des paramètres de type énuméré ne sont pas sensibles à la casse.

19.1.2. Interaction avec les paramètres via le fichier de configuration

La façon fondamentale de configurer les paramètres est d'éditer le fichier `postgresql.conf`, qui est normalement conservé dans le répertoire des données. Une copie par défaut est installé dans le répertoire de l'instance lors de l'initialisation. Un exemple de contenu peut être :

```
# Ceci est un commentaire
log_connections = yes
log_destination = 'syslog'
search_path = '"$user", public'
shared_buffers = 128MB
```

Un paramètre est indiqué par ligne. Le signe égal entre le nom et la valeur est optionnel. Les espaces n'ont pas de signification (except within a quoted parameter value) et les lignes vides sont ignorées. Les symboles dièse (#) désignent le reste de la ligne comme un commentaire. Les valeurs des paramètres qui ne sont pas des identificateurs simples ou des nombres doivent être placées entre guillemets simples. Pour intégrer un guillemet simple dans la valeur d'un paramètre, on écrit soit deux guillemets (c'est la méthode préférée) soit un antislash suivi du guillemet.

Les paramètres configurés de cette façon fournissent des valeurs par défaut pour l'instance. Le paramétrage considéré par les sessions actives sera ces valeurs sauf si elles sont surchargées. Les sections suivantes décrivent les différentes façons dont bénéficient l'administrateur et l'utilisateur pour surcharger les valeurs par défaut.

Il existe aussi une directive `include_if_exists`, qui agit de la même façon que la directive `include`, sauf si le fichier n'existe pas ou ne peut pas être lu. La directive `include` traitera cela comme une erreur, mais la directive `include_if_exists` tracera cet événement et continuera le traitement du fichier de configuration.

Le fichier de configuration est relu à chaque fois que le processus principal du serveur reçoit un signal `SIGHUP`; ce signal est facilement envoyé en exécutant `pg_ctl reload` sur la ligne de commande shell ou en appelant la fonction SQL `pg_reload_conf()`. Le processus principal propage aussi ce signal aux processus serveurs en cours d'exécution, pour que les sessions existantes récupèrent aussi les nouvelles valeurs (ceci survient après qu'elles aient terminées d'exécuter la commande en cours d'exécution pour le client). Il est aussi possible d'envoyer le signal à un processus serveur directement. Certains paramètres ne sont pris en compte qu'au démarrage du serveur; tout changement de ces paramètres dans le fichier de configuration sera ignoré jusqu'au redémarrage du serveur. Les configurations invalides de paramètres sont aussi ignorées (mais tracées) lors du traitement du signal `SIGHUP`.

En plus du fichier `postgresql.conf`, un répertoire des données d'un serveur PostgreSQL™ contient un fichier `postgresql.auto.conf`, qui a le même format que le fichier `postgresql.conf`. Cependant, il ne devrait jamais être édité manuellement. Ce fichier contient les configurations réalisées avec la commande `ALTER SYSTEM(7)`. Ce fichier est lu automatiquement quand le fichier `postgresql.conf` est lu, et son contenu prend effet de la même façon. Les paramètres configurés dans `postgresql.auto.conf` surchargent ceux configurés dans `postgresql.conf`.

La vue système `pg_file_settings` peut être utile pour tester par avance des modifications dans le fichier de configuration, ou pour diagnostiquer des problèmes si un signal `SIGHUP` n'a pas eu les effets désirés.

19.1.3. Interaction avec les paramètres via SQL

PostgreSQL™ fournit trois commandes SQL pour établir les valeurs par défaut de la configuration. La première, déjà mentionnée, est la commande `ALTER SYSTEM(7)`. Elle fournit un moyen accessible via le SQL pour modifier les valeurs globales par défaut; c'est l'équivalent fonctionnel de l'édition manuelle du fichier `postgresql.conf`. Il existe aussi deux commandes qui permettent la configuration des valeurs par défaut par base de données et par rôle :

- La commande `ALTER DATABASE(7)` permet de surcharger le paramétrage global suivant la base de connexion.
- La commande `ALTER ROLE(7)` permet de surcharger le paramétrage global suivant la base et l'utilisateur de connexion.

Les paramètres configurés avec **`ALTER DATABASE`** et **`ALTER ROLE`** sont appliqués seulement lors du démarrage d'une nouvelle session. Ils surchargent les valeurs obtenues dans les fichiers de configuration ou sur la ligne de commande du lancement du serveur. Ils constituent les valeurs par défaut pour le reste de la session. Notez que certains paramétrages ne peuvent pas être modifiés après le démarrage du serveur, et ne peuvent donc pas être configurés avec ces commandes (ou celles citées ci-dessous).

Une fois qu'un client est connecté à la base de données, PostgreSQL™ fournit deux commandes SQL supplémentaires (et fonctions équivalentes) pour interagir avec les paramètres de configuration de la session :

- La commande `SHOW(7)` autorise l'inspection de la valeur actuelle de tous les paramètres. La fonction correspondante est `current_setting(setting_name text)`.
- La commande `SET(7)` permet la modification de la valeur actuelle de certains paramètres qui peuvent être configurés localement pour une session. Elle n'a pas d'effet sur les autres sessions. La fonction correspondante est `set_config(setting_name, new_value, is_local)`.

De plus, la vue système `pg_settings` peut être utilisée pour visualiser et modifier les valeurs locales à la session :

- Exécuter une requête sur cette vue est similaire à l'utilisation de la commande **`SHOW ALL`**. Cependant, elle fournit plus de détails et est beaucoup plus flexible, vu qu'il est possible d'ajouter des conditions de filtre et des jointures vers d'autres relations.
- Utiliser `UPDATE(7)` sur cette vue, pour mettre à jour la colonne `setting`, est équivalent à exécuter la commande **`SET`**. Par exemple, l'équivalent de

```
SET paramètre_configuration TO DEFAULT;
```

est :

```
UPDATE pg_settings SET setting = reset_val WHERE name = 'paramètre_configuration';
```

19.1.4. Interaction avec les paramètres via le shell

En plus de pouvoir configurer les valeurs globales des paramètres et d'attacher une configuration spécifique aux bases et aux rôles, vous pouvez fournir un paramétrage à PostgreSQL™ via des options du shell. Le serveur et la bibliothèque client libpq acceptent des valeurs de paramètres via le shell.

- Lors du démarrage du serveur, des configurations de paramètres peuvent être passées à la commande **postgres** via le paramètre en ligne de commande **-c**. Par exemple,

```
postgres -c log_connections=yes -c log_destination='syslog'
```

Les paramétrages réalisés de cette façon surchargent ceux fournis dans le fichier `postgresql.conf` ou via la commande **ALTER SYSTEM**, donc ils ne peuvent pas être changés globalement sans redémarrer le serveur.

- Lors du démarrage d'une session client via libpq, un paramétrage peut être spécifié en utilisant la variable d'environnement `PGOPTIONS`. Le paramétrage établi ainsi constitue des valeurs par défaut pour la durée de la session, mais n'affecte pas les autres sessions. Pour des raisons historiques, le format de `PGOPTIONS` est similaire à celui utilisé lors du lancement de la commande **postgres**. Spécifiquement, l'option **-c** doit être indiquée. Par exemple :

```
env PGOPTIONS="-c geqo=off -c statement_timeout=5min" psql
```

Les autres clients et autres bibliothèques peuvent fournir leur propres mécanismes via la shell ou autrement, pour permettre à l'utilisateur de modifier le paramétrage de la session sans avoir à utiliser des commandes SQL.

19.1.5. Gestion du contenu des fichiers de configuration

PostgreSQL™ fournit plusieurs fonctionnalités pour diviser le fichier de configuration `postgresql.conf` en plusieurs sous-fichiers. Ces fonctionnalités sont tout particulièrement utiles quand plusieurs serveurs sont à gérer alors qu'ils partagent une partie de la configuration.

En plus des paramètres, le fichier `postgresql.conf` peut contenir des *directives d'inclusion*, qui précisent les autres fichiers à lire et à traiter comme s'ils étaient insérés dans le fichier de configuration à cet emplacement. Cette fonctionnalité permet de diviser un fichier de configuration en plusieurs parties séparées. Les directives d'inclusion ressemblent à :

```
include 'nom_fichier'
```

Si le nom du fichier n'est pas un chemin absolu, il est considéré comme relatif au répertoire contenant le fichier de configuration de référence. Les inclusions peuvent être imbriquées.

Il existe aussi une directive `include_if_exists` qui agit de la même façon que la directive `include` sauf si le fichier référencé n'existe pas ou ne peut pas être lu. La directive `include` considère ces états comme une condition d'erreur mais `include_if_exists` ne fait que tracer un message et continue le traitement du fichier de configuration de référence.

Le fichier `postgresql.conf` peut aussi contenir `include_dir directives`, qui précise un répertoire entier de fichiers de configuration à inclure. Il s'utilise de la même façon :

```
include_dir 'répertoire'
```

Les noms de répertoire relatifs sont pris comme ayant comme base le répertoire du fichier de configuration. Dans ce répertoire spécifique, seuls les fichiers dont le nom finit avec le suffixe `.conf` seront inclus. Les noms de fichiers qui commencent avec le caractère `.` sont aussi ignorés, pour éviter des erreurs vu que ces fichiers sont cachés sur certaines plateformes. Plusieurs fichiers dans un répertoire d'inclusion sont traités dans l'ordre des noms de fichiers (d'après les règles de la locale C, autrement dit les numéros avant les lettres, et les majuscules avant les minuscules).

Les fichiers et répertoires inclus peuvent être utilisés pour séparer logiquement les portions de la configuration de la base de données, plutôt que d'avoir un gigantesque fichier `postgresql.conf`. Songez à une société qui a deux serveurs de bases de données, chacun avec une quantité de mémoire différente. Il existe vraisemblablement des éléments de la configuration qui vont être partagés entre les deux serveurs, comme par exemple la configuration des traces. Mais les paramètres relatifs à la mémoire sur le serveur varieront entre les deux. Et il pourrait aussi y avoir une personnalisation des serveurs. Une façon de gérer cette situation est de casser les changements de configuration en trois fichiers. Vous pouvez ajouter cela à la fin de votre fichier `postgresql.conf` pour les inclure :

```
include 'commun.conf'
include 'memoire.conf'
include 'serveur.conf'
```

Tous les systèmes auraient le même `commun.conf`. Chaque serveur avec une quantité particulière de mémoire pourrait partager le même `memory.conf`. Vous pourriez en avoir un pour tous les serveurs disposant de 8 Go de RAM, un autre pour ceux ayant 16 Go. Enfin, `serveur.conf` pourrait avoir les configurations réellement spécifiques à un serveur.

Une autre possibilité revient à créer un répertoire de fichiers de configuration et de placer les fichiers dans ce répertoire. Par exemple, un répertoire `conf.d` pourrait être référencé à la fin du `postgresql.conf` :

```
include_dir 'conf.d'
```

Ensuite, vous pourriez renommer les fichiers dans le répertoire `conf.d` de cette façon :

```
00commun.conf
01memoire.conf
02serveur.conf
```

Cette convention de nommage établit un ordre clair dans lequel ces fichiers sont chargés. C'est important parce que seul le dernier paramétrage d'un paramètre particulier sera utilisé lors de la lecture de la configuration par le serveur. Dans cet exemple, un paramètre configuré dans `conf.d/02server.conf` surchargera la configuration du même paramètre dans `conf.d/01memory.conf`.

Vous pouvez utiliser à la place cette approche pour nommer les fichiers de façon claire :

```
00commun.conf
01memoire-8Go.conf
02serveur-truc.conf
```

Ce type d'arrangement donne un nom unique pour chaque variation du fichier de configuration. Ceci peut aider à éliminer l'ambiguïté quand plusieurs serveurs ont leur configuration stockée au même endroit, par exemple dans un dépôt de contrôle de version. (Stocker les fichiers de configuration de la base avec un outil de contrôle de version est une autre bonne pratique à considérer.)

19.2. Emplacement des fichiers

En plus du fichier `postgresql.conf` déjà mentionné, PostgreSQL™ utilise deux autres fichiers de configuration éditables manuellement. Ces fichiers contrôlent l'authentification du client (leur utilisation est discutée dans le Chapitre 20, Authentification du client). Par défaut, les trois fichiers de configuration sont stockés dans le répertoire `data` du cluster de bases de données. Les paramètres décrits dans cette section permettent de déplacer les fichiers de configuration. Ce qui peut en faciliter l'administration. Il est, en particulier, souvent plus facile de s'assurer que les fichiers de configuration sont correctement sauvegardés quand ils sont conservés à part.

data_directory (string)

Indique le répertoire à utiliser pour le stockage des données. Ce paramètre ne peut être initialisé qu'au lancement du serveur.

config_file (string)

Indique le fichier de configuration principal du serveur (appelé `postgresql.conf`). Ce paramètre ne peut être initialisé que sur la ligne de commande de **postgres**.

hba_file (string)

Indique le fichier de configuration de l'authentification fondée sur l'hôte (appelé `pg_hba.conf`). Ce paramètre ne peut être initialisé qu'au lancement du serveur.

ident_file (string)

Indique le fichier de configuration pour la correspondance des noms d'utilisateurs, fichier appelé `pg_ident.conf`. Voir Section 20.2, « Correspondances d'utilisateurs » pour plus de détails. Ce paramètre ne peut être initialisé qu'au lancement du serveur.

external_pid_file (string)

Indique le nom d'un fichier supplémentaire d'identifiant de processus (PID) créé par le serveur à l'intention des programmes d'administration du serveur. Ce paramètre ne peut être initialisé qu'au lancement du serveur.

Dans une installation par défaut, aucun des paramètres ci-dessus n'est configuré explicitement. À la place, le répertoire des données est indiqué par l'option **-D** en ligne de commande ou par la variable d'environnement PGDATA. Les fichiers de configuration sont alors tous disponibles dans le répertoire des données.

Pour conserver les fichiers de configuration dans un répertoire différent de data, l'option **-D** de la ligne de commande **postgres** ou la variable d'environnement PGDATA doit pointer sur le répertoire contenant les fichiers de configuration. Le paramètre **data_directory** doit alors être configuré dans le fichier **postgresql.conf** (ou sur la ligne de commande) pour préciser où est réellement situé le répertoire des données. **data_directory** surcharge **-D** et PGDATA pour l'emplacement du répertoire des données, mais pas pour l'emplacement des fichiers de configuration.

les noms des fichiers de configuration et leur emplacement peuvent être indiqués individuellement en utilisant les paramètres **config_file**, **hba_file** et/ou **ident_file**. **config_file** ne peut être indiqué que sur la ligne de commande de **postgres** mais les autres peuvent être placés dans le fichier de configuration principal. Si les trois paramètres et **data_directory** sont configurés explicitement, alors il n'est pas nécessaire d'indiquer **-D** ou PGDATA.

Lors de la configuration de ces paramètres, un chemin relatif est interprété d'après le répertoire d'où est lancé **postgres**.

19.3. Connexions et authentification

19.3.1. Paramètres de connexion

listen_addresses (string)

Indique les adresses TCP/IP sur lesquelles le serveur écoute les connexions en provenance d'applications clientes. La valeur prend la forme d'une liste de noms d'hôte ou d'adresses IP numériques séparés par des virgules. L'entrée spéciale * correspond à toutes les interfaces IP disponibles. L'enregistrement 0.0.0.0 permet l'écoute sur toutes les adresses IPv4 et :: permet l'écoute sur toutes les adresses IPv6. Si la liste est vide, le serveur n'écoute aucune interface IP, auquel cas seuls les sockets de domaine Unix peuvent être utilisées pour s'y connecter. La valeur par défaut est localhost, ce qui n'autorise que les connexions TCP/IP locales de type « loopback ». Bien que l'authentification client (Chapitre 20, Authentification du client) permet un contrôle très fin sur les accès au serveur, **listen_addresses** contrôle les interfaces pouvant accepter des tentatives de connexion, ce qui permet d'empêcher des demandes de connexion ambiguës sur des interfaces réseau non sécurisées. Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.

port (integer)

Le port TCP sur lequel le serveur écoute ; 5432 par défaut. Le même numéro de port est utilisé pour toutes les adresses IP que le serveur écoute. Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.

max_connections (integer)

Indique le nombre maximum de connexions concurrentes au serveur de base de données. La valeur par défaut typique est de 100 connexions, mais elle peut être moindre si les paramètres du noyau ne le supportent pas (ce qui est déterminé lors de l'initdb). Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.

Lors de l'exécution d'un serveur en attente, vous devez configurer ce paramètre à la même valeur ou à une valeur plus importante que sur le serveur maître. Sinon, des requêtes pourraient ne pas être autorisées sur le serveur en attente.

superuser_reserved_connections (integer)

Indique le nombre de connecteurs (« slots ») réservés aux connexions des superutilisateurs PostgreSQL™. Au plus max_connections connexions peuvent être actives simultanément. Dès que le nombre de connexions simultanément actives atteint max_connections moins superuser_reserved_connections, les nouvelles connexions ne sont plus acceptées que pour les superutilisateurs, et aucune nouvelle connexion de réPLICATION ne sera acceptée.

La valeur par défaut est de trois connexions. La valeur doit être plus petite que la valeur de max_connections. Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.

unix_socket_directories (string)

Indique le répertoire pour le(s) socket(s) de domaine Unix sur lequel le serveur va écouter les connexions des applications clientes. Plusieurs sockets peuvent être créés en listant plusieurs répertoires et en les séparant par des virgules. Les espaces blancs entre les entrées sont ignorés. Entourer un nom de répertoire avec des guillemets doubles si vous avez besoin d'inclure un espace blanc ou une virgule dans son nom. Une valeur vide désactive l'utilisation des sockets de domaine Unix, auquel cas seules les sockets TCP/IP pourront être utilisées pour se connecter au serveur. La valeur par défaut est habituellement /tmp,

mais cela peut se changer au moment de la construction. Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.

En plus du fichier socket, qui est nommé `.s.PGSQL.nnnn` où `nnnn` est le numéro de port du serveur, un fichier ordinaire nommé `.s.PGSQL.nnnn.lock` sera créé dans chaque répertoire de `unix_socket_directories`. Les deux fichiers ne doivent pas être supprimés manuellement.

Ce paramètre n'a pas de sens sur les systèmes qui ignorent complètement les droits sur les sockets, comme Solaris à partir de la version 10. Un effet similaire peut être atteint en pointant `unix_socket_directories` vers un répertoire ayant un droit de recherche limité à l'audience acceptée. Ce paramètre n'a aucun intérêt sous Windows car ce système n'a pas de sockets domaine Unix.

`unix_socket_group` (string)

Configure le groupe propriétaire des sockets de domaine Unix (l'utilisateur propriétaire des sockets est toujours l'utilisateur qui lance le serveur). En combinaison avec le paramètre `unix_socket_permissions`, ceci peut être utilisé comme un mécanisme de contrôle d'accès supplémentaire pour les connexions de domaine Unix. Par défaut, il s'agit d'une chaîne vide, ce qui sélectionne le groupe par défaut de l'utilisateur courant. Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.

Ce paramètre n'a aucun intérêt sous Windows car ce système n'a pas de sockets domaine Unix.

`unix_socket_permissions` (integer)

Configure les droits d'accès aux sockets de domaine Unix. Ce socket utilise l'ensemble habituel des droits du système de fichiers Unix. Ce paramètre doit être indiqué sous une forme numérique telle qu'acceptée par les appels système `chmod` et `umask` (pour utiliser le format octal, ce nombre doit commencer avec un 0 (zéro)).

Les droits par défaut sont 0777, signifiant que tout le monde peut se connecter. Les alternatives raisonnables sont 0770 (utilisateur et groupe uniquement, voir aussi `unix_socket_group`) et 0700 (utilisateur uniquement) (pour un socket de domaine Unix, seul le droit d'accès en écriture importe ; il n'est donc pas nécessaire de donner ou de révoquer les droits de lecture ou d'exécution).

Ce mécanisme de contrôle d'accès est indépendant de celui décrit dans le Chapitre 20, Authentification du client.

Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.

Ce paramètre n'a aucun intérêt sous Windows car ce système n'a pas de sockets domaine Unix.

`bonjour` (boolean)

Active la promotion de l'existence du serveur via le protocole Bonjour™. Désactivé par défaut, ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.

`bonjour_name` (string)

Indique le nom du service Bonjour™. Le nom de l'ordinateur est utilisé si ce paramètre est configuré avec une chaîne vide (ce qui est la valeur par défaut). Ce paramètre est ignoré si le serveur n'est pas compilé avec le support Bonjour™. Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.

`tcp_keepalives_idle` (integer)

Indique le nombre de secondes d'inactivité avant que TCP envoie un paquet keepalive au client. Une valeur de 0 revient à utiliser la valeur système par défaut. Ce paramètre est seulement supporté par les systèmes qui supportent les symboles `TCP_KEEPIDLE` ou une option socket équivalente et sur Windows ; sur les autres systèmes, ce paramètre doit valoir zéro. Pour les sessions connectées via une socket de domaine Unix, ce paramètre est ignoré et vaut toujours zéro.



Note

Sur Windows, une valeur de 0 configurera ce paramètre à deux heures car Windows ne fournit pas un moyen de lire la valeur par défaut du système.

`tcp_keepalives_interval` (integer)

Indique le nombre de secondes après lesquelles un paquet TCP keepalive qui n'a pas été acquitté par le client doit être retransmis. Une valeur de 0 revient à utiliser la valeur système par défaut. Ce paramètre est seulement supporté par les systèmes qui supportent le symbole `TCP_KEEPINTVL` ou une option socket équivalente et sur Windows ; sur les autres systèmes, ce paramètre doit valoir zéro. Pour les sessions connectées via une socket de domaine Unix, ce paramètre est ignoré et vaut toujours zéro.

Note

Sur Windows, une valeur de 0 configurera ce paramètre à une seconde car Windows ne fournit pas un moyen de lire la valeur par défaut du système.

tcp_keepalives_count (integer)

Indique le nombre de paquets TCP keepalive pouvant être perdus avant que la connexion au serveur soit considérée comme morte. Une valeur de 0 revient à utiliser la valeur système par défaut. Ce paramètre est seulement supporté par les systèmes qui supportent le symbole TCP_KEEPCNT ou une option socket équivalente ; sur les autres systèmes, ce paramètre doit valoir zéro. Pour les sessions connectées via une socket de domaine Unix, ce paramètre est ignoré et vaut toujours zéro.

Note

Ce paramètre n'est pas supporté sur Windows et doit donc valoir zéro.

19.3.2. Sécurité et authentification

authentication_timeout (integer)

Temps maximum pour terminer l'authentification du client, en secondes. Si un client n'a pas terminé le protocole d'authentification dans ce délai, le serveur ferme la connexion. Cela protège le serveur des clients bloqués occupant une connexion indéfiniment. La valeur par défaut est d'une minute. Ce paramètre peut être configuré au lancement du serveur et dans le fichier `postgresql.conf`.

ssl (boolean)

Active les connexions SSL. Lire la Section 18.9, « Connexions tcp/ip sécurisées avec ssl » avant de l'utiliser. Désactivé par défaut. Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur. La communication SSL n'est possible qu'avec des connexions TCP/IP.

ssl_ciphers (string)

Donne une liste d'algorithmes SSL autorisées à être utilisés sur des connexions sécurisées. Voir la page de manuel de ciphers dans le paquet OpenSSL pour la syntaxe de ce paramètre et une liste des valeurs supportées. La valeur par défaut est `HIGH:MEDIUM:+3DES:!aNULL`. Cette valeur est généralement raisonnable, sauf si vous avez des besoins spécifiques en terme de sécurité. Ce paramètre peut seulement être configuré au démarrage.

Voici une explication de la valeur par défaut ::

HIGH

Algorithmes du groupe HIGH (par exemple AES, Camellia, 3DES)

MEDIUM

Algorithmes du groupe MEDIUM (par exemple RC4, SEED)

+3DES

L'ordre par défaut dans HIGH est problématique car il positionne 3DES avant AES128. Ceci est mauvais parce que 3DES offre moins de sécurité que AES128, et il est aussi bien moins rapide. +3DES le réordonne après les algorithmes des groupes HIGH et MEDIUM.

!aNULL

Désactive les algorithmes anonymes qui ne font pas d'authentification. Ces algorithmes sont vulnérables à des attaques de type man-in-the-middle et ne doivent donc pas être utilisés.

Les détails sur les algorithmes varient suivant les versions d'OpenSSL. Utiliser la commande `openssl ciphers -v 'HIGH:MEDIUM:+3DES:!aNULL'` pour voir les détails réels de la version OpenSSL actuellement installée. Notez que cette liste est filtrée à l'exécution suivant le type de clé du serveur.

ssl_prefer_server_ciphers (bool)

Précise s'il faut utiliser les préférences du serveur en terme d'algorithmes, ou celles du client. Vaut true par défaut. Ce paramètre peut seulement être configuré au démarrage.

Les versions plus anciennes de PostgreSQL n'ont pas ce paramètre et utilisent toujours les préférences du client. Ce paramètre a principalement pour but de maintenir une compatibilité ascendante avec ces versions. Utiliser les préférences du serveur est généralement conseillé car il est plus probable que le serveur soit correctement configuré.

ssl_ecdh_curve (string)

Indique le nom de la courbe à utiliser dans l'échange de clés ECDH. Elle doit être acceptée par tous les clients qui se connectent. Il n'est pas nécessaire que la même courbe soit utilisée par la clé Elliptic Curve. La valeur par défaut est prime256v1. Ce paramètre peut seulement être configuré au démarrage.

Noms OpenSSL pour les courbes les plus courantes : prime256v1 (NIST P-256), secp384r1 (NIST P-384), secp521r1 (NIST P-521).

La liste complète des courbes disponibles peut être récupérée avec la commande **openssl ecparam -list_curves**. Toutes ne sont pas utilisables dans TLS.

ssl_ca_file (string)

Indique le nom du fichier contenant l'autorité du certificat serveur SSL (CA). Par défaut, ce paramètre est vide, signifiant qu'aucun fichier CA n'est chargé et qu'aucune vérification du certificat client ne sera faite. Dans les précédentes versions de PostgreSQL, le nom de ce fichier était codé en dur (`root.crt`). Les chemins relatifs sont à considérer à partir du répertoire des données. Ce paramètre ne peut être modifié qu'au démarrage du serveur.

ssl_cert_file (string)

Indique le nom du fichier contenant le certificat SSL du serveur. La valeur par défaut est `server.crt`. Les chemins relatifs sont à considérer à partir du répertoire des données. Ce paramètre ne peut être modifié qu'au démarrage du serveur.

ssl_crl_file (string)

Indique le nom du fichier contenant la liste de révocation du certificat SSL serveur (CRL). Par défaut, ce paramètre est vide, signifiant qu'aucun fichier CRL n'est chargé. Dans les précédentes versions de PostgreSQL, le nom de ce fichier était codé en dur (`root.crl`). Les chemins relatifs sont à considérer à partir du répertoire des données. Ce paramètre ne peut être modifié qu'au démarrage du serveur.

ssl_key_file (string)

Indique le nom du fichier contenant la clé privée SSL du serveur. La valeur par défaut est `server.key`. Les chemins relatifs sont à considérer à partir du répertoire des données. Ce paramètre ne peut être modifié qu'au démarrage du serveur.

password_encryption (boolean)

Ce paramètre détermine si un mot de passe, indiqué dans CREATE USER(7) ou ALTER ROLE(7) sans qu'il soit précisé ENCRYPTED ou UNENCRYPTED, doit être chiffré. Actif par défaut (chiffre le mot de passe).

krb_server_keyfile (string)

Configure l'emplacement du fichier contenant la clé secrète du serveur Kerberos. Voir la Section 20.3.3, « Authentification GSSAPI » pour les détails. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

krb_caseins_users (boolean)

Indique si les noms des utilisateurs GSSAPI doivent être traités en respectant la casse. Désactivé par défaut (insensible à la casse, valeur `off`). Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

db_user_namespace (boolean)

Active les noms d'utilisateur par base de données. Désactivé par défaut, ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

Si ce paramètre est activé, les utilisateurs doivent être créés sous la forme `nomutilisateur@nom_base`. Quand `nomutilisateur` est passé par un client se connectant, @ et le nom de la base de données sont ajoutés au nom de l'utilisateur et ce nom d'utilisateur spécifique à la base est recherché par le serveur. Lorsque des utilisateurs dont le nom contient un @ sont créés dans l'environnement SQL, ce nom doit être placé entre guillemets.

`db_user_namespace` permet aux représentations des noms d'utilisateurs du client et du serveur de différer. Les vérifications sont toujours faites avec les noms d'utilisateurs du serveur, ce qui fait que les méthodes d'authentification doivent être configurées pour le nom d'utilisateur du serveur, pas pour celui du client. Comme md5 utilise le nom d'utilisateur comme sel à la fois sur le client et le serveur, md5 ne peut pas être utilisé conjointement avec `db_user_namespace`.

Ce paramètre activé, il reste possible de créer des utilisateurs globaux ordinaires. Il suffit pour cela d'ajouter @ au nom du client, e.g. `joe@`. Le @ est supprimé avant que le serveur ne recherche ce nom.

**Note**

Cette fonctionnalité, temporaire, sera supprimée lorsqu'une solution complète sera trouvée.

19.1. Disque

`temp_file_limit (integer)`

Spécifie la quantité maximale d'espace disque qu'un processus peut utiliser pour les fichiers temporaires, comme par exemple ceux utilisés pour les tris et hachages, ou le fichier de stockage pour un curseur détenu. Une transaction tentant de dépasser cette limite sera annulée. La valeur a pour unité le Ko. La valeur spéciale -1 (valeur par défaut) signifie sans limite. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier cette configuration.

Ce paramètre constraint l'espace total utilisé à tout instant par tous les fichiers temporaires utilisés pour un processus PostgreSQL™ donnée. Il doit être noté que l'espace disque utilisé pour les tables temporaires explicites, à l'opposé des fichiers temporaires utilisés implicitement pour l'exécution des requêtes, n'est *pas* pris en compte pour cette limite.

19.4. Consommation des ressources

19.4.1. Mémoire

`shared_buffers (integer)`

Initialise la quantité de mémoire que le serveur de bases de données utilise comme mémoire partagée. La valeur par défaut, en général 128 Mo, peut être automatiquement abaissée si la configuration du noyau ne la supporte pas (déterminé lors de l'exécution de l'`initdb`). Ce paramètre doit être au minimum de 128 Ko + 16 Ko par `max_connections`. (Des valeurs personnalisées de BLCKSZ agissent sur ce minimum.) Des valeurs significativement plus importantes que ce minimum sont généralement nécessaires pour de bonnes performances. Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.

Si vous disposez d'un serveur dédié à la base de données, avec 1 Go de mémoire ou plus, une valeur de départ raisonnable pour ce paramètre est de 25% la mémoire de votre système. Certains cas peuvent nécessiter une valeur encore plus importante pour le `shared_buffers` mais comme PostgreSQL™ profite aussi du cache du système d'exploitation, il est peu probable qu'une allocation de plus de 40% de la mémoire fonctionnera mieux qu'une valeur plus restreinte. Des valeurs importantes pour le paramètre `shared_buffers` requièrent généralement une augmentation proportionnelle du `max_wal_size`, pour étendre dans le temps les écritures de grandes quantités de données, nouvelles ou modifiées.

Sur des systèmes comprenant moins d'1 Go de mémoire, un pourcentage plus restreint est approprié pour laisser une place suffisante au système d'exploitation. De plus, sur Windows, les grandes valeurs pour `shared_buffers` ne sont pas aussi efficaces. Vous pouvez avoir de meilleurs résultats en conservant un paramétrage assez bas et en utilisant le cache du système d'exploitation à la place. L'échelle habituelle pour `shared_buffers` sur des systèmes Windows va de 64 Mo à 512 Mo.

`huge_pages (enum)`

Active/désactive l'utilisation des pages mémoires volumineuses (*huge memory pages*). Les valeurs valides sont `try` (valeur par défaut), `on` et `off`.

Cette fonctionnalité est actuellement seulement supportée sur Linux. La valeur de ce paramètre est ignoré sur les autres systèmes quand elle vaut `try`.

L'utilisation des pages mémoires volumineuses résulte en des tables de page plus petite et moins d'utilisation de CPU sur la gestion de la mémoire, améliorant ainsi les performances. Pour plus de détails, voir Section 18.4.4, « Pages mémoire de grande taille (huge pages) sous Linux ».

Avec le paramètre `huge_pages` à `try`, le serveur essaiera d'utiliser les pages mémoire volumineuses mais utilisera les allocations normales en cas d'échec. À `on`, un échec à l'utilisation des pages mémoires volumineuses empêchera le serveur de démarrer. À `off`, elles ne sont tout simplement pas utilisées.

`temp_buffers (integer)`

Configure le nombre maximum de tampons temporaires utilisés par chaque session de la base de données. Ce sont des tampons locaux à la session utilisés uniquement pour accéder aux tables temporaires. La valeur par défaut est de 8 Mo. Ce paramètre peut être modifié à l'intérieur de sessions individuelles mais seulement jusqu'à la première utilisation des tables temporaires dans une session ; les tentatives suivantes de changement de cette valeur n'ont aucun effet sur cette session.

Une session alloue des tampons temporaires en fonction des besoins jusqu'à atteindre la limite donnée par `temp_buffers`. Positionner une valeur importante pour les sessions qui ne le nécessitent pas ne coûte qu'un descripteur de tampon, soit environ 64 octets, par incrément de `temp_buffers`. Néanmoins, si un tampon est réellement utilisé, 8192 autres octets sont consommés pour celui-ci (ou, plus généralement, BLCKSZ octets).

`max_prepared_transactions (integer)`

Configure le nombre maximum de transactions simultanément dans l'état « préparées » (voir PREPARE TRANSACTION(7)). Zéro, la configuration par défaut, désactive la fonctionnalité des transactions préparées. Ce paramètre ne

peut être configuré qu'au lancement du serveur.

Si vous ne prévoyez pas d'utiliser les transactions préparées, ce paramètre devrait être positionné à zéro pour éviter toute création accidentelle de transactions préparées. Au contraire, si vous les utilisez, il peut être intéressant de positionner `max_prepared_transactions` au minimum à au moins `max_connections` pour que chaque session puisse avoir sa transaction préparée.

Lors de l'exécution d'un serveur en attente, vous devez configurer ce paramètre à la même valeur ou à une valeur plus importante que sur le serveur maître. Sinon, des requêtes pourraient ne pas être autorisées sur le serveur en attente.

`work_mem` (integer)

Indique la quantité de mémoire que les opérations de tri interne et les tables de hachage peuvent utiliser avant de basculer sur des fichiers disque temporaires. La valeur par défaut est de 4 Mo. Pour une requête complexe, il peut y avoir plusieurs opérations de tri ou de hachage exécutées en parallèle ; chacune peut utiliser de la mémoire à hauteur de cette valeur avant de commencer à placer les données dans des fichiers temporaires. De plus, de nombreuses sessions peuvent exécuter de telles opérations simultanément. La mémoire totale utilisée peut, de ce fait, atteindre plusieurs fois la valeur de `work_mem` ; il est nécessaire de garder cela à l'esprit lors du choix de cette valeur. Les opérations de tri sont utilisées pour ORDER BY, DISTINCT et les jointures de fusion. Les tables de hachage sont utilisées dans les jointures de hachage, les agrégations et le traitement des sous-requêtes IN fondés sur le hachage.

`maintenance_work_mem` (integer)

Indique la quantité maximale de mémoire que peuvent utiliser les opérations de maintenance telles que **VACUUM**, **CREATE INDEX** et **ALTER TABLE ADD FOREIGN KEY**. La valeur par défaut est de 64 Mo. Puisque seule une de ces opérations peut être exécutée à la fois dans une session et que, dans le cadre d'un fonctionnement normal, peu d'opérations de ce genre sont exécutées concurrentiellement sur une même installation, il est possible d'initialiser cette variable à une valeur bien plus importante que `work_mem`. Une grande valeur peut améliorer les performances des opérations VACUUM et de la restauration des sauvegardes.

Quand autovacuum fonctionne, un maximum de `autovacuum_max_workers` fois cette quantité de mémoire peut être utilisé. Il convient donc de s'assurer de ne pas configurer la valeur par défaut de façon trop importante. Il pourrait être utile de contrôler ceci en configurant `autovacuum_work_mem` séparément.

`replacement_sort_tuples` (integer)

Quand le nombre de lignes à trier est plus petit que ce nombre, un tri produira sa première sortie en utilisant l'algorithme « replacement selection » plutôt que « quicksort ». Ceci se révèle utile pour les environnements contraints en mémoire où de nombreuses lignes à trier ont une forte corrélation pour leur emplacement physique/logique. Notez que cela n'inclut pas les lignes en entrée avec une corrélation *inverse*. Il est possible que l'algorithme de « replacement selection » génère une longue sélection qui ne requiert aucune fusion alors que l'utilisation de la stratégie par défaut résulterait en de nombreuses exécutions qu'il faudrait fusionner pour produire une sortie finale triée.

La valeur par défaut est de 150000 lignes. Notez que les valeurs hautes ne sont habituellement pas très efficaces, et pourraient même se révéler contre-productive car la queue de priorité est sensible à la taille du cache CPU disponible alors que la stratégie par défaut effectue des exécutions en utilisant un algorithme *inconscient du cache*. Cette propriété permet à la stratégie de tri par défaut d'avoir une utilisation efficace du cache CPU disponible, de manière automatique et transparente.

Configurer `maintenance_work_mem` à sa valeur par défaut empêche généralement les tris externes pour les commandes utilitaires (par exemple, les tris utilisés par **CREATE INDEX** pour construire des index B-Tree) d'utiliser le tri « replacement selection » sauf si les lignes en entrée sont très volumineuses.

`autovacuum_work_mem` (integer)

Indique la quantité maximale de mémoire à utiliser pour chaque processus autovacuum worker. Ce paramètre vaut -1 par défaut, indiquant que la valeur de `maintenance_work_mem` doit être utilisée à la place. Ce paramétrage n'a pas d'effet sur le comportement de **VACUUM** lorsqu'il est exécuté dans d'autres contextes.

`max_stack_depth` (integer)

Indique la profondeur maximale de la pile d'exécution du serveur. La configuration idéale pour ce paramètre est la limite réelle de la pile assurée par le noyau (configurée par `ulimit -s` ou équivalent local) à laquelle est soustraite une marge de sécurité d'un Mo environ. La marge de sécurité est nécessaire parce que la profondeur de la pile n'est pas vérifiée dans chaque routine du serveur mais uniquement dans les routines clés potentiellement récursives telles que l'évaluation d'une expression. Le paramétrage par défaut est de 2 Mo, valeur faible qui implique peu de risques. Néanmoins, elle peut s'avérer trop petite pour autoriser l'exécution de fonctions complexes. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

Configurer ce paramètre à une valeur plus importante que la limite réelle du noyau signifie qu'une fonction récursive peut occasionner un arrêt brutal d'un processus serveur particulier. Sur les plateformes où PostgreSQL™ peut déterminer la limite du noyau, il interdit de positionner cette variable à une valeur inadéquate. Néanmoins, toutes les plateformes ne fournissent pas cette information, et une grande attention doit être portée au choix de cette valeur.

dynamic_shared_memory_type (enum)

Indique l'implémentation de mémoire partagée dynamique que le serveur doit utiliser. Les valeurs possibles sont `posix` (pour la mémoire partagée POSIX allouée en utilisant `shm_open`), `sysv` (pour la mémoire partagée System V allouée en* utilisant `shmget`), `windows` (pour la mémoire partagée Windows), `mmap` (pour simuler la mémoire partagée en utilisant les fichiers de mémoire enregistrés dans le répertoire des données), et `none` (pour désactiver cette fonctionnalité). Toutes les valeurs ne sont pas forcément supportées sur toutes les plateformes ; la première option supportée est la valeur par défaut pour cette plateforme. L'utilisation de l'option `mmap`, qui n'est la valeur par défaut d'aucune plateforme, est généralement déconseillée car le système d'exploitation pourrait écrire des pages modifiées sur disque de manière répétée, augmentant la charge disque du système. Néanmoins, cela peut se révéler utile pour débugger, quand le répertoire `pg_dynshmem` est stocké dans un disque RAM ou quand les autres options de mémoire partagée ne sont pas disponibles.

19.4.2. Usage des ressources du noyau

max_files_per_process (integer)

Positionne le nombre maximum de fichiers simultanément ouverts par sous-processus serveur. La valeur par défaut est de 1000 fichiers. Si le noyau assure une limite par processus, il n'est pas nécessaire de s'intéresser à ce paramètre. Toutefois, sur certaines plateformes (notamment les systèmes BSD) le noyau autorise les processus individuels à ouvrir plus de fichiers que le système ne peut effectivement en supporter lorsqu'un grand nombre de processus essayent tous d'ouvrir ce nombre de fichiers. Si le message « Too many open files » (« Trop de fichiers ouverts ») apparaît, il faut essayer de réduire ce paramètre. Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.

19.4.3. Report du VACUUM en fonction de son coût

Lors de l'exécution des commandes `VACUUM(7)` et `ANALYZE(7)`, le système maintient un compteur interne qui conserve la trace du coût estimé des différentes opérations d'entrée/sortie réalisées. Quand le coût accumulé atteint une limite (indiquée par `vacuum_cost_limit`), le processus traitant l'opération s'arrête un court moment (précisé par `vacuum_cost_delay`). Puis, il réinitialise le compteur et continue l'exécution.

Le but de cette fonctionnalité est d'autoriser les administrateurs à réduire l'impact des entrées/sorties de ces commandes en fonction de l'activité des bases de données. Nombreuses sont les situations pour lesquelles il n'est pas très important que les commandes de maintenance telles que **VACUUM** et **ANALYZE** se finissent rapidement, mais il est généralement très important que ces commandes n'interfèrent pas de façon significative avec la capacité du système à réaliser d'autres opérations sur les bases de données. Le report du VACUUM en fonction de son coût fournit aux administrateurs un moyen d'y parvenir.

Cette fonctionnalité est désactivée par défaut pour les commandes **VACUUM** lancées manuellement. Pour l'activer, la variable `vacuum_cost_delay` doit être initialisée à une valeur différente de zéro.

vacuum_cost_delay (integer)

Indique le temps, en millisecondes, de repos du processus quand la limite de coût a été atteinte. La valeur par défaut est zéro, ce qui désactive la fonctionnalité de report du VACUUM en fonction de son coût. Une valeur positive active cette fonctionnalité. Sur de nombreux systèmes, la résolution réelle du **sleep** est de 10 millisecondes ; configurer `vacuum_cost_delay` à une valeur qui n'est pas un multiple de 10 conduit alors au même résultat que de le configurer au multiple de 10 supérieur.

Lors d'utilisation de `vacuum` basée sur le coût, les valeurs appropriées pour `vacuum_cost_delay` sont habituellement assez petites, de l'ordre de 10 à 20 millisecondes. Il est préférable d'ajuster la consommation de ressource de `vacuum` en changeant les autres paramètres de coût de `vacuum`.

vacuum_cost_page_hit (integer)

Indique Le coût estimé du nettoyage par `VACUUM` d'un tampon trouvé dans le cache des tampons partagés. Cela représente le coût de verrouillage de la réserve de tampons, la recherche au sein de la table de hachage partagée et le parcours du contenu de la page. La valeur par défaut est 1.

vacuum_cost_page_miss (integer)

Indique le coût estimé du nettoyage par `VACUUM` d'un tampon qui doit être lu sur le disque. Cela représente l'effort à fournir pour verrouiller la réserve de tampons, rechercher dans la table de hachage partagée, lire le bloc désiré sur le disque et parcourir son contenu. La valeur par défaut est 10.

vacuum_cost_page_dirty (integer)

Indique le coût estimé de modification par `VACUUM` d'un bloc précédemment vide (*clean block*). Cela représente les entrées/sorties supplémentaires nécessaires pour vider à nouveau le bloc modifié (*dirty block*) sur le disque. La valeur par défaut est 20.

vacuum_cost_limit (integer)

Indique Le coût cumulé qui provoque l'endormissement du processus de VACUUM. La valeur par défaut est 200.

**Note**

Certaines opérations détiennent des verrous critiques et doivent donc se terminer le plus vite possible. Les reports de VACUUM en fonction du coût ne surviennent pas pendant ces opérations. De ce fait, il est possible que le coût cumulé soit bien plus important que la limite indiquée. Pour éviter des délais inutilement longs dans de tels cas, le délai réel est calculé de la façon suivante : `vacuum_cost_delay * accumulated_balance / vacuum_cost_limit` avec un maximum de `vacuum_cost_delay * 4`.

19.4.4. Processus d'écriture en arrière-plan

Il existe un processus serveur séparé appelé *background writer* dont le but est d'écrire les tampons « sales » (parce que nouveaux ou modifiés). Ce processus écrit les tampons partagés pour que les processus serveur gérant les requêtes des utilisateurs n'aient jamais ou peu fréquemment à attendre qu'une écriture se termine. Néanmoins, ce processus d'écriture en tâche de fond implique une augmentation globale de la charge des entrées/sorties disque car, quand une page fréquemment modifiée pourrait n'être écrite qu'une seule fois par CHECKPOINT, le processus d'écriture en tâche de fond pourrait l'avoir écrit plusieurs fois si cette page a été modifiée plusieurs fois dans le même intervalle. Les paramètres discutés dans cette sous-section peuvent être utilisés pour configurer finement son comportement pour les besoins locaux.

bgwriter_delay (integer)

Indique le délai entre les tours d'activité du processus d'écriture en arrière-plan. À chaque tour, le processus écrit un certain nombre de tampons modifiés (contrôlable par les paramètres qui suivent). Puis, il s'endort pour `bgwriter_delay` millisecondes et recommence. Quand il n'y a pas de tampons modifiés dans le cache, il s'endort plus profondément sans considération du `bgwriter_delay`. La valeur par défaut est de 200 millisecondes. Sur de nombreux systèmes, la résolution réelle du `sleep` est de 10 millisecondes ; positionner `bgwriter_delay` à une valeur qui n'est pas un multiple de 10 peut avoir le même résultat que de le positionner au multiple de 10 supérieur. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

bgwriter_lru_maxpages (integer)

Nombre maximum de tampons qui peuvent être écrits à chaque tour par le processus d'écriture en tâche de fond. Le configurer à zéro désactive l'écriture en tâche de fond. (Notez que les checkpoints ne sont pas affectés. Ils sont gérés par un autre processus, dédié à cette tâche.) La valeur par défaut est de 100 tampons. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

bgwriter_lru_multiplier (floating point)

Le nombre de tampons sales écrits à chaque tour est basé sur le nombre de nouveaux tampons qui ont été requis par les processus serveur lors des derniers tours. Le besoin récent moyen est multiplié par `bgwriter_lru_multiplier` pour arriver à une estimation du nombre de tampons nécessaire au prochain tour. Les tampons sales sont écrits pour qu'il y ait ce nombre de tampons propres, réutilisables. (Néanmoins, au maximum `bgwriter_lru_maxpages` tampons sont écrits par tour.) De ce fait, une configuration de 1.0 représente une politique d'écriture « juste à temps » d'exactement le nombre de tampons prédicts. Des valeurs plus importantes fournissent une protection contre les pics de demande, alors qu'une valeur plus petite laisse intentionnellement des écritures aux processus serveur. La valeur par défaut est de 2. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

bgwriter_flush_after (integer)

Quand plus de `bgwriter_flush_after` octets ont été écrit par le processus d'écriture en tâche de fond (bgwriter), tente de forcer le système d'exploitation à écrire les données sur disque. Faire cela limite la quantité de données modifiées dans le cache disque du noyau, réduisant le risque de petites pauses dues à l'exécution d'un `fsync` à la fin d'un checkpoint ou à l'écriture massive en tâche de fond des données modifiées. Souvent, cela réduira fortement la latence des transactions mais il existe aussi quelques cas de dégradation des performances, tout spécialement avec les charges de travail plus importantes que `shared_buffers`, mais plus petites que le cache disque du système d'exploitation. Ce paramètre pourrait ne pas avoir d'effet sur certaines plateformes. L'intervalle valide se situe entre 0, qui désactive le « writeback » forcé, et 2MB. La valeur par défaut est 512KB sur Linux, 0 ailleurs. (Si `BLCKSZ` ne vaut pas 8 Ko, les valeurs par défaut et maximales évoluent de façon proportionnelles à cette constante.) Ce paramètre est seulement configurable dans le fichier `postgresql.conf` et à la ligne de commande.

Des valeurs plus faibles de `bgwriter_lru_maxpages` et `bgwriter_lru_multiplier` réduisent la charge supplémentaire des entrées/sorties induite par le processus d'écriture en arrière-plan. En contrepartie, la probabilité que les processus serveurs

effectuent plus d'écritures par eux-mêmes augmente, ce qui retarde les requêtes interactives.

19.4.5. Comportement asynchrone

`effective_io_concurrency` (integer)

Positionne le nombre d'opérations d'entrées/sorties disque concurrentes que PostgreSQL™ pense pouvoir exécuter simultanément. Augmenter cette valeur va augmenter le nombre d'opérations d'entrée/sortie que chaque session PostgreSQL™ individuelle essaiera d'exécuter en parallèle. Les valeurs autorisées vont de 1 à 1000, ou zéro pour désactiver l'exécution de requêtes d'entrée/sortie asynchrones. Actuellement, ce paramètre ne concerne que les parcours de type *bitmap heap*.

Pour les disques magnétiques, un bon point départ pour ce paramètre est le nombre de disques que comprend un agrégat par bande RAID 0 ou miroir RAID 1 utilisé pour la base de données. (Pour du RAID 5, le disque de parité ne devrait pas être pris en compte.) Toutefois, si la base est souvent occupée par de nombreuses requêtes exécutées dans des sessions concurrentes, des valeurs plus basses peuvent être suffisantes pour maintenir le groupe de disques occupé. Une valeur plus élevée que nécessaire pour maintenir les disques occupés n'aura comme seul résultat que de surcharger le processeur. Les SSD et autres méthodes de stockage basées sur de la mémoire peuvent souvent traiter un grand nombre de demandes concurrentes, donc la meilleure valeur pourrait être dans les centaines.

Les entrées/sorties asynchrones dépendent de la présence d'une fonction `posix_fadvise` efficace, ce que n'ont pas certains systèmes d'exploitation. Si la fonction n'est pas présente, alors positionner ce paramètre à une valeur autre que zéro entraînera une erreur. Sur certains systèmes (par exemple Solaris), cette fonction est présente mais n'a pas d'effet.

La valeur par défaut est 1 sur les systèmes supportés, et 0 pour les autres. Cette valeur peut être surchargée pour les tables d'un tablespace particulier en configuration le paramètre tablespace du même nom (voir ALTER TABLESPACE(7)).

`max_worker_processes` (integer)

Configure le nombre maximum de background workers acceptés par le système. Ce paramètre n'est configurable qu'au démarrage du serveur. La valeur par défaut est 8.

S'il s'agit de la configuratlon d'un serveur esclave, vous devez configurer ce paramètre à une valeur supérieure ou égale à celui du serveur maître. Dans le cas contraire, il ne sera pas possible d'exécuter des requêtes sur le serveur esclave.

`max_parallel_workers_per_gather` (integer)

Configure le nombre maximum de processus parallèles pouvant être lancé par un seul noeud Gather. Les processus parallèles sont pris dans l'ensemble de processus établi par `max_worker_processes`. Notez que le nombre demandé de processus parallèles pourrait ne pas être disponible à l'exécution. Si cela survient, le plan s'exécutera avec moins de processus qu'attendu, ce qui pourrait être inefficace. Configurer cette valeur à 0, ce qui est la valeur par défaut, désactive l'exécution de requêtes parallélisées.

Notez que les requêtes parallélisées peuvent consommer considérablement plus de ressources que des requêtes non parallélisées parce que chaque processus parallèle est un processus totalement séparé qui a en gros le même impact sur le système qu'une session utilisateur supplémentaire. Ceci doit être pris en considération lors du choix d'une valeur pour ce paramètre, ainsi que lors de la configuration d'autres paramètres qui contrôlent l'utilisation des ressources, comme par exemple `work_mem`. Les limites de ressources comme `work_mem` sont appliquées individuellement pour chaque processus, ce qui signifie que l'utilisation totale pourrait être bien plus importante que pour un seul processus. Par exemple, une requête parallélisée utilisant quatre processus pourrait utiliser jusqu'à cinq fois plus de CPU, de mémoire, de bande passante disque, et ainsi de suite qu'une requête non parallélisée.

Pour plus d'informations sur les requêtes parallélisées, voir Chapitre 15, Requêtes parallélisées.

`backend_flush_after` (integer)

Lorsque plus de `backend_flush_after` octets ont été écrit par un simple processus serveur, tente de forcer le système d'exploitation à écrire les données sur disque. Faire cela limite la quantité de données modifiées dans le cache disque du noyau, réduisant le risque de petites pauses dues à l'exécution d'un `fsync` à la fin d'un checkpoint ou à l'écriture massive en tâche de fond des données modifiées. Souvent, cela réduira fortement la latence des transactions mais il existe aussi quelques cas de dégradation des performances, tout spécialement avec les charges de travail plus importantes que `shared_buffers`, mais plus petites que le cache disque du système d'exploitation. Ce paramètre pourrait ne pas avoir d'effet sur certaines plateformes. L'intervalle valide se situe entre 0, qui désactive le « writeback » forcé, et 2MB. La valeur par défaut est 0 (autrement dit pas de vidage forcé). (Si `BLCKSZ` ne vaut pas 8 Ko, la valeur maximale évolue de façon proportionnelle à cette constante.)

`old_snapshot_threshold` (integer)

Configure la durée minimale d'utilisation d'une image sans risque d'erreur `snapshot too old` survenant lors de l'utilisation de l'image. Ce paramètre est configurable qu'au démarrage du serveur.

Au-delà de la limite, les anciennes données peuvent être immédiatement nettoyées. Ceci peut aider à empêcher la fragmentation dans le cas de snapshots qui restent utiliser sur une longue période. Pour empêcher des résultats incorrects suite au net-

toyage des données qui auraient été visibles par l'image, une erreur est générée quand l'image est plus ancienne que cette limite et que l'image est utilisée pour lire un bloc qui a été modifié depuis la construction du snapshot.

Une valeur de `-1` désactive cette fonctionnalité et est la valeur par défaut. Les valeurs utiles en production vont probablement d'un petit nombre d'heures à quelques jours. La configuration peut être indiquée en nombre de minutes et les petits nombres (tels que `0` ou `1min`) sont seulement autorisés parce qu'ils pourraient être utiles pour des tests. Bien qu'une configuration aussi haute que `60d` est autorisée, notez que dans de nombreux cas, une fragmentation extrême ou une réutilisation des identifiants de transaction pourrait survenir très rapidement.

Quand cette fonctionnalité est activée, l'espace libérée à la fin de la relation ne peut pas être rendu au système d'exploitation car cela supprimerait les informations nécessaires pour détecter la condition `snapshot too old`. Tout l'espace alloué pour une relation reste associé avec cette relation pour une réutilisation par cette relation sauf si elle est explicitement libérée (par exemple, avec **VACUUM FULL**).

Ce paramètre ne tente pas de garantir qu'une erreur sera générée sous quelques circonstances. En fait, si les résultats corrects peuvent être générés à partir (par exemple) d'un curseur qui a matérialisé un ensemble de résultat, aucune erreur ne sera renvoyée même si les lignes impactées dans la table de référence ont été nettoyées. Certaines tables ne peuvent pas être nettoyées tout proprement, et donc ne seront pas affectées par ce paramètre. Les exemples incluent les catalogues systèmes et toute table ayant un index hash. Pour ces tables, ce paramètre ne réduira ni la fragmentation et ne pourra être la raison d'une erreur `snapshot too old` lors de son parcours.

19.5. Write Ahead Log

Voir aussi la Section 30.4, « Configuration des journaux de transaction » pour plus d'informations sur la configuration de ces paramètres.

19.5.1. Paramètres

wal_level (enum)

`wal_level` détermine la quantité d'informations écrite dans les journaux de transactions. La valeur par défaut est `minimal`, ce qui permet d'écrire seulement les informations nécessaires pour survivre à un arrêt brutal ou à un arrêt immédiat. `replica` ajoute quelques enregistrements supplémentaires pour permettre l'archivage des journaux de transactions, ainsi que pour permettre l'exécution de requêtes en lecture seule sur le serveur en attente. Enfin, `logical` ajoute les informations nécessaires au support du décodage logique. Chaque niveau inclut les informations tracées dans les niveaux inférieurs. Ce paramètre peut seulement être configuré au lancement du serveur.

Au niveau `minimal`, certains enregistrements dans les journaux de transactions peuvent être évités, ce qui peut rendre ces opérations plus rapides (voir Section 14.4.7, « Désactiver l'archivage des journaux de transactions et la réPLICATION en flux »). Les opérations concernées par cette optimisation incluent :

CREATE TABLE AS

CREATE INDEX

CLUSTER

COPY

 dans des tables qui ont été créées ou tronquées dans la même transaction

Mais, du coup, les journaux au niveau `minimal` ne contiennent pas suffisamment d'informations pour reconstruire les données à partir d'une sauvegarde de base et des journaux de transactions. Donc, les niveaux `replica` ou supérieurs doivent être utilisés pour activer l'archivage des journaux de transactions (`archive_mode`) et la réPLICATION en flux.

Dans le niveau `logical`, les mêmes informations sont enregistrées que pour le mode `replica`. Des informations supplémentaires sont ajoutées pour permettre d'extraire les modifications logiques depuis les journaux de transactions. En utilisant le niveau `logical`, le volume des journaux de transactions va augmenter, tout particulièrement si plusieurs tables sont configurées pour `REPLICAS IDENTITY FULL` et que de nombreux `UPDATE` et `DELETE` sont exécutés.

Dans les versions antérieures à la 9.6, ce paramètre autorise aussi les valeurs `archive` et `hot_standby`. Elles sont toujours acceptées mais sont converties silencieusement en `replica`.

fsync (boolean)

Si ce paramètre est activé, le serveur PostgreSQL™ tente de s'assurer que les mises à jour sont écrites physiquement sur le disque à l'aide d'appels système `fsync()` ou de méthodes équivalentes (voir `wal_sync_method`). Cela permet de s'assurer que le cluster de bases de données peut revenir à un état cohérent après une panne matérielle ou du système d'exploitation.

Bien que désactiver `fsync` améliore fréquemment les performances, cela peut avoir pour conséquence une corruption des données non récupérables dans le cas d'une perte de courant ou d'un crash du système. Donc, il est seulement conseillé de désactiver `fsync` si vous pouvez facilement recréer la base de données complète à partir de données externes.

Quelques exemples de circonstances permettant de désactiver `fsync` : le chargement initial d'une nouvelle instance à partir d'une sauvegarde, l'utilisation de l'instance pour traiter un flot de données après quoi la base sera supprimée puis recréée, la création d'un clone d'une base en lecture seule, clone qui serait recréé fréquemment et n'est pas utilisé pour du failover. La haute qualité du matériel n'est pas une justification suffisante pour désactiver `fsync`.

Pour une restauration fiable lors de la modification de `fsync` de `off` à `on`, il est nécessaire de forcer tous les tampons modifiés disponibles dans le cache du noyau à être écrits sur un stockage durable. Ceci peut se faire alors que l'instance est arrêtée ou lorsque `fsync` est activé en exécutant **initdb --sync-only**, en exécutant **sync**, en démontant le système de fichiers ou en redémarrant le serveur.

Dans de nombreuses situations, désactiver `synchronous_commit` pour les transactions non critiques peut fournir une grande partie des performances de la désactivation de `fsync`, sans les risques associés de corruption de données.

`fsync` ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande. Si ce paramètre est désactivé (`off`), il est intéressant de désactiver aussi `full_page_writes`.

`synchronous_commit` (enum)

Indique si la validation des transactions doit attendre l'écriture des enregistrements WAL avant que la commande ne renvoie une indication de « réussite » au client. Les valeurs valides sont `on`, `remote_apply`, `remote_write`, `local` et `off`. La configuration par défaut, et la plus sûre, est `on`. Quand ce paramètre est désactivé (`off`), il peut exister un délai entre le moment où le succès est rapporté et le moment où la transaction est vraiment protégée d'un arrêt brutal du serveur. (Le délai maximum est de trois fois `wal_writer_delay`.) Contrairement à `fsync`, la configuration de ce paramètre à `off` n'implique aucun risque d'incohérence dans la base de données : un arrêt brutal du système d'exploitation ou d'une base de données peut résulter en quelques transactions récentes prétendument validées perdues malgré tout. Cependant, l'état de la base de données est identique à celui obtenu si les transactions avaient été correctement annulées. C'est pourquoi la désactivation de `synchronous_commit` est une alternative utile quand la performance est plus importante que la sûreté de la transaction. Pour plus de discussion, voir Section 30.3, « Validation asynchrone (Asynchronous Commit) ».

Si `synchronous_standby_names` n'est pas vide, ce paramètre contrôle aussi si les validations de transaction attendent que les enregistrements de transaction associés soient répliqués sur les serveurs standbys. Configuré à `on`, les validations attendront les réponses des standbys synchrones courants indiquant qu'ils ont reçu l'enregistrement de validation de la transaction et qu'ils l'ont enregistré sur disque. Ceci assure que la transaction ne sera pas perdu, sauf si le serveur primaire et tous les serveurs secondaires synchrones souffrent de corruption sur le stockage de la base de données. Si configuré à `remote_apply`, les validations attendent les réponses des différents serveurs standbys synchrones indiquant qu'elles ont reçus l'enregistrement de validation de la transaction et qu'elles l'ont appliqué, de façon à ce que le résultat soit visibles par les requêtes exécutées sur les standbys. Si configuré à `remote_write`, les validations attendent les réponses des standbys synchrones courants indiquant qu'elles ont reçu l'enregistrement de validation de la transaction et qu'elles l'ont donné au système d'exploitation pour écriture sur le disque. Cette configuration est suffisante pour s'assurer de la préservation des données même si l'instance standby de PostgreSQL™ devait s'arrêter brutalement, mais pas si le standby souffre d'un crash au niveau du système d'exploitation car les données n'ont pas forcément encore atteint un stockage stable sur le standby. Enfin, la configuration `local` force les validations à attendre que les données soient enregistrées sur disque, localement, mais pas répliquées. Ceci n'est généralement pas souhaitable lors de l'utilisation d'une réplication synchrone mais est proposé pour offrir une solution complète.

Si `synchronous_standby_names` est vide, les configurations `on`, `remote_apply`, `remote_write` et `local` fournissent toutes le même niveau de synchronisation : les validations de transactions attendent seulement l'enregistrement local sur disque.

Ce paramètre peut être changé à tout moment ; le comportement pour toute transaction est déterminé par la configuration en cours lors de la validation. Il est donc possible et utile d'avoir certaines validations validées en synchrone et d'autres en asynchrone. Par exemple, pour réaliser une validation asynchrone de transaction à plusieurs instructions avec une valeur par défaut inverse, on exécute l'instruction **SET LOCAL synchronous_commit TO OFF** dans la transaction.

`wal_sync_method` (enum)

Méthode utilisée pour forcer les mises à jour des WAL sur le disque. Si `fsync` est désactivé, alors ce paramètre est inapplicable, car les mises à jour des journaux de transactions ne sont pas du tout forcées. Les valeurs possibles sont :

- `open_datasync` (écrit les fichiers WAL avec l'option `O_DSYNC` de `open()`)
- `fdatasync` (appelle `fdatasync()` à chaque validation)
- `fsync_writethrough` (appelle `fsync()` à chaque validation, forçant le mode *write-through* de tous les caches disque en écriture)
- `fsync` (appelle `fsync()` à chaque validation)
- `open_sync` (écrit les fichiers WAL avec l'option `O_SYNC` de `open()`)

Ces options ne sont pas toutes disponibles sur toutes les plateformes. La valeur par défaut est la première méthode de la liste ci-dessus supportée par la plateforme. Les options `open_*` utilisent aussi `O_DIRECT` s'il est disponible. L'outil `src/tools/fsync` disponible dans le code source de PostgreSQL permet de tester les performances des différentes méthodes de synchronisation. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

`full_page_writes` (boolean)

Quand ce paramètre est activé, le serveur écrit l'intégralité du contenu de chaque page disque dans les WAL lors de la première modification de cette page qui intervient après un point de vérification. C'est nécessaire car l'écriture d'une page lors d'un plantage du système d'exploitation peut n'être que partielle, ce qui conduit à une page sur disque qui contient un mélange d'anciennes et de nouvelles données. Les données de modification de niveau ligne stockées habituellement dans les WAL ne sont pas suffisantes pour restaurer complètement une telle page lors de la récupération qui suit la panne. Le stockage de l'image de la page complète garantit une restauration correcte de la page, mais au prix d'un accroissement de la quantité de données à écrire dans les WAL. (Parce que la relecture des WAL démarre toujours à un point de vérification, il suffit de faire cela lors de la première modification de chaque page survenant après un point de vérification. De ce fait, une façon de réduire le coût d'écriture de pages complètes consiste à augmenter le paramètre réglant les intervalles entre points de vérification.)

La désactivation de ce paramètre accélère les opérations normales, mais peut aboutir soit à une corruption impossible à corriger soit à une corruption silencieuse, après un échec système. Les risques sont similaires à la désactivation de `fsync`, bien que moindres. Sa désactivation devrait se faire en se basant sur les mêmes recommandations que cet autre paramètre.

La désactivation de ce paramètre n'affecte pas l'utilisation de l'archivage des WAL pour la récupération d'un instantané, aussi appelé PITR (voir Section 25.3, « Archivage continu et récupération d'un instantané (PITR) »).

Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande. Activé par défaut (`on`).

`wal_log_hints` (boolean)

Quand ce paramètre a la valeur `on`, le serveur PostgreSQL™ écrit le contenu entier de chaque page disque dans les journaux de transactions lors de la première modification de cette page après un checkpoint, même pour des modifications non critiques comme les hint bits.

Si les sommes de contrôle sont activées, la mise à jour des hint bits est toujours enregistrée dans les journaux et ce paramètre est ignoré. Vous pouvez utiliser ce paramètre pour tester le volume supplémentaire de journaux induit par l'activation des sommes de contrôle sur les fichiers de données.

Ce paramètre n'est configurable qu'au démarrage du serveur. La valeur par défaut vaut `off`.

`wal_compression` (boolean)

Lorsque ce paramètre est à `on`, le serveur PostgreSQL™ compresse une image d'une page complète écrite dans les WAL lorsque `full_page_writes` est à `on` ou durant une sauvegarde de base. Une image compressée d'une page sera décompressée durant le rejet des WAL. La valeur par défaut est à `off`. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

Activer ce paramètre peut réduire le volume des WAL sans augmenter le risque de données corrompues irrécupérables, mais avec l'effet d'avoir un coût supplémentaire en terme de puissance CPU sur la compression durant l'écriture des WAL et sur la décompression lors du rejet des WAL.

`wal_buffers` (integer)

La quantité de mémoire partagée utilisée pour les données des journaux de transactions qui n'ont pas encore été écrites sur disque. La configuration par défaut de -1 sélectionne une taille égale à 1/32 (environ 3%) de `shared_buffers`, mais pas moins de 64kB, et pas plus que la taille d'un journal de transactions, soit généralement 1.6MB. Cette valeur peut être configurée manuellement si le choix automatique est trop élevé ou trop faible, mais tout valeur positive inférieure à 32kB sera traitée comme étant exactement 32kB. Ce paramètre ne peut être configuré qu'au démarrage du serveur.

Le contenu du cache des journaux de transactions est écrit sur le disque à chaque validation d'une transaction, donc des valeurs très importantes ont peu de chance d'apporter un gain significatif. Néanmoins, configurer cette valeur à au moins quelques mégaoctets peut améliorer les performances en écriture sur un serveur chargé quand plusieurs clients valident en même temps. La configuration automatique sélectionnée par défaut avec la valeur -1 devrait être convenable.

`wal_writer_delay` (integer)

Indique à quelle fréquence le walwriter vide les journaux sur disque. Après avoir vidé les journaux sur disque, il s'endort pour `wal_writer_delay` millisecondes sauf s'il est réveillé par une transaction validée en asynchrone. Dans le cas où le dernier vidage est survenu il y a moins de `wal_writer_delay` millisecondes et que moins de `wal_writer_flush_after` octets ont été produits dans les WAL depuis, le WAL est seulement écrit via le système d'exploitation mais pas forcément écrit sur disque. La valeur par défaut est 200 millisecondes (200ms). Notez que sur de nombreux systèmes, la résolution réelle du délai d'endormissement est de 10 millisecondes ; configurer

`wal_writer_delay` à une valeur qui n'est pas un multiple de 10 pourrait avoir le même résultat que de le configurer au prochain multiple de 10. Ce paramètre est seulement configurable dans le fichier `postgresql.conf` ainsi que sur la ligne de commande du serveur.

`wal_writer_flush_after` (integer)

Indique à quelle fréquence le walwriter vide les journaux sur disque. Dans le cas où le dernier vidage est arrivé il y a moins de `wal_writer_delay` millisecondes et que moins de `wal_writer_flush_after` octets de WAL ont été produits depuis, les WAL sont seulement écrit via le système d'exploitation, et pas forcé sur disque. Si `wal_writer_flush_after` est configuré à 0, le WAL est écrit et vidé à chaque fois que le walwriter doit écrire dans un WAL. La valeur par défaut est 1MB. Ce paramètre est seulement configurable dans le fichier `postgresql.conf` ainsi que sur la ligne de commande du serveur.

`commit_delay` (integer)

`commit_delay` ajoute un délai, exprimé en microsecondes avant qu'un vidage du journal de transactions ne soit effectué. Ceci peut améliorer les performances de la validation en groupe en permettant la validation d'un grand nombre transactions en un seul vidage des journaux, si la charge système est suffisamment importante pour que des transactions supplémentaires soient prêt à être validées dans le même intervalle. Néanmoins, cela augmente aussi la latence jusqu'à `commit_delay` microsecondes pour chaque vidage de journaux. Comme le délai est perdu si aucune autre transaction n'est prête à être validée, un délai n'est respecté que si au moins `commit_siblings` autres transactions sont actives quand un vidage doit être initié. De plus, aucun délai ne sera pris en compte si `fsync` est désactivé. La valeur par défaut de `commit_delay` est zéro (aucun délai). Seuls les superutilisateurs peuvent modifier cette configuration.

Dans les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 9.3, `commit_delay` se comportait différemment et était bien moins efficace : il n'affectait que les validations plutôt que les vidages de journaux et attendait que le délai complet soit passé même si le vidage du journal était terminé avant. À partir de PostgreSQL™ 9.3, le premier processus prêt à vider le journal attend pendant l'intervalle configuré alors que les autres processus attendent que le premier termine l'opération de vidage.

`commit_siblings` (integer)

Nombre minimum de transactions concurrentes ouvertes en même temps nécessaires avant d'attendre le délai `commit_delay`. Une valeur plus importante rend plus probable le fait qu'au moins une autre transaction soit prête à valider pendant le délai. La valeur par défaut est de cinq transactions.

19.5.2. Points de vérification

`checkpoint_timeout` (integer)

Temps maximum entre deux points de vérification automatique des WAL, en secondes. L'intervalle valide se situe entre 30 secondes et un jour. La valeur par défaut est de cinq minutes. Augmenter ce paramètre peut accroître le temps nécessaire à une récupération après un arrêt brutal. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

`checkpoint_completion_target` (floating point)

Précise la cible pour la fin du CHECKPOINT, sous le format d'une fraction de temps entre deux CHECKPOINT. La valeur par défaut est 0.5. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

`checkpoint_flush_after` (integer)

Quand plus de `checkpoint_flush_after` octets ont été écrits par le processus d'écriture en tâche de fond (bgwriter), tente de forcer le système d'exploitation à écrire les données sur disque. Faire cela limite la quantité de données modifiées dans le cache disque du noyau, réduisant le risque de petites pauses dues à l'exécution d'un `fsync` à la fin d'un checkpoint ou à l'écriture massive en tâche de fond des données modifiées. Souvent, cela réduira fortement la latence des transactions mais il existe aussi quelques cas de dégradation des performances, tout spécialement avec les charges de travail plus importantes que `shared_buffers`, mais plus petites que le cache disque du système d'exploitation. Ce paramètre pourrait ne pas avoir d'effet sur certaines plateformes. L'intervalle valide se situe entre 0, qui désactive le « writeback » forcé, et 2MB. La valeur par défaut est 256KB sur Linux, 0 ailleurs. (Si `BLCKSZ` ne vaut pas 8 Ko, les valeurs par défaut et maximale n'évoluent pas de façon proportionnelle à cette constante.) Ce paramètre est seulement configurable dans le fichier `postgresql.conf` et à la ligne de commande.

`checkpoint_warning` (integer)

Si deux points de vérification imposés par le remplissage des fichiers segment interviennent dans un délai plus court que celui indiqué par ce paramètre (ce qui laisse supposer qu'il faut augmenter la valeur du paramètre `max_wal_size`), un message est écrit dans le fichier de traces du serveur. Par défaut, 30 secondes. Une valeur nulle (0) désactive cet avertissement. Aucun avertissement ne sera fait si `checkpoint_timeout` est inférieur à `checkpoint_warning`. Ce paramètre ne peut être

configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

`max_wal_size` (integer)

Taille maximale de l'augmentation des WAL entre deux points de vérification automatique des WAL. C'est une limite souple ; la taille des WAL peut excéder `max_wal_size` sous certaines circonstances, comme une surcharge du serveur, une commande `archive_command` qui échoue, ou une configuration haute pour `wal_keep_segments`. La valeur par défaut est 1 Go. Augmenter ce paramètre peut augmenter le temps nécessaire pour le rejet suite à un crash. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

`min_wal_size` (integer)

Tant que l'occupation disque reste sous la valeur de ce paramètre, les anciens fichiers WAL sont toujours recyclés pour une utilisation future lors des points de vérification, plutôt que supprimés. Ceci peut être utilisé pour s'assurer qu'un espace suffisant est réservé pour faire face à des pics dans l'usage des WAL, par exemple lorsque d'importants travaux en lots sont lancés. La valeur par défaut est 80 Mo. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

19.5.3. Archivage

`archive_mode` (enum)

Quand `archive_mode` est activé, les segments WAL remplis peuvent être archivés en configurant `archive_command`. En plus de `off`, pour désactiver, il y a deux autres modes : `on`, et `always`. Lors du fonctionnement normal du serveur, il n'y a pas de différences entre les deux modes, mais lorsqu'il est positionné sur `always`, l'archivage des WAL est aussi activé lors d'un rejet des archives et en mode `standby`. Dans le mode `always`, tous les fichiers restaurés à partir de l'archive ou envoyés lors de la réPLICATION en continue seront archivés (à nouveau). Voir Section 26.2.9, « Continuous archiving in standby » pour des détails.

`archive_mode` et `archive_command` sont des variables séparées de façon à ce que `archive_command` puisse être modifiée sans quitter le mode d'archivage. Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur. `archive_mode` ne peut pas être activé quand `wal_level` est configuré à `minimal`.

`archive_command` (string)

Commande shell à exécuter pour archiver un segment terminé de la série des fichiers WAL. Tout `%p` dans la chaîne est remplacé par le chemin du fichier à archiver et tout `%f` par le seul nom du fichier. (Le chemin est relatif au répertoire de travail du serveur, c'est-à-dire le répertoire de données du cluster.) `%%` est utilisé pour intégrer un caractère `%` dans la commande. Il est important que la commande renvoie un code zéro seulement si elle a réussi l'archivage. Pour plus d'informations, voir Section 25.3.1, « Configurer l'archivage WAL ».

Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande. Il est ignoré sauf si `archive_mode` a été activé au lancement du serveur. Si `archive_command` est une chaîne vide (la valeur par défaut) alors que `archive_mode` est activé, alors l'archivage des journaux de transactions est désactivé temporairement mais le serveur continue d'accumuler les fichiers des journaux de transactions dans l'espoir qu'une commande lui soit rapidement proposée. Configurer `archive_command` à une commande qui ne fait rien tout en renvoyant `true`, par exemple `/bin/true` (REM sur Windows), désactive l'archivage mais casse aussi la chaîne des fichiers des journaux de transactions nécessaires pour la restauration d'une archive. Cela ne doit donc être utilisé qu'en cas de circonstances inhabituelles.

`archive_timeout` (integer)

Le `archive_command` n'est appelé que pour les segments WAL remplis. De ce fait, si le serveur n'engendre que peu de trafic WAL (ou qu'il y a des périodes de plus faible activité), il se peut qu'un long moment s'écoule entre la fin d'une transaction et son archivage certain. Pour limiter l'âge des données non encore archivées, `archive_timeout` peut être configuré pour forcer le serveur à basculer périodiquement sur un nouveau segment WAL. Lorsque ce paramètre est positif, le serveur bascule sur un nouveau segment à chaque fois que `archive_timeout` secondes se sont écoulées depuis le dernier changement de segment et qu'il n'y a pas eu d'activité de la base de données, y compris un seul `CHECKPOINT`. (Augmenter `checkpoint_timeout` réduira les `CHECKPOINT` inutiles sur un système non utilisé.) Les fichiers archivés clos par anticipation suite à une bascule imposée sont toujours de la même taille que les fichiers complets. Il est donc déconseillé de configurer un temps très court pour `archive_timeout` -- cela va faire exploser la taille du stockage des archives. Un paramétrage d'`archive_timeout` de l'ordre de la minute est habituellement raisonnable. Cependant, vous devriez considérer l'utilisation de la réPLICATION en flux à la place de l'archivage si vous voulez que les données soient envoyées du serveur maître plus rapidement que cela. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

19.6. RéPLICATION

Ces paramètres contrôlent le comportement de la fonctionnalité interne de *réPLICATION en flux* (voir Section 26.2.5, « Streaming Replication »). Les serveurs seront soit maître soit esclave. Les maîtres peuvent envoyer des données alors que les esclaves sont toujours des récepteurs des données de réPLICATION. Quand la réPLICATION en cascade est utilisée (voir Section 26.2.7, « RéPLICATION en cascade »), les esclaves peuvent aussi envoyer des données en plus de les réCEPTIONNER. Les paramètres sont principalement pour les serveurs d'envoi et en standby, bien que certains n'ont un intérêt que pour le serveur maître. Les paramètres peuvent varier dans l'instance sans problèmes si cela est requis.

19.6.1. Serveurs d'envoi

Ces paramètres peuvent être configurés sur les serveur qui va envoyer les données de réPLICATION à un ou plusieurs serveurs. Le maître est toujours un serveur en envoi. Donc ces paramètres doivent être configurés sur le maître. Le rôle et la signification de ces paramètres ne changent pas après qu'un serveur standby soit devenu le serveur maître.

`max_wal_senders` (integer)

serveurs en attente (c'est-à-dire le nombre maximum de processus `walsender` en cours d'exécution). La valeur par défaut est zéro, signifiant que la réPLICATION est désactivée. Les processus `walsender` sont lancables jusqu'à atteindre le nombre total de connexions, donc ce paramètre ne peut pas être supérieur à `max_connections`. Une déconnexion abrupte d'un client de réPLICATION pourrait avoir pour effet un slot de connexion orpheline jusqu'au dépassement d'un délai, donc ce paramètre peut être configuré un peu au-dessus du nombre maximum de clients attendus pour que les clients déconnectés puissent immédiatement se reconnecter. Ce paramètre n'est configurable qu'au démarrage du serveur. `wal_level` doit être configuré au minimum à `replica` pour permettre des connexions des serveurs esclaves.

`max_replication_slots` (integer)

Indique le nombre maximum de slots de réPLICATION (voir Section 26.2.6, « Slots de réPLICATION ») que le serveur peut accepter. La valeur par défaut est zéro. Ce paramètre est seulement configurable au lancement du serveur. Le paramètre `wal_level` doit être configuré à `replica` ou supérieur pour permettre l'utilisation des slots de réPLICATION. Le configurer à une valeur plus petite que le nombre de slots de réPLICATIONS déjà existants empêchera le démarrage du serveur.

`wal_keep_segments` (integer)

Indique le nombre minimum de journaux de transactions passés à conserver dans le répertoire `pg_xlog`, au cas où un serveur en attente a besoin de les récupérer pour la réPLICATION en flux. Chaque fichier fait normalement 16 Mo. Si un serveur en attente connecté au primaire se laisse distancer par le serveur en envoi pour plus de `wal_keep_segments` fichiers, le serveur en envoi pourrait supprimer un journal de transactions toujours utile au serveur en attente, auquel cas la connexion de réPLICATION serait fermée. Les connexions en aval seront également vouées à l'échec. (Néanmoins, le serveur en attente peut continuer la restauration en récupérant le segment des archives si l'archivage des journaux de transactions est utilisé.)

Cela configure seulement le nombre minimum de fichiers à conserver dans `pg_xlog` ; le système pourrait avoir besoin de conserver plus de fichiers pour l'archivage ou pour restaurer à partir d'un `CHECKPOINT`. Si `wal_keep_segments` vaut zéro (ce qui est la valeur par défaut), le système ne conserve aucun fichier supplémentaire pour les serveurs en attente et le nombre des anciens journaux disponibles pour les serveurs en attente est seulement basé sur l'emplacement du dernier `CHECKPOINT` ainsi que sur l'état de l'archivage des journaux de transactions. Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur.

`wal_sender_timeout` (integer)

Termine les connexions de réPLICATION inactives depuis au moins ce nombre de millisecondes. C'est utile pour que le serveur en envoi détecte un arrêt brutal du serveur en standby ou un problème réseau. Une valeur de zéro désactive ce mécanisme. Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur. La valeur par défaut est de 60 secondes.

`track_commit_timestamp` (bool)

Enregistre la date et l'heure des transactions validées. Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur. La valeur par défaut est `off`.

19.6.2. Serveur maître

Ces paramètres peuvent être configurés sur le serveur maître/primaire pour envoyer des données de réPLICATION à un ou plusieurs serveurs en standby. Notez qu'en plus de ces paramètres, `wal_level` doit être configuré correctement sur le serveur maître et que l'archivage des journaux de transactions peut aussi être activé (voir Section 19.5.3, « Archivage »). Les valeurs de ces paramètres ne sont pas pris en compte sur les serveurs en standby. Il peut être intéressant de les mettre en place malgré tout en préparation de la possibilité qu'un standby devienne le maître.

`synchronous_standby_names` (string)

Precise une liste de noms de serveurs en standby acceptant une *réPLICATION synchrone*, comme décrite dans Section 26.2.8, « RéPLICATION synchrone ». À tout moment, il y aura au moins un serveur standby synchrone actif ; les transactions en attente

de validation seront autorisées à continuer après que les serveurs standbys synchrones auront confirmé la réception des données. Les standbys synchrones sont les premiers serveurs standbys nommés dans cette liste, qui sont à la fois connectés et qui récupèrent les données en temps réel (comme indiqué par l'état `streaming` dans la vue `pg_stat_replication`). Les autres serveurs standards apparaissant plus tard dans cette liste sont des serveurs standbys synchrones potentiels. Si un des serveurs standbys synchrones se déconnectent, quel qu'en soit la raison, il sera immédiatement remplacé par le prochain standby dans l'ordre des priorités. Indiquer plus qu'un nom de standby peut augmenter fortement la haute disponibilité.

Ce paramètre indique une liste de serveurs standbys en utilisant une des deux syntaxes suivantes :

```
num_sync ( nom_standby [, ...] )
nom_standby [, ...]
```

où `num_sync` est le nombre de standbys synchrones dont les transactions doivent attendre des réponses, et `nom_standby` est le nom d'un serveur secondaire (standby). Par exemple, une configuration à 3 (`s1, s2, s3, s4`) fait que les validations de transaction attendent que les enregistrements WAL soient reçus par les trois standbys de priorité haute choisis parmi les serveurs standbys `s1, s2, s3` et `s4`.

La deuxième syntaxe était utilisée avant PostgreSQL™ version 9.6 et est toujours supportée. Cela revient à la nouvelle syntaxe avec `num_sync` égal à 1. Par exemple, `1 (s1, s2)` et `s1, s2` ont la même signification : soit `s1` soit `s2` est choisi comme standby synchrone.

Dans ce cadre, le nom d'un serveur standby correspond au paramètre `application_name` du standby, qui est configurable dans `primary_conninfo` du walreceiver du standby. Il n'existe aucun paramètre pour s'assurer de l'unicité. Dans le cas où des serveurs ont le même nom, un des serveurs standby sera considéré de plus haute priorité mais il est impossible de déterminer lequel sera choisi. L'entrée spéciale `*` correspond à tout `application_name`, cela incluant le nom de l'application par défaut de `walreceiver`.



Note

Chaque `nom_standby` doit avoir la forme d'un identifiant SQL valide, sauf si `*` est utilisé. Vous pouvez utiliser des guillemets doubles si nécessaire mais notez que les `nom_standby` sont comparés au nom d'application des standbys sans faire attention à la casse, qu'ils aient des guillemets doubles ou non.

Si aucun nom de serveur en standby synchrone n'est indiqué ici, alors la réPLICATION synchrone n'est pas activée et la validation des transactions n'attendra jamais la réPLICATION. Ceci est la configuration par défaut. Même si la réPLICATION synchrone est activée, les transactions individuelles peuvent être configurées pour ne pas avoir à attendre la réPLICATION en configurant le paramètre `synchronous_commit` à `local` ou `off`.

Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur.

`vacuum_defer_cleanup_age (integer)`

Indique le nombre de transactions pour lesquelles **VACUUM** et les mises à jour HOT vont différer le nettoyage des versions de lignes mortes. La valeur par défaut est de 0 transactions. Cela signifie que les versions de lignes mortes peuvent être supprimées dès que possible, autrement dit dès qu'elles ne sont plus visibles par les transactions ouvertes. Vous pouvez configurer ce paramètre à une valeur supérieure à 0 sur un serveur primaire qui dispose de serveurs en Hot Standby comme décrit dans Section 26.5, « Hot Standby ». Ceci donne plus de temps aux requêtes des serveurs en standby pour qu'elles se terminent sans engendrer de conflits dû à un nettoyage rapide des lignes. Néanmoins, comme la valeur correspond à un nombre de transactions en écriture survenant sur le serveur primaire, il est difficile de prédire le temps additionnel que cela donne aux requêtes exécutées sur le serveur en standby. Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur.

Vous pouvez aussi configurer `hot_standby_feedback` sur les serveurs standby à la place de ce paramètre.

Ceci n'empêche pas le nettoyage des lignes mortes qui ont atteint l'âge spécifié par `old_snapshot_threshold`.

19.6.3. Serveurs standby (en attente)

Ces paramètres contrôlent le comportement d'un serveur en attente pour qu'il puisse recevoir les données de réPLICATION. Leur configuration sur le serveur maître n'a aucune importance.

`hot_standby (boolean)`

Indique si vous pouvez vous connecter et exécuter des requêtes lors de la restauration, comme indiqué dans Section 26.5, « Hot Standby ». Désactivé par défaut. Ce paramètre peut seulement être configuré au lancement du serveur. Il a un effet seulement lors de la restauration des archives ou en mode serveur en attente.

`max_standby_archive_delay (integer)`

Quand le Hot Standby est activé, ce paramètre détermine le temps maximum d'attente que le serveur esclave doit observer avant d'annuler les requêtes en lecture qui entreraient en conflit avec des enregistrements des journaux de transactions à appliquer, comme c'est décrit dans Section 26.5.2, « Gestion des conflits avec les requêtes ». `max_standby_archive_delay` est utilisé quand les données de journaux de transactions sont lues à partir des archives de journaux de transactions (et du coup accuse un certain retard par rapport au serveur maître). La valeur par défaut est de 30 secondes. L'unité est la milliseconde si cette dernière n'est pas spécifiée. Une valeur de -1 autorise le serveur en attente à attendre indéfiniment la fin d'exécution des requêtes en conflit. Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur.

Notez que `max_standby_archive_delay` ne correspond pas au temps d'exécution maximum d'une requête avant son annulation ; il s'agit plutôt du temps maximum autorisé pour enregistrer les données d'un journal de transactions. Donc, si une requête a occasionné un délai significatif au début du traitement d'un journal de transactions, les requêtes suivantes auront un délai beaucoup moins important.

`max_standby_streaming_delay` (integer)

Quand Hot Standby est activé, ce paramètre détermine le délai maximum d'attente que le serveur esclave doit observer avant d'annuler les requêtes en lecture qui entreraient en conflit avec les enregistrements de transactions à appliquer, comme c'est décrit dans Section 26.5.2, « Gestion des conflits avec les requêtes ». `max_standby_streaming_delay` est utilisé quand les données des journaux de données sont reçues via la connexion de la réPLICATION en flux. La valeur par défaut est de 30 secondes. L'unité est la milliseconde si cette dernière n'est pas spécifiée. Une valeur de -1 autorise le serveur en attente à attendre indéfiniment la fin d'exécution des requêtes en conflit. Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur.

Notez que `max_standby_streaming_delay` ne correspond pas au temps d'exécution maximum d'une requête avant son annulation ; il s'agit plutôt du temps maximum autorisé pour enregistrer les données d'un journal de transactions une fois qu'elles ont été récupérées du serveur maître. Donc, si une requête a occasionné un délai significatif au début du traitement d'un journal de transactions, les requêtes suivantes auront un délai beaucoup moins important.

`wal_receiver_status_interval` (integer)

Indique la fréquence minimale pour que le processus de réception (`walreceiver`) sur le serveur de standby envoie des informations sur la progression de la réPLICATION au serveur en envoi, où elles sont disponibles en utilisant la vue `pg_stat_replication`. Le serveur en standby renvoie la dernière position écrite dans le journal de transactions, la dernière position vidée sur disque du journal de transactions, et la dernière position rejouée. La valeur de ce paramètre est l'intervalle maximum, en secondes, entre les rapports. Les mises à jour sont envoyées à chaque fois que les positions d'écriture ou de vidding ont changées et de toute façon au moins aussi fréquemment que l'indique ce paramètre. Du coup, la position de rejeu pourrait avoir un certain retard par rapport à la vraie position. Configurer ce paramètre à zéro désactive complètement les mises à jour de statut. Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur. La valeur par défaut est de dix secondes.

`hot_standby_feedback` (boolean)

Spécifie si un serveur en Hot Standby enverra des informations au serveur en envoi sur les requêtes en cours d'exécution sur le serveur en standby. Ce paramètre peut être utilisé pour éliminer les annulations de requêtes nécessaires au nettoyage des enregistrements. Par contre, il peut causer une fragmentation plus importante sur le serveur principal pour certaines charges. Les messages d'informations ne seront pas envoyés plus fréquemment qu'une fois par `wal_receiver_status_interval`. La valeur par défaut est `off`. Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur.

Si la réPLICATION en cascade est utilisée, les informations sont passées à l'émetteur jusqu'à arriver au serveur primaire. Les serveurs en standby ne font aucun usage des informations qu'ils reçoivent, en dehors de les envoyer à leur émetteur des données de réPLICATION.

Ce paramètre ne surcharge pas le comportement de `old_snapshot_threshold` sur le primaire ; une image de la base sur le standby qui dépasse la limite d'âge du primaire peut devenir invalide, résultant en une annulation des transactions sur le standby. Ceci a pour explication que `old_snapshot_threshold` a pour but de fournir une limite absolue sur la durée où des lignes mortes peuvent contribuer à la fragmentation, qui, dans le cas contraire, pourrait être transgressé à cause de la configuration du standby.

`wal_receiver_timeout` (integer)

Termine les connexions de réPLICATION inactives depuis cette durée spécifiée en millisecondes. Ceci est utile pour que le serveur standby en réCEPTION détecte l'arrêt brutal d'un noeud primaire ou une coupure réseau. Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur. La valeur par défaut est de 60 secondes.

`wal_retrieve_retry_interval` (integer)

Indique combien de temps le serveur standby doit attendre lorsque les données des WAL ne sont pas disponibles auprès des sources habituelles (réPLICATION en continu, localement à partir de `pg_xlog` ou de l'archivage des WAL) avant d'essayer à nouveau de récupérer les WAL. Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la

ligne de commande du serveur. La valeur par défaut est de 5 secondes. Les unités sont en millisecondes si elles ne sont pas indiquées.

Ce paramètre est utile dans les configurations où un nœud en cours de restauration a besoin de contrôler le temps à attendre pour la disponibilité de nouveaux WAL. Par exemple, en mode restauration à partir des archives, il est possible d'avoir une restauration plus réactive dans la détection d'un nouveau fichier WAL en réduisant la valeur de ce paramètre. Sur un système avec une génération faible de WAL, l'augmenter réduit le nombre de requêtes nécessaires pour accéder aux WAL archivés, quelque chose utile par exemple dans les environnements cloud où le nombre de fois où l'infrastructure est accédée est pris en compte.

19.7. Planification des requêtes

19.7.1. Configuration de la méthode du planificateur

Ces paramètres de configuration fournissent une méthode brutale pour influencer les plans de requête choisis par l'optimiseur de requêtes. Si le plan choisi par défaut par l'optimiseur pour une requête particulière n'est pas optimal, une solution *temporaire* peut provenir de l'utilisation de l'un de ces paramètres de configuration pour forcer l'optimiseur à choisir un plan différent. De meilleures façons d'améliorer la qualité des plans choisis par l'optimiseur passent par l'ajustement des constantes de coût du planificateur (voir Section 19.7.2, « Constantes de coût du planificateur »), le lancement plus fréquent de ANALYZE(7), l'augmentation de la valeur du paramètre de configuration default_statistics_target et l'augmentation du nombre de statistiques récupérées pour des colonnes spécifiques en utilisant ALTER TABLE SET STATISTICS.

`enable_bitmapscan (boolean)`

Active ou désactive l'utilisation des plans de parcours de bitmap (*bitmap-scan*) par le planificateur de requêtes. Activé par défaut (on).

`enable_hashagg (boolean)`

Active ou désactive l'utilisation des plans d'agrégation hachée (*hashed aggregation*) par le planificateur. Activé par défaut (on).

`enable_hashjoin (boolean)`

Active ou désactive l'utilisation des jointures de hachage (*hash-join*) par le planificateur. Activé par défaut (on).

`enable_indexscan (boolean)`

Active ou désactive l'utilisation des parcours d'index (*index-scan*) par le planificateur. Activé par défaut (on).

`enable_indexonlyscan (boolean)`

Active ou désactive l'utilisation des parcours d'index seuls (*index-only-scan*) par le planificateur (voir Section 11.11, « Parcours d'index seul »). Activé par défaut (on).

`enable_material (boolean)`

Active ou désactive l'utilisation de la matérialisation par le planificateur. Il est impossible de supprimer complètement son utilisation mais la désactivation de cette variable permet d'empêcher le planificateur d'insérer des nœuds de matérialisation sauf dans le cas où son utilisation est obligatoire pour des raisons de justesse de résultat. Activé par défaut (on).

`enable_mergejoin (boolean)`

Active ou désactive l'utilisation des jointures de fusion (*merge-join*) par le planificateur. Activé par défaut (on).

`enable_nestloop (boolean)`

Active ou désactive l'utilisation des jointures de boucles imbriquées (*nested-loop*) par le planificateur. Il n'est pas possible de supprimer complètement les jointures de boucles imbriquées mais la désactivation de cette variable décourage le planificateur d'en utiliser une si d'autres méthodes sont disponibles. Activé par défaut (on).

`enable_seqscan (boolean)`

Active ou désactive l'utilisation des parcours séquentiels (*sequential scan*) par le planificateur. Il n'est pas possible de supprimer complètement les parcours séquentiels mais la désactivation de cette variable décourage le planificateur d'en utiliser un si d'autres méthodes sont disponibles. Activé par défaut (on).

`enable_sort (boolean)`

Active ou désactive l'utilisation des étapes de tri explicite par le planificateur. Il n'est pas possible de supprimer complètement ces tris mais la désactivation de cette variable décourage le planificateur d'en utiliser un si d'autres méthodes sont disponibles. Activé par défaut (on).

enable_tidscan (boolean)

Active ou désactive l'utilisation des parcours de TID par le planificateur. Activé par défaut (on).

19.7.2. Constantes de coût du planificateur

Les variables de *coût* décrites dans cette section sont mesurées sur une échelle arbitraire. Seules leurs valeurs relatives ont un intérêt. De ce fait, augmenter ou diminuer leurs valeurs d'un même facteur n'occasionne aucun changement dans les choix du planificateur. Par défaut, ces variables de coût sont basées sur le coût de récupération séquentielle d'une page ; c'est-à-dire que `seq_page_cost` est, par convention, positionné à 1.0 et les autres variables de coût sont configurées relativement à cette référence. Il est toutefois possible d'utiliser une autre échelle, comme les temps d'exécution réels en millisecondes sur une machine particulière.



Note

Il n'existe malheureusement pas de méthode bien définie pour déterminer les valeurs idéales des variables de coût. Il est préférable de les considérer comme moyennes sur un jeu complet de requêtes d'une installation particulière. Cela signifie que modifier ces paramètres sur la seule base de quelques expériences est très risqué.

seq_page_cost (floating point)

Initialise l'estimation faite par le planificateur du coût de récupération d'une page disque incluse dans une série de récupérations séquentielles. La valeur par défaut est 1.0. Cette valeur peut être surchargée pour les tables et index d'un tablespace spécifique en configurant le paramètre du même nom pour un tablespace (voir ALTER TABLESPACE(7)).

random_page_cost (floating point)

Initialise l'estimation faite par le planificateur du coût de récupération non-séquentielle d'une page disque. Mesurée comme un multiple du coût de récupération d'une page séquentielle, sa valeur par défaut est 4.0. Cette valeur peut être surchargée pour les tables et index d'un tablespace spécifique en configurant le paramètre du même nom pour un tablespace (voir ALTER TABLESPACE(7)).

Réduire cette valeur par rapport à `seq_page_cost` incite le système à privilégier les parcours d'index ; l'augmenter donne l'impression de parcours d'index plus coûteux. Les deux valeurs peuvent être augmentées ou diminuées concomitamment pour modifier l'importance des coûts d'entrées/sorties disque par rapport aux coûts CPU, décrits par les paramètres qui suivent.

Les accès aléatoires sur du stockage mécanique sont généralement bien plus coûteux que quatre fois un accès séquentiel. Néanmoins, une valeur plus basse est utilisée (4,0) car la majorité des accès disques aléatoires, comme les lectures d'index, est supposée survenir en cache. La valeur par défaut peut être vu comme un modèle d'accès aléatoire 40 fois plus lent que l'accès séquentiel, en supposant que 90% des lectures aléatoires se font en cache.

Si vous pensez qu'un taux de 90% est incorrect dans votre cas, vous pouvez augmenter la valeur du paramètre `random_page_cost` pour que cela corresponde mieux au coût réel d'un accès aléatoire. De la même façon, si vos données ont tendance à être entièrement en cache (par exemple quand la base de données est plus petite que la quantité de mémoire du serveur), diminuer `random_page_cost` peut être approprié. Le stockage qui a un coût de lecture aléatoire faible par rapport à du séquentiel (par exemple les disques SSD) peut aussi être mieux tenu en compte avec une valeur plus faible pour `random_page_cost`.



Astuce

Bien que le système permette de configurer `random_page_cost` à une valeur inférieure à celle de `seq_page_cost`, cela n'a aucun intérêt. En revanche, les configurer à des valeurs identiques prend tout son sens si la base tient entièrement dans le cache en RAM. En effet, dans ce cas, il n'est pas pénalisant d'atteindre des pages qui ne se suivent pas. De plus, dans une base presque entièrement en cache, ces valeurs peuvent être abaissées relativement aux paramètres CPU car le coût de récupération d'une page déjà en RAM est bien moindre à celui de sa récupération sur disque.

cpu_tuple_cost (floating point)

Initialise l'estimation faite par le planificateur du coût de traitement de chaque ligne lors d'une requête. La valeur par défaut est 0.01.

cpu_index_tuple_cost (floating point)

Initialise l'estimation faite par le planificateur du coût de traitement de chaque entrée de l'index lors d'un parcours d'index. La

valeur par défaut est 0.005.

`cpu_operator_cost` (floating point)

Initialise l'estimation faite par le planificateur du coût de traitement de chaque opérateur ou fonction exécutée dans une requête. La valeur par défaut est 0.0025.

`parallel_setup_cost` (floating point)

Configure le coût estimé par l'optimiseur pour le lancement de processus de travail parallèle. La valeur par défaut est 1000.

`parallel_tuple_cost` (floating point)

Configure le coût estimé par l'optimiseur pour le transfert d'une ligne d'un processus de travail parallèle à un autre. La valeur par défaut est 0,1.

`min_parallel_relation_size` (integer)

Configure la taille minimale d'une relation pour qu'elle soit considérée pour un parcours parallèle. La valeur par défaut est 8 Mo (8MB).

`effective_cache_size` (integer)

Initialise l'estimation faite par le planificateur de la taille réelle du cache disque disponible pour une requête. Ce paramètre est lié à l'estimation du coût d'utilisation d'un index ; une valeur importante favorise les parcours d'index, une valeur faible les parcours séquentiels. Pour configurer ce paramètre, il est important de considérer à la fois les tampons partagés de PostgreSQL™ et la portion de cache disque du noyau utilisée pour les fichiers de données de PostgreSQL™. Il faut également tenir compte du nombre attendu de requêtes concurrentes sur des tables différentes car elles partagent l'espace disponible. Ce paramètre n'a pas d'influence sur la taille de la mémoire partagée allouée par PostgreSQL™, et ne réserve pas non plus le cache disque du noyau ; il n'a qu'un rôle estimatif. Le système ne suppose pas non plus que les données restent dans le cache du disque entre des requêtes. La valeur par défaut est de 4 Go.

19.7.3. Optimiseur génétique de requêtes

L'optimiseur génétique de requête (GEQO) est un algorithme qui fait la planification d'une requête en utilisant une recherche heuristique. Cela réduit le temps de planification pour les requêtes complexes (celles qui joignent de nombreuses relations), au prix de plans qui sont quelques fois inférieurs à ceux trouvés par un algorithme exhaustif. Pour plus d'informations, voir Chapitre 58, Optimiseur génétique de requêtes (*Genetic Query Optimizer*).

`geqo` (boolean)

Active ou désactive l'optimisation génétique des requêtes. Activé par défaut. Il est généralement préférable de ne pas le désactiver sur un serveur en production. La variable `geqo_threshold` fournit un moyen plus granulaire de désactiver le GEQO.

`geqo_threshold` (integer)

L'optimisation génétique des requêtes est utilisée pour planifier les requêtes si, au minimum, ce nombre d'éléments est impliqué dans la clause FROM (une construction FULL OUTER JOIN ne compte que pour un élément du FROM). La valeur par défaut est 12. Pour des requêtes plus simples, il est préférable d'utiliser le planificateur standard, à recherche exhaustive. Par contre, pour les requêtes avec un grand nombre de tables, la recherche exhaustive prend trop de temps, souvent plus de temps que la pénalité à l'utilisation d'un plan non optimal. Du coup, une limite sur la taille de la requête est un moyen simple de gérer l'utilisation de GEQO.

`geqo_effort` (integer)

Contrôle le compromis entre le temps de planification et l'efficacité du plan de requête dans GEQO. Cette variable est un entier entre 1 et 10. La valeur par défaut est de cinq. Des valeurs plus importantes augmentent le temps passé à la planification de la requête mais aussi la probabilité qu'un plan de requête efficace soit choisi.

`geqo_effort` n'a pas d'action directe ; il est simplement utilisé pour calculer les valeurs par défaut des autres variables influençant le comportement de GEQO (décris ci-dessous). Il est également possible de les configurer manuellement.

`geqo_pool_size` (integer)

Contrôle la taille de l'ensemble utilisé par GEQO. C'est-à-dire le nombre d'individus au sein d'une population génétique. Elle doit être au minimum égale à deux, les valeurs utiles étant généralement comprises entre 100 et 1000. Si elle est configurée à zéro (valeur par défaut), alors une valeur convenable est choisie en fonction de `geqo_effort` et du nombre de tables dans la requête.

`geqo_generations` (integer)

Contrôle le nombre de générations utilisées par GEQO. C'est-à-dire le nombre d'itérations de l'algorithme. Il doit être au minimum de un, les valeurs utiles se situant dans la même plage que la taille de l'ensemble. S'il est configuré à zéro (valeur par dé-

faut), alors une valeur convenable est choisie en fonction de `geqo_pool_size`.

`geqo_selection_bias` (floating point)

Contrôle le biais de sélection utilisé par GEQO. C'est-à-dire la pression de sélectivité au sein de la population. Les valeurs s'étendent de 1.50 à 2.00 (valeur par défaut).

`geqo_seed` (floating point)

Contrôle la valeur initiale du générateur de nombres aléatoires utilisé par GEQO pour sélectionner des chemins au hasard dans l'espace de recherche des ordres de jointures. La valeur peut aller de zéro (valeur par défaut) à un. Varier la valeur modifie l'ensemble des chemins de jointure explorés et peut résulter en des chemins meilleurs ou pires.

19.7.4. Autres options du planificateur

`default_statistics_target` (integer)

Initialise la cible de statistiques par défaut pour les colonnes de table pour lesquelles aucune cible de colonne spécifique n'a été configurée via **ALTER TABLE SET STATISTICS**. Des valeurs élevées accroissent le temps nécessaire à l'exécution d'**ANALYZE** mais peuvent permettre d'améliorer la qualité des estimations du planificateur. La valeur par défaut est 100. Pour plus d'informations sur l'utilisation des statistiques par le planificateur de requêtes, se référer à la Section 14.2, « Statistiques utilisées par le planificateur ».

`constraint_exclusion` (enum)

Contrôle l'utilisation par le planificateur de requête des contraintes pour optimiser les requêtes. Les valeurs autorisées de `constraint_exclusion` sont `on` (examiner les contraintes pour toutes les tables), `off` (ne jamais examiner les contraintes) et `partition` (n'examiner les contraintes que pour les tables enfants d'un héritage et pour les sous-requêtes UNION ALL). `partition` est la valeur par défaut. C'est souvent utilisé avec l'héritage et les tables partitionnées pour améliorer les performances.

Quand ce paramètre l'autorise pour une table particulière, le planificateur compare les conditions de la requête avec les contraintes CHECK sur la table, et omet le parcourt des tables pour lesquelles les conditions contredisent les contraintes. Par exemple :

```
CREATE TABLE parent(clef integer, ...);
CREATE TABLE fils1000(check (clef between 1000 and 1999)) INHERITS(parent);
CREATE TABLE fils2000(check (clef between 2000 and 2999)) INHERITS(parent);
...
SELECT * FROM parent WHERE clef = 2400;
```

Avec l'activation de l'exclusion par contraintes, ce **SELECT** ne parcourt pas fils1000, ce qui améliore les performances.

À l'heure actuelle, l'exclusion de contraintes est activée par défaut seulement pour les cas qui sont souvent utilisés pour implémenter le partitionnement de tables. L'activer pour toutes les tables impose un surcoût pour la planification qui est assez mesurable pour des requêtes simples, et le plus souvent n'apportera aucun bénéfice aux requêtes simples. Si vous n'avez pas de tables partitionnées, vous voudrez peut-être le désactiver entièrement.

Reportez vous à Section 5.10.4, « Partitionnement et exclusion de contrainte » pour plus d'informations sur l'utilisation d'exclusion de contraintes et du partitionnement.

`cursor_tuple_fraction` (floating point)

Positionne la fraction, estimée par le planificateur, d'enregistrements d'un curseur qui sera récupérée. La valeur par défaut est 0.1. Des valeurs plus petites de ce paramètre rendent le planificateur plus enclin à choisir des plans à démarrage rapide (« fast start »), qui récupèreront les premiers enregistrements rapidement, tout en mettant peut être un temps plus long à récupérer tous les enregistrements. Des valeurs plus grandes mettent l'accent sur le temps total estimé. À la valeur maximum 1.0 du paramètre, les curseurs sont planifiés exactement comme des requêtes classiques, en ne prenant en compte que le temps total estimé et non la vitesse à laquelle les premiers enregistrements seront fournis.

`from-collapse_limit` (integer)

Le planificateur assemble les sous-requêtes dans des requêtes supérieures si la liste FROM résultante contient au plus ce nombre d'éléments. Des valeurs faibles réduisent le temps de planification mais conduisent à des plans de requêtes inférieurs. La valeur par défaut est de 8. Pour plus d'informations, voir Section 14.3, « Contrôler le planificateur avec des clauses JOIN explicites ».

Configurer cette valeur à `geqo_threshold` ou plus pourrait déclencher l'utilisation du planificateur GEQO, ce qui pourrait aboutir à la génération de plans non optimaux. Voir Section 19.7.3, « Optimiseur génétique de requêtes ».

`join-collapse_limit` (integer)

Le planificateur réécrit les constructions JOIN explicites (à l'exception de FULL JOIN) en une liste d'éléments FROM à chaque fois qu'il n'en résulte qu'une liste ne contenant pas plus de ce nombre d'éléments. Des valeurs faibles réduisent le temps de planification mais conduisent à des plans de requêtes inférieurs.

Par défaut, cette variable a la même valeur que `fromCollapse_limit`, valeur adaptée à la plupart des utilisations. Configurer cette variable à 1 empêche le réordonnancement des JOINtures explicites. De ce fait, l'ordre des jointures explicites indiqué dans la requête est l'ordre réel dans lequel les relations sont jointes. Le planificateur de la requête ne choisit pas toujours l'ordre de jointure optimal ; les utilisateurs aguerris peuvent choisir d'initialiser temporairement cette variable à 1 et d'indiquer explicitement l'ordre de jointure souhaité. Pour plus d'informations, voir Section 14.3, « Contrôler le planificateur avec des clauses JOIN explicites ».

Configurer cette valeur à `geqo_threshold` ou plus pourrait déclencher l'utilisation du planificateur GEQO, ce qui pourrait aboutir à la génération de plans non optimaux. Voir Section 19.7.3, « Optimiseur génétique de requêtes ».

`force_parallel_mode` (enum)

Autorise l'utilisation de requêtes parallélisées pour des raisons de test y compris dans des cas où aucune amélioration des performances n'est attendue. Les valeurs autorisées de `force_parallel_mode` sont `off` (utilise le mode parallèle seulement quand une amélioration des performances est attendue), `on` (force la parallélisation de toutes les requêtes qui sont parallélisables) et `regress` (identique à `on`, mais avec un comportement supplémentaire expliqué ci-dessous).

Plus spécifiquement, configurer cette valeur à `on` ajoutera un noeud `Gather` au-dessus de tout plan d'exécution pour lequel cela semble sain, permettant ainsi à la requête d'être exécuté par un processus parallélisé. Même si un processus parallélisé n'est pas disponible ou ne peut pas être utilisé, les opérations, telles que le démarrage d'une sous-transaction qui serait interdite dans un contexte de parallélisation d'une requête, seront interdites sauf si le planificateur pense que cela ferait échouer la requête. Si des échecs ou des résultats inattendus surviennent avec cette option activée, certaines fonctions utilisées par cette requête devraient être marquées `PARALLEL UNSAFE` (ou potentiellement `PARALLEL RESTRICTED`).

Configurer ce paramètre à `regress` a les mêmes effets que le configurer à `on` avec quelques effets supplémentaires ayant pour but de faciliter le test automatique de regressions. Habituellement, les messages d'un processus parallèle incluent une ligne de contexte le précisant, mais une configuration de ce paramètre à la valeur `regress` supprime cette ligne pour que la sortie soit identique à une sortie pour une exécution non parallélisée. De plus, les noeuds `Gather` ajoutés au plan par ce paramètre sont cachés dans la sortie `EXPLAIN` pour que la sortie corresponde à ce qui serait obtenue si ce paramètre était désactivé (valeur `off`).

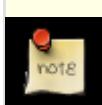
19.8. Remonter et tracer les erreurs

19.8.1. Où tracer

`log_destination` (string)

PostgreSQL™ supporte plusieurs méthodes pour la journalisation des messages du serveur, dont `stderr`, `csvlog` et `syslog`. Sur Windows, `eventlog` est aussi supporté. Ce paramètre se configure avec la liste des destinations souhaitées séparées par des virgules. Par défaut, les traces ne sont dirigées que vers `stderr`. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

Si `csvlog` est la valeur de `log_destination`, les entrées du journal applicatif sont enregistrées dans le format CSV (« comma separated value »), ce qui est bien pratique pour les charger dans des programmes. Voir Section 19.8.4, « Utiliser les journaux au format CSV » pour les détails. `logging_collector` doit être activé pour produire des journaux applicatifs au format CSV.



Note

Sur la plupart des systèmes Unix, il est nécessaire de modifier la configuration du démon syslog pour utiliser l'option `syslog` de `log_destination`. PostgreSQL™ peut tracer dans les niveaux syslog LOCAL0 à LOCAL7 (voir `syslog_facility`) mais la configuration par défaut de syslog sur la plupart des plateformes ignore de tels messages. Il faut ajouter une ligne similaire à :

```
local0.*      /var/log/postgresql
```

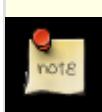
dans le fichier de configuration de syslog pour obtenir ce type de journalisation.

Sur Windows, quand vous utilisez l'option `eventlog` pour `log_destination`, vous devez enregistrer une source d'événement et sa bibliothèque avec le système d'exploitation, pour que le visualisateur des événements

Windows puisse affiche correctement les traces. Voir Section 18.11, « Enregistrer le journal des événements sous Windows » pour les détails.

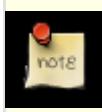
`logging_collector` (boolean)

Ce paramètre active le collecteur de traces (*logging collector*), qui est un processus en tâche de fond capturant les traces envoyées sur `stderr` et les enregistrant dans des fichiers. Cette approche est souvent plus utile que la journalisation avec `syslog`, car certains messages peuvent ne pas apparaître dans `syslog`. (Un exemple standard concerne les messages d'échec de l'édition dynamique ; un autre concerne les messages d'erreurs produits par les scripts comme `archive_command`.) Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.



Note

Il est possible de tracer sur `stderr` sans utiliser le collecteur de traces. Les messages iront à l'endroit où est redirigé la sortie des erreurs (`stderr`) du système. Néanmoins, cette méthode est seulement acceptable pour les petits volumes de traces car il ne fournit pas de moyens corrects pour gérer la rotation des fichiers de traces. Ainsi, sur certaines plateformes n'utilisant pas le collecteur des traces, cela peut avoir pour résultat la perte ou la corruption des traces, notamment si plusieurs processus écrivent en même temps dans le même fichier de traces, écrasant ainsi les traces des autres processus.



Note

Le collecteur des traces est conçu pour ne jamais perdre de messages. Cela signifie que, dans le cas d'une charge extrêmement forte, les processus serveur pourraient se trouver bloqués lors de l'envoi de messages de trace supplémentaires. Le collecteur pourrait accumuler dans ce cas du retard. `syslog` préfère supprimer des messages s'il ne peut pas les écrire. Il pourrait donc ne pas récupérer certains messages dans ces cas mais il ne bloquera pas le reste du système.

`log_directory` (string)

Lorsque `logging_collector` est activé, ce paramètre détermine le répertoire dans lequel les fichiers de trace sont créés. Il peut s'agir d'un chemin absolu ou d'un chemin relatif au répertoire des données du cluster. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande. La valeur par défaut est `pg_log`.

`log_filename` (string)

Lorsque `logging_collector` est activé, ce paramètre indique les noms des journaux applicatifs créés. La valeur est traitée comme un motif `strftime`. Ainsi les échappements `%` peuvent être utilisés pour indiquer des noms de fichiers horodatés. (S'il y a des échappements `%` dépendant des fuseaux horaires, le calcul se fait dans le fuseau précisé par `log_timezone`.) Les échappements `%` supportés sont similaires à ceux listés dans la spécification de `strftime` par l'Open Group. Notez que la fonction `strftime` du système n'est pas utilisée directement, ce qui entraîne que les extensions spécifiques à la plateforme (non-standard) ne fonctionneront pas.

Si vous spécifiez un nom de fichier sans échappements, vous devriez prévoir d'utiliser un utilitaire de rotation des journaux pour éviter le risque de remplir le disque entier. Dans les versions précédentes à 8.4, si aucun échappement `%` n'était présent, PostgreSQL™ aurait ajouté l'epoch de la date de création du nouveau journal applicatif mais ce n'est plus le cas.

Si la sortie au format CSV est activée dans `log_destination`, `.csv` est automatiquement ajouté au nom du journal horodaté. (Si `log_filename` se termine en `.log`, le suffixe est simplement remplacé.)

Ce paramètre ne peut être positionné que dans le fichier `postgresql.conf` ou en ligne de commande. La valeur par défaut est `postgresql-%Y-%m-%d_%H%M%S.log`.

`log_file_mode` (integer)

Sur les systèmes Unix, ce paramètre configure les droits pour les journaux applicatifs quand `logging_collector` est activé. (Sur Microsoft Windows, ce paramètre est ignoré.) La valeur de ce paramètre doit être un mode numérique spécifié dans le format accepté par les appels systèmes `chmod` et `umask`. (Pour utiliser le format octal, ce nombre doit être précédé d'un zéro, 0.)

Les droits par défaut sont 0600, signifiant que seul l'utilisateur qui a lancé le serveur peut lire ou écrire les journaux applicatifs. Un autre paramétrage habituel est 0640, permettant aux membres du groupe propriétaire de lire les fichiers. Notez néanmoins que pour utiliser ce paramètre, vous devez modifier `log_directory` pour enregistrer les fichiers en dehors du répertoire des données de l'instance. Dans ce cas, il est déconseillé de rendre les journaux applicatifs lisibles par tout le monde car ils pourraient contenir des données sensibles.

Ce paramètre ne peut être positionné que dans le fichier `postgresql.conf` ou en ligne de commande.

log_rotation_age (integer)

Lorsque `logging_collector` est activé, ce paramètre détermine la durée de vie maximale (en minutes) d'un journal individuel. Passé ce délai, un nouveau journal est créé. Initialiser ce paramètre à zéro désactive la création en temps compté de nouveaux journaux. Ce paramètre ne peut qu'être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

log_rotation_size (integer)

Lorsque `logging_collector` est activé, ce paramètre détermine la taille maximale (en kilooctets) d'un journal individuel. Passé cette taille, un nouveau journal est créé. Initialiser cette taille à zéro désactive la création en taille comptée de nouveaux journaux. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

log_truncate_on_rotation (boolean)

Lorsque `logging_collector` est activé, ce paramètre impose à PostgreSQL™ de vider (écraser), plutôt qu'ajouter à, tout fichier journal dont le nom existe déjà. Toutefois, cet écrasement ne survient qu'à partir du moment où un nouveau fichier doit être ouvert du fait d'une rotation par temps compté, et non pas à la suite du démarrage du serveur ou d'une rotation par taille comptée. Si ce paramètre est désactivé (off), les traces sont, dans tous les cas, ajoutées aux fichiers qui existent déjà.

Par exemple, si ce paramètres est utilisé en combinaison avec un `log_filename` tel que `postgresql-%H.log`, il en résulte la génération de 24 journaux (un par heure) écrasés de façon cyclique.

Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

Exemple : pour conserver sept jours de traces, un fichier par jour nommé `server_log.Mon`, `server_log.Tue`, etc. et écraser automatiquement les traces de la semaine précédente avec celles de la semaine courante, on positionne `log_filename` à `server_log.%a`, `log_truncate_on_rotation` à `on` et `log_rotation_age` à `1440`.

Exemple : pour conserver 24 heures de traces, un journal par heure, toute en effectuant la rotation plus tôt si le journal dépasse 1 Go, on positionne `log_filename` à `server_log.%H%M`, `log_truncate_on_rotation` à `on`, `log_rotation_age` à `60` et `log_rotation_size` à `1000000`. Inclure `%M` dans `log_filename` permet à toute rotation par taille comptée qui survient d'utiliser un nom de fichier distinct du nom initial horodaté.

syslog_facility (enum)

Lorsque les traces syslog sont activées, ce paramètre fixe le niveau (« facility ») utilisé par syslog. Les différentes possibilités sont `LOCAL0`, `LOCAL1`, `LOCAL2`, `LOCAL3`, `LOCAL4`, `LOCAL5`, `LOCAL6`, `LOCAL7` ; `LOCAL0` étant la valeur par défaut. Voir aussi la documentation du démon syslog du serveur. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

syslog_ident (string)

Si syslog est activé, ce paramètre fixe le nom du programme utilisé pour identifier les messages PostgreSQL™ dans les traces de syslog. La valeur par défaut est `postgres`. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

syslog_sequence_numbers (boolean)

Lorsque les traces ont pour destination syslog et que ce paramètre vaut `on` (c'est la valeur par défaut), alors chaque message est préfixé par un numéro de séquence en constante augmentation (par exemple [2]). Ceci permet d'éviter la suppression du type « --- last message repeated N times --- » qu'un grand nombre d'implémentations de syslog réalisent par défaut. Dans les implémentations plus modernes de syslog, la suppression des messages répétés peut être configurée (par exemple, `$RepeatedMsgReduction` dans rsyslog™), ce paramètre pourrait ne plus être nécessaire. De plus, vous pouvez désactiver cette fonction si vous voulez vraiment supprimer des messages répétés

Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur.

syslog_split_messages (boolean)

Lorsque les traces ont pour destination syslog, ce paramètre détermine comment les messages sont délivrées à syslog. Si ce paramètre vaut `on` (ce qui correspond à la valeur par défaut), les messages sont divisés en ligne, et les longues lignes sont divisées pour qu'elles tiennent sur 1024 octets, qui est la limite typique en taille pour les implémentations syslog traditionnelles. Si ce paramètre est à `off`, les messages du serveur PostgreSQL sont délivrés au service syslog tel quel, et c'est au service syslog de se débrouiller avec les messages potentiellement gros.

Si syslog enregistre au final les messages dans un fichier texte, alors l'effet sera le même de toute façon et il est préférable de laisser ce paramètre à la valeur `on` car la plupart des implémentations syslog ne peuvent pas gérer de grands messages ou auraient besoin d'être configurés spécialement pour les gérer. Si syslog écrit au final dans un autre média, il pourrait être nécessaire ou utile de conserver les messages dans un ensemble logique.

Ce paramètre peut seulement être configuré dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur.

`event_source` (string)

Si la journalisation applicative se fait au travers du journal des événements (event log), ce paramètre détermine le nom du programme utilisé pour identifier les messages de PostgreSQL™ dans la trace. La valeur par défaut est PostgreSQL. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

19.8.2. Quand tracer

`client_min_messages` (enum)

Contrôle les niveaux de message envoyés au client. Les valeurs valides sont DEBUG5, DEBUG4, DEBUG3, DEBUG2, DEBUG1, LOG, NOTICE, WARNING, ERROR, FATAL, et PANIC. Chaque niveau inclut tous les niveaux qui le suivent. Plus on progresse dans la liste, plus le nombre de messages envoyés est faible. NOTICE est la valeur par défaut. LOG a ici une portée différente de celle de `log_min_messages`.

`log_min_messages` (enum)

Contrôle les niveaux de message écrits dans les traces du serveur. Les valeurs valides sont DEBUG5, DEBUG4, DEBUG3, DEBUG2, DEBUG1, INFO, NOTICE, WARNING, ERROR, LOG, FATAL et PANIC. Chaque niveau inclut tous les niveaux qui le suivent. Plus on progresse dans la liste, plus le nombre de messages envoyés est faible. WARNING est la valeur par défaut. LOG a ici une portée différente de celle de `client_min_messages`. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier la valeur de ce paramètre.

`log_min_error_statement` (enum)

Contrôle si l'instruction SQL à l'origine d'une erreur doit être enregistrée dans les traces du serveur. L'instruction SQL en cours est incluse dans les traces pour tout message de严重性 indiquée ou supérieure. Les valeurs valides sont DEBUG5, DEBUG4, DEBUG3, DEBUG2, DEBUG1, INFO, NOTICE, WARNING, ERROR, LOG, FATAL et PANIC. ERROR est la valeur par défaut, ce qui signifie que les instructions à l'origine d'erreurs, de messages applicatifs, d'erreurs fatales ou de paniques sont tracées. Pour réellement désactiver le traçage des instructions échouées, ce paramètre doit être positionné à PANIC. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier la valeur de ce paramètre.

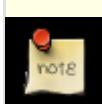
`log_min_duration_statement` (integer)

Trace la durée de toute instruction terminée dont le temps d'exécution égale ou dépasse ce nombre de millisecondes. Positionné à zéro, les durées de toutes les instructions sont tracées. -1 (valeur par défaut) désactive ces traces.

Par exemple, si le paramètre est positionné à 250ms, alors toutes les instructions SQL dont la durée est supérieure ou égale à 250 ms sont tracées.

Il est utile d'activer ce paramètre pour tracer les requêtes non optimisées des applications. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier cette configuration.

Pour les clients utilisant le protocole de requêtage étendu, les durées des étapes Parse (analyse), Bind (lien) et Execute (exécution) sont tracées indépendamment.



Note

Lorsque cette option est utilisée avec `log_statement`, le texte des instructions tracées du fait de `log_statement` n'est pas répété dans le message de trace de la durée. Si syslog n'est pas utilisé, il est recommandé de tracer le PID ou l'ID de session à l'aide de `log_line_prefix` de façon à pouvoir lier le message de l'instruction au message de durée par cet identifiant.

Tableau 19.1, « Niveaux de严重性 des messages » explique les niveaux de严重性 des messages utilisés par PostgreSQL™. Si la journalisation est envoyée àsyslog ou à l'eventlog de Windows, les niveaux de严重性 sont traduits comme indiqué ci-dessous.

Tableau 19.1. Niveaux de严重性 des messages

Sévérité	Usage	syslog	eventlog
DEBUG1 .. DEBUG5	Fournit des informations successivement plus détaillées à destination des développeurs.	DEBUG	INFORMATION
INFO	Fournit des informations impli-	INFO	INFORMATION

Sévérité	Usage	syslog	eventlog
	citements demandées par l'utilisateur, par exemple la sortie de VACUUM VERBOSE .		
NOTICE	Fournit des informations éventuellement utiles aux utilisateurs, par exemple la troncature des identifiants longs.	NOTICE	INFORMATION
WARNING	Fournit des messages d'avertissement sur d'éventuels problèmes. Par exemple, un COMMIT en dehors d'un bloc de transaction.	NOTICE	WARNING
ERROR	Rapporte l'erreur qui a causé l'annulation de la commande en cours.	WARNING	ERROR
LOG	Rapporte des informations à destination des administrateurs. Par exemple, l'activité des points de vérification.	INFO	INFORMATION
FATAL	Rapporte l'erreur qui a causé la fin de la session en cours.	ERR	ERROR
PANIC	Rapporte l'erreur qui a causé la fin de toutes les sessions.	CRIT	ERROR

19.8.3. Que tracer

`application_name (string)`

Le paramètre `application_name` peut être tout chaîne de moins de NAMEDATALEN caractères (64 caractères après une compilation standard). Il est typiquement configuré lors de la connexion d'une application au serveur. Le nom sera affiché dans la vue `pg_stat_activity` et inclus dans les traces du journal au format CSV. Il peut aussi être inclus dans les autres formats de traces en configurant le paramètre `log_line_prefix`. Tout caractère ASCII affichable peut être utilisé. Les autres caractères seront remplacés par des points d'interrogation (?).

`debug_print_parse (boolean), debug_print_rewritten (boolean), debug_print_plan (boolean)`

Ces paramètres activent plusieurs sorties de débogage. Quand positionnés, il affichent l'arbre d'interprétation résultant, la sortie de la réécriture de requête, ou le plan d'exécution pour chaque requête exécutée. Ces messages sont émis au niveau de trace `LOG`, par conséquent ils apparaîtront dans le journal applicatif du serveur, mais ne seront pas envoyés au client. Vous pouvez changer cela en ajustant `client_min_messages` et/ou `log_min_messages`. Ces paramètres sont désactivés par défaut.

`debug_pretty_print (boolean)`

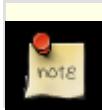
Quand positionné, `debug_pretty_print` indente les messages produits par `debug_print_parse`, `debug_print_rewritten`, ou `debug_print_plan`. Le résultat est une sortie plus lisible mais plus verbosse que le format « compact » utilisé quand ce paramètre est à off. La valeur par défaut est 'on'.

`log_checkpoints (boolean)`

Trace les points de vérification and restartpoints dans les journaux applicatifs. Diverses statistiques sont incluses dans les journaux applicatifs, dont le nombre de tampons écrits et le temps passé à les écrire. Désactivé par défaut, ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

`log_connections (boolean)`

Trace chaque tentative de connexion sur le serveur, ainsi que la réussite de l'authentification du client. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre au démarrage d'une session, et il ne peut pas être changé du tout à l'intérieur d'une session. La valeur par défaut est off.



Note

Quelques programmes clients, comme `psql`, tentent de se connecter deux fois pour déterminer si un mot de

pas est nécessaire, des messages « connection received » dupliqués n'indiquent donc pas forcément un problème.

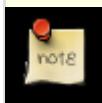
`log_disconnections` (boolean)

Entraîne l'enregistrement dans les traces du serveur de la fin des sessions. Les sorties des traces fournissent une information similaire à `log_connections`, plus la durée de la session. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre au démarrage d'une session, et il ne peut pas être changé du tout à l'intérieur d'une session. La valeur par défaut est `off`.

`log_duration` (boolean)

Trace la durée de toute instruction exécutée. Désactivé par défaut (`off`), seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

Pour les clients utilisant le protocole de requêtage étendu, les durées des étapes Parse (analyse), Bind (lien) et Execute (exécution) sont tracées indépendamment.



Note

À la différence de `log_min_duration_statement`, ce paramètre ne force pas le traçage du texte des requêtes. De ce fait, si `log_duration` est activé (`on`) et que `log_min_duration_statement` a une valeur positive, toutes les durées sont tracées mais le texte de la requête n'est inclus que pour les instructions qui dépassent la limite. Ce comportement peut être utile pour récupérer des statistiques sur les installations à forte charge.

`log_error_verbosity` (enum)

Contrôle la quantité de détails écrit dans les traces pour chaque message tracé. Les valeurs valides sont `TERSE`, `DEFAULT` et `VERBOSE`, chacun ajoutant plus de champs aux messages affichés. `TERSE` exclut des traces les informations de niveau `DETAIL`, `HINT`, `QUERY` et `CONTEXT`. La sortie `VERBOSE` inclut le code d'erreur `SQLSTATE` (voir aussi Annexe A, Codes d'erreurs de PostgreSQL™), le nom du code source, le nom de la fonction et le numéro de la ligne qui a généré l'erreur. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

`log_hostname` (boolean)

Par défaut, les traces de connexion n'affichent que l'adresse IP de l'hôte se connectant. Activer ce paramètre permet de tracer aussi le nom de l'hôte. En fonction de la configuration de la résolution de nom d'hôte, les performances peuvent être pénalisées. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

`log_line_prefix` (string)

Il s'agit d'une chaîne de style `printf` affichée au début de chaque ligne de trace. Les caractères % débutent des « séquences d'échappement » qui sont remplacées avec l'information de statut décrite ci-dessous. Les échappements non reconnus sont ignorés. Les autres caractères sont copiés directement dans la trace. Certains échappements ne sont reconnus que par les processus de session et seront traités comme vide par les processus en tâche de fond tels que le processus principal du serveur. L'information de statut pourrait être alignée soit à gauche soit à droite en indiquant un nombre après le signe pourcent et avant l'option. Une valeur négative implique un alignement à droite par ajout d'espaces alors qu'une valeur positive est pour un alignement à gauche. L'alignement peut être utile pour aider à la lecture des fichiers de trace. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande. La valeur par défaut est une chaîne vide.

Échappement	Produit	Session seule
<code>%a</code>	Nom de l'application	yes
<code>%u</code>	Nom de l'utilisateur	oui
<code>%d</code>	Nom de la base de données	oui
<code>%r</code>	Nom ou adresse IP de l'hôte distant et port distant	oui
<code>%h</code>	Nom d'hôte distant ou adresse IP	oui
<code>%p</code>	ID du processus	non
<code>%t</code>	Estampille temporelle sans millisecondes	non
<code>%m</code>	Estampille temporelle avec millisecondes	non
<code>%n</code>	Estampille temporelle avec millisecondes (sous la forme d'un epoch Unix)	non
<code>%i</code>	Balise de commande : type de commande	oui
<code>%e</code>	code d'erreur correspondant à l'état SQL	no

Échappement	Produit	Session seule
%c	ID de session : voir ci-dessous	non
%l	Numéro de la ligne de trace de chaque session ou processus, commençant à 1	non
%s	Estampille temporelle du lancement du processus	oui
%v	Identifiant virtuel de transaction (backendID/localXID)	no
%x	ID de la transaction (0 si aucune affectée)	non
%q	Ne produit aucune sortie, mais indique aux autres processus de stopper à cet endroit de la chaîne. Ignoré par les processus de session.	non
%%	%	non

L'échappement %c affiche un identifiant de session quasi-unique constitué de deux nombres hexadécimaux sur quatre octets (sans les zéros initiaux) et séparés par un point. Les nombres représentent l'heure de lancement du processus et l'identifiant du processus, %c peut donc aussi être utilisé comme une manière de raccourcir l'affichage de ces éléments. Par exemple, pour générer l'identifiant de session à partir de pg_stat_activity, utilisez cette requête :

```
SELECT to_hex(trunc(EXTRACT(EPOCH FROM backend_start))::integer) || '.' ||
       to_hex(pid)
FROM pg_stat_activity;
```

Astuce



Si log_line_prefix est différent d'une chaîne vide, il est intéressant d'ajouter une espace en fin de chaîne pour créer une séparation visuelle avec le reste de la ligne. Un caractère de ponctuation peut aussi être utilisé.

Astuce



syslog produit ses propres informations d'horodatage et d'identifiant du processus. Ces échappements n'ont donc peu d'intérêt avec syslog.

log_lock_waits (boolean)

Contrôle si une trace applicative est écrite quand une session attend plus longtemps que deadlock_timeout pour acquérir un verrou. Ceci est utile pour déterminer si les attentes de verrous sont la cause des pertes de performance. Désactivé (off) par défaut. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier cette configuration.

log_statement (enum)

Contrôle les instructions SQL à tracer. Les valeurs valides sont none (off), ddl, mod et all (toutes les instructions). ddl trace toutes les commandes de définition comme CREATE, ALTER et DROP. mod trace toutes les instructions ddl ainsi que les instructions de modification de données INSERT, UPDATE, DELETE, TRUNCATE et COPY FROM. Les instructions PREPARE, EXECUTE et EXPLAIN ANALYZE sont aussi tracées si la commande qui les contient est d'un type approprié. Pour les clients utilisant le protocole de requêtage étendu, la trace survient quand un message Execute est reçu et les valeurs des paramètres de Bind sont incluses (avec doublement de tout guillemet simple embarqué).

La valeur par défaut est none. Seuls les superutilisateurs peuvent changer ce paramétrage.

Note



Les instructions qui contiennent de simples erreurs de syntaxe ne sont pas tracées même si log_statement est positionné à all car la trace n'est émise qu'après qu'une analyse basique soit réalisée pour déterminer le type d'instruction. Dans le cas du protocole de requêtage étendu, ce paramètre ne trace pas les instructions qui échouent avant la phase Execute (c'est-à-dire pendant l'analyse et la planification). log_min_error_statement doit être positionné à ERROR pour tracer ce type d'instructions.

log_rePLICATION_commands (boolean)

A pour effet d'enregistrer dans le fichier des traces du serveur chaque commande de réPLICATION. Voir Section 51.4, « Protocole de réPLICATION en continu » pour plus d'informations à propos des commandes de réPLICATION. La valeur par défaut est off. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

log_temp_files (integer)

Contrôle l'écriture de traces sur l'utilisation des fichiers temporaires (noms et tailles). Les fichiers temporaires peuvent être créés pour des tris, des hachages et des résultats temporaires de requête. Une entrée de journal est générée pour chaque fichier temporaire au moment où il est effacé. Zéro implique une trace des informations sur tous les fichiers temporaires alors qu'une valeur positive ne trace que les fichiers dont la taille est supérieure ou égale au nombre indiqué (en kilo-octets). La valeur par défaut est -1, ce qui a pour effet de désactiver les traces. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

log_timezone (string)

Configure le fuseau horaire utilisé par l'horodatage des traces. Contrairement à TimeZone, cette valeur est valable pour le cluster complet, de façon à ce que toutes les sessions utilisent le même. La valeur par défaut est GMT, mais elle est généralement surchargée dans le fichier `postgresql.conf` ; initdb installera une configuration correspondant à l'environnement système. Voir Section 8.5.3, « Fuseaux horaires » pour plus d'informations.

19.8.4. Utiliser les journaux au format CSV

L'ajout de `csvlog` dans la liste `log_destination` est une manière simple d'importer des journaux dans une table de base de données. Cette option permet de créer des journaux au format CSV avec les colonnes : l'horodatage en millisecondes, le nom de l'utilisateur, le nom de la base de données, le PID du processus serveur, l'hôte et le numéro de port du client, l'identifiant de la session, le numéro de ligne dans la session, le tag de la commande, l'horodatage de début de la session, l'identifiant de transaction virtuelle, l'identifiant de transaction standard, la严重性 de l'erreur, le code SQLSTATE, le message d'erreur, les détails du message d'erreur, une astuce, la requête interne qui a amené l'erreur (si elle existe), le nombre de caractères pour arriver à la position de l'erreur, le contexte de l'erreur, la requête utilisateur qui a amené l'erreur (si elle existe et si `log_min_error_statement` est activé), le nombre de caractères pour arriver à la position de l'erreur, l'emplacement de l'erreur dans le code source de PostgreSQL (si `log_error_verbosity` est configuré à `verbose`) et le nom de l'application.

Exemple de définition d'une table de stockage de journaux au format CSV :

```
CREATE TABLE postgres_log
(
    log_time timestamp(3) with time zone,
    user_name text,
    database_name text,
    process_id integer,
    connection_from text,
    session_id text,
    session_line_num bigint,
    command_tag text,
    session_start_time timestamp with time zone,
    virtual_transaction_id text,
    transaction_id bigint,
    error_severity text,
    sql_state_code text,
    message text,
    detail text,
    hint text,
    internal_query text,
    internal_query_pos integer,
    context text,
    query text,
    query_pos integer,
    location text,
    application_name text,
    PRIMARY KEY (session_id, session_line_num)
);
```

Pour importer un journal dans cette table, on utilise la commande **COPY FROM** :

```
COPY postgres_log FROM '/chemin/complet/vers/le/logfile.csv' WITH csv;
```

Quelques conseils pour simplifier et automatiser l'import des journaux CVS :

1. configurer `log_filename` et `log_rotation_age` pour fournir un schéma de nommage cohérent et prévisible des journaux. Cela permet de prédire le nom du fichier et le moment où il sera complet (et donc prêt à être importé) ;

2. initialiser `log_rotation_size` à 0 pour désactiver la rotation par taille comptée, car elle rend plus difficile la prévision du nom du journal ;
3. positionner `log_truncate_on_rotation` à `on` pour que les données anciennes ne soient pas mélangées aux nouvelles dans le même fichier ;
4. la définition de la table ci-dessus inclut une clé primaire. C'est utile pour se protéger de l'import accidentel de la même information à plusieurs reprises. La commande **COPY** valide toutes les données qu'elle importe en une fois. Toute erreur annule donc l'import complet. Si un journal incomplet est importé et qu'il est de nouveau importé lorsque le fichier est complet, la violation de la clé primaire cause un échec de l'import. Il faut attendre que le journal soit complet et fermé avant de l'importer. Cette procédure protège aussi de l'import accidentel d'une ligne partiellement écrite, qui causerait aussi un échec de **COPY**.

19.8.5. Titre des processus

Ces paramètres contrôlent comment les titres de processus des processus serveurs sont modifiés. Les titres de processus sont affichées typiquement en utilisant des programmes comme `ps` ou, sur Windows, Process Explorer. Voir Section 28.1, « Outils Unix standard » pour plus de détails.

`cluster_name` (string)

Positionne le nom de l'instance qui apparaît dans le titre du processus pour tous les processus serveurs de cette instance. Le nom peut être n'importe quelle chaîne de caractères de longueur inférieure à NAMEDATALEN (64 caractères dans une compilation standard du serveur). Seuls les caractères ASCII imprimables peuvent être utilisés dans `cluster_name`. Les autres caractères seront remplacés par des points d'interrogation (?). Aucun nom n'est affiché si ce paramètre est positionné sur la chaîne vide '' (ce qui est la valeur par défaut). Ce paramètre ne peut être positionné qu'au démarrage du serveur.

`update_process_title` (boolean)

Active la mise à jour du titre du processus chaque fois qu'une nouvelle commande SQL est reçue par le serveur. Ce paramètre est à `on` par défaut sur la plupart des plateformes mais il est à `off` sur Windows car cette plateforme souffre de lenteurs plus importantes pour la mise à jour du titre du processus. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

19.9. Statistiques d'exécution

19.9.1. Collecteur de statistiques sur les requêtes et les index

Ces paramètres contrôlent la collecte de statistiques de niveau serveur. Lorsque celle-ci est activée, les données produites peuvent être visualisées à travers la famille de vues systèmes `pg_stat` et `pg_statio`. On peut se reporter à Chapitre 28, Surveiller l'activité de la base de données pour plus d'informations.

`track_activities` (boolean)

Active la collecte d'informations sur la commande en cours d'exécution dans chaque session, avec l'heure de démarrage de la commande. Ce paramètre est activé par défaut. Même si le paramètre est activé, cette information n'est pas visible par tous les utilisateurs, mais uniquement par les superutilisateurs et l'utilisateur possédant la session traitée ; de ce fait, cela ne représente pas une faille de sécurité. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

`track_activity_query_size` (integer)

Spécifie le nombre d'octets réservés pour suivre la commande en cours d'exécution pour chaque session active, pour le champ `pg_stat_activity.query`. La valeur par défaut est 1024. Ce paramètre ne peut être positionné qu'au démarrage du serveur.

`track_counts` (boolean)

Active la récupération de statistiques sur l'activité de la base de données. Ce paramètre est activé par défaut car le processus autovacuum utilise les informations ainsi récupérées. Seuls les super-utilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

`track_io_timing` (boolean)

Active le chronométrage des appels d'entrées/sorties de la base de données. Ce paramètre est désactivé par défaut car il demandera sans cesse l'heure courante au système d'exploitation, ce qui peut causer une surcharge significative sur certaines plateformes. Vous pouvez utiliser l'outil `pg_test_timing(1)` pour mesurer la surcharge causée par le chronométrage sur votre système. Les informations de chronométrage des entrées/sorties sont affichées dans `pg_stat_database`, dans la sortie de EXPLAIN(7) quand l'option `BUFFERS` est utilisée, et par `pg_stat_statements`. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

`track_functions` (enum)

Active le suivi du nombre et de la durée des appels aux fonctions. Précisez `p1` pour ne tracer que les fonctions de langages procéduraux, ou `all` pour suivre aussi les fonctions SQL et C. La valeur par défaut est `none`, qui désactive le suivi des sta-

tistiques de fonctions. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre.



Note

Les fonctions en langage SQL qui sont assez simples pour être « inlined », c'est à dire substituées dans le code de la requête appelante, ne seront pas suivies, quelle que soit la valeur de ce paramètre.

`stats_temp_directory(string)`

Précise le répertoire dans lequel stocker les données temporaires de statistiques. Cela peut être un chemin relatif au répertoire de données ou un chemin absolu. La valeur par défaut est `pg_stat_tmp`. Faire pointer ceci vers un système de fichiers mémoire diminuera les entrées/sorties physiques et peut améliorer les performances. Ce paramètre ne peut être positionné que dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande.

19.9.2. Surveillance et statistiques

`log_statement_stats (boolean), log_parser_stats (boolean), log_planner_stats (boolean), log_executor_stats(boolean)`

Écrivent, pour chaque requête, les statistiques de performance du module respectif dans les traces du serveur. C'est un outil de profilage très simpliste, similaire aux possibilités de l'appel `getrusage()` du système d'exploitation Unix. `log_statement_stats` rapporte les statistiques d'instructions globales, tandis que les autres fournissent un rapport par module. `log_statement_stats` ne peut pas être activé conjointement à une option de module. Par défaut, toutes ces options sont désactivées. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ces paramètres.

19.10. Nettoyage (vacuum) automatique

Ces paramètres contrôlent le comportement de la fonctionnalité appelée *autovacuum*. Se référer à la Section 24.1.6, « Le démon auto-vacuum » pour plus de détails. Notez que beaucoup de ces paramètres peuvent être surchargés au niveau de chaque table ; voir la section intitulée « Paramètres de stockage ».

`autovacuum (boolean)`

Contrôle si le serveur doit démarrer le démon d'autovacuum. Celui-ci est activé par défaut. `track_counts` doit aussi être activé pour que ce démon soit démarré. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande; cependant, le processus d'autovacuum peut être désactivé au niveau de chaque table en modifiant les paramètres de stockage de la table.

Même si ce paramètre est désactivé, le système lance les processus autovacuum nécessaires pour empêcher le bouclage des identifiants de transaction. Voir Section 24.1.5, « Éviter les cycles des identifiants de transactions » pour plus d'informations.

`log_autovacuum_min_duration (integer)`

Trace chaque action réalisée par l'autovacuum si elle dure chacune plus de ce nombre de millisecondes. Le configurer à zéro trace toutes les actions de l'autovacuum. La valeur par défaut, -1, désactive les traces des actions de l'autovacuum.

Par exemple, s'il est configuré à 250ms, toutes les opérations `VACUUM` et `ANALYZE` qui durent plus de 250 ms sont tracées. De plus, quand ce paramètre est configurée à une valeur autre que -1, un message sera tracé si l'action de l'autovacuum est abandonnée à cause de l'existence d'un verrou en conflit. Activer ce paramètre peut être utile pour tracer l'activité de l'autovacuum. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande; mais le paramètre peut être surchargé au niveau de chaque table en modifiant les paramètres de stockage de la table.

`autovacuum_max_workers (integer)`

Indique le nombre maximum de processus autovacuum (autre que le lanceur d'autovacuum) qui peuvent être exécutés simultanément. La valeur par défaut est 3. Ce paramètre ne peut être configuré qu'au lancement du serveur.

`autovacuum_naptime (integer)`

Indique le délai minimum entre les tours d'activité du démon autovacuum sur une base. À chaque tour, le démon examine une base de données et lance les commandes `VACUUM` et `ANALYZE` nécessaires aux tables de cette base. Le délai, mesuré en secondes, vaut, par défaut, une minute (1min). Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

`autovacuum_vacuum_threshold (integer)`

Indique le nombre minimum de lignes mises à jour ou supprimées nécessaire pour déclencher un `VACUUM` sur une table. La

valeur par défaut est de 50 lignes. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande mais il est possible de surcharger ce paramètre pour toute table en modifiant les paramètres de stockage de la table.

`autovacuum_analyze_threshold` (integer)

Indique le nombre minimum de lignes insérées, mises à jour ou supprimées nécessaire pour déclencher un **ANALYZE** sur une table. La valeur par défaut est de 50 lignes. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande mais il est possible de surcharger ce paramètre pour toute table en modifiant les paramètres de stockage de la table.

`autovacuum_vacuum_scale_factor` (floating point)

Indique la fraction de taille de la table à ajouter à `autovacuum_vacuum_threshold` pour décider du moment auquel déclencher un **VACUUM**. La valeur par défaut est 0.2 (20 % de la taille de la table). Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande mais il est possible de surcharger ce paramètre pour toute table en modifiant les paramètres de stockage de la table.

`autovacuum_analyze_scale_factor` (floating point)

Indique la fraction de taille de la table à ajouter à `autovacuum_analyze_threshold` pour décider du moment auquel déclencher une commande **ANALYZE**. La valeur par défaut est 0.1 (10 % de la taille de la table). Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande mais il est possible de surcharger ce paramètre pour toute table en modifiant les paramètres de stockage de la table.

`autovacuum_freeze_max_age` (integer)

Indique l'âge maximum (en transactions) que le champ `pg_class.relfrozenxid` d'une table peut atteindre avant qu'une opération **VACUUM** ne soit forcée pour empêcher la réinitialisation de l'ID de transaction sur cette table. Le système lance les processus autovacuum pour éviter ce bouclage même si l'autovacuum est désactivé.

L'opération **VACUUM** supprime aussi les anciens fichiers du sous-répertoire `pg_clog`, ce qui explique pourquoi la valeur par défaut est relativement basse (200 millions de transactions). Ce paramètre n'est lu qu'au démarrage du serveur, mais il peut être diminué pour toute table en modifiant les paramètres de stockage de la table. Pour plus d'informations, voir Section 24.1.5, « Éviter les cycles des identifiants de transactions ».

`autovacuum_multixact_freeze_max_age` (integer)

Indique l'âge maximum (en multixacts) que le champ `pg_class.relmxminxid` d'une table peut atteindre avant qu'une opération **VACUUM** ne soit forcée pour empêcher une réutilisation des identifiants multixact dans la table. Notez que le système lancera les processus autovacuum pour empêcher la réutilisation même si l'autovacuum est normalement désactivé.

Un **VACUUM** des multixacts s'occupe aussi de la suppression des anciens fichiers à partir des sous-répertoires `pg_multixact/members` et `pg_multixact/offsets`, ce qui explique pourquoi la valeur par défaut est relativement basse (400 million de multixacts). Ce paramètre est seulement configurable au démarrage du serveur mais sa valeur peut être réduite pour des tables individuelles en modifiant les paramètres de stockage de la table. Pour plus d'informations, voir Section 24.1.5.1, « Multixacts et cycle ».

`autovacuum_vacuum_cost_delay` (integer)

Indique la valeur du coût de délai utilisée dans les opérations de **VACUUM**. Si -1 est indiqué, la valeur habituelle de `vacuum_cost_delay` est utilisée. La valeur par défaut est 20 millisecondes. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande mais il est possible de le surcharger pour toute table en modifiant les paramètres de stockage de la table.

`autovacuum_vacuum_cost_limit` (integer)

Indique la valeur de coût limite utilisée dans les opérations de **VACUUM** automatiques. Si -1 est indiqué (valeur par défaut), la valeur courante de `vacuum_cost_limit` est utilisée. La valeur est distribuée proportionnellement entre les processus autovacuum en cours d'exécution, s'il y en a plus d'un, de sorte que la somme des limites de chaque processus ne dépasse jamais la limite de cette variable. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande mais il est possible de le surcharger pour toute table en modifiant les paramètres de stockage.

19.11. Valeurs par défaut des connexions client

19.11.1. Comportement des instructions

`search_path` (string)

Cette variable précise l'ordre dans lequel les schémas sont parcourus lorsqu'un objet (table, type de données, fonction, etc.) est

référencé par un simple nom sans précision du schéma. Lorsque des objets de noms identiques existent dans plusieurs schémas, c'est le premier trouvé dans le chemin de recherche qui est utilisé. Il ne peut être fait référence à un objet qui ne fait partie d'aucun des schémas indiqués dans le chemin de recherche qu'en précisant son schéma conteneur avec un nom qualifié (avec un point).

`search_path` doit contenir une liste de noms de schémas séparés par des virgules. Tout nom qui ne correspond pas à un schéma existant ou qui correspond à un schéma pour lequel l'utilisateur n'a pas le droit `USAGE`, est ignoré silencieusement.

Si un des éléments de la liste est le nom spécial `$user`, alors le schéma dont le nom correspond à la valeur renournée par `SESSION_USER` est substitué, s'il existe et que l'utilisateur ait le droit `USAGE` sur ce schéma (sinon `$user` est ignoré).

Le schéma du catalogue système, `pg_catalog`, est toujours parcouru, qu'il soit ou non mentionné dans le chemin. Mentionné, il est alors parcouru dans l'ordre indiqué. Dans le cas contraire, il est parcouru *avant* tout autre élément du chemin.

De même, le schéma des tables temporaires, `pg_temp_nnn`, s'il existe, est toujours parcouru. Il peut être explicitement ajouté au chemin à l'aide de l'alias `pg_temp`. S'il n'en fait pas partie, la recherche commence par lui (avant même `pg_catalog`). Néanmoins, seuls les noms de relation (table, vue, séquence, etc.) et de type de données sont recherchés dans le schéma temporaire. Aucune fonction et aucun opérateur n'y est jamais recherché.

Lorsque des objets sont créés sans précision de schéma cible particulier, ils sont placés dans le premier schéma valide listé dans le chemin de recherche. Une erreur est rapportée si le chemin de recherche est vide.

La valeur par défaut de ce paramètre est "`$user`", `public`. Elle permet l'utilisation partagée d'une base de données (dans laquelle aucun utilisateur n'a de schéma privé et tous partagent l'utilisation de `public`), les schémas privés d'utilisateur ainsi qu'une combinaison de ces deux modes. D'autres effets peuvent être obtenus en modifiant le chemin de recherche par défaut, globalement ou par utilisateur.

La valeur courante réelle du chemin de recherche peut être examinée via la fonction SQL `current_schemas()` (voir Section 9.25, « Fonctions d'informations système »). Elle n'est pas identique à la valeur de `search_path` car `current_schemas` affiche la façon dont les requêtes apparaissant dans `search_path` sont résolues.

Pour plus d'informations sur la gestion des schémas, voir la Section 5.8, « Schémas ».

`row_security` (boolean)

Cette variable indique s'il convient de lever une erreur au lieu d'appliquer la politique de sécurité au niveau ligne. Lorsque positionnée à `on`, les politiques s'appliquent normalement. Lorsque positionnée à `off`, les requêtes qui remplissent les conditions d'au moins une politique de sécurité échouent. La valeur par défaut est `on`. Positionnez la valeur sur `off` dans le cas où une visibilité limitée des lignes pourrait causer des résultats incorrects ; par exemple, `pg_dump` effectue ce changement par défaut. Cette variable n'a aucun effet sur les rôles qui outrepassent toutes les politiques de sécurité niveau ligne, à savoir, les superutilisateurs et les rôles qui possèdent l'attribut `BYPASSRLS`.

Pour plus d'informations sur les politiques de sécurité niveau ligne, voir CREATE POLICY(7).

`default_tablespace` (string)

Cette variable indique le *tablespace* par défaut dans lequel sont créés les objets (tables et index) quand une commande `CREATE` ne l'explicite pas.

La valeur est soit le nom d'un *tablespace* soit une chaîne vide pour indiquer l'utilisation du *tablespace* par défaut de la base de données courante. Si la valeur ne correspond pas au nom d'un *tablespace* existant, PostgreSQL™ utilise automatiquement le *tablespace* par défaut de la base de données courante. Si un *tablespace* différent de celui par défaut est indiqué, l'utilisateur doit avoir le droit `CREATE`. Dans le cas contraire, la tentative de création échouera.

Cette variable n'est pas utilisée pour les tables temporaires ; pour elles, `temp_tablespaces` est consulté à la place.

Cette variable n'est pas utilisée non plus lors de la création de bases de données. Par défaut, une nouvelle base de données hérite sa configuration de *tablespace* de la base de données modèle qui sert de copie.

Pour plus d'informations sur les *tablespaces*, voir Section 22.6, « Tablespaces ».

`temp_tablespaces` (string)

Cette variable indique le (ou les) *tablespace*(s) dans le(s)quel(s) créer les objets temporaires (tables temporaires et index sur des tables temporaires) quand une commande `CREATE` n'en explicite pas. Les fichiers temporaires créés par les tris de gros ensembles de données sont aussi créés dans ce *tablespace*.

Cette valeur est une liste de noms de *tablespaces*. Quand cette liste contient plus d'un nom, PostgreSQL™ choisit un membre de la liste au hasard à chaque fois qu'un objet temporaire doit être créé. En revanche, dans une transaction, les objets temporaires créés successivement sont placés dans les *tablespaces* successifs de la liste. Si l'élément sélectionné de la liste est une chaîne vide, PostgreSQL™ utilise automatiquement le *tablespace* par défaut de la base en cours.

Si `temp_tablespaces` est configuré interactivement, l'indication d'un *tablespace* inexistant est une erreur. Il en est de même si l'utilisateur n'a pas le droit `CREATE` sur le *tablespace* indiqué. Néanmoins, lors de l'utilisation d'une valeur précédemment configurée, les *tablespaces* qui n'existent pas sont ignorés comme le sont les *tablespaces* pour lesquels l'utilisateur n'a pas le droit `CREATE`. Cette règle s'applique, en particulier, lors de l'utilisation d'une valeur configurée dans le fichier `postgresql.conf`.

La valeur par défaut est une chaîne vide. De ce fait, tous les objets temporaires sont créés dans le *tablespace* par défaut de la base de données courante.

Voir aussi `default_tablespace`.

`check_function_bodies` (boolean)

Ce paramètre est habituellement positionné à `on`. Positionné à `off`, il désactive la validation du corps de la fonction lors de `CREATE FUNCTION(7)`. Désactiver la validation évite les effets de bord du processus de validation et évite les faux positifs dûs aux problèmes, par exemple les références. Configurer ce paramètre à `off` avant de charger les fonctions à la place des autres utilisateurs ; `pg_dump` le fait automatiquement.

`default_transaction_isolation` (enum)

Chaque transaction SQL a un niveau d'isolation. Celui-ci peut être « `read uncommitted` », « `read committed` », « `repeatable read` » ou « `serializable` ». Ce paramètre contrôle le niveau d'isolation par défaut de chaque nouvelle transaction. La valeur par défaut est « `read committed` ».

Consulter le Chapitre 13, Contrôle d'accès simultané et `SET TRANSACTION(7)` pour plus d'informations.

`default_transaction_read_only` (boolean)

Une transaction SQL en lecture seule ne peut pas modifier les tables permanentes. Ce paramètre contrôle le statut de lecture seule par défaut de chaque nouvelle transaction. La valeur par défaut est `off` (lecture/écriture).

Consulter `SET TRANSACTION(7)` pour plus d'informations.

`default_transaction_deferrable` (boolean)

Lors du fonctionnement avec le niveau d'isolation `serializable`, une transaction SQL en lecture seule et différable peut subir un certain délai avant d'être autorisée à continuer. Néanmoins, une fois qu'elle a commencé son exécution, elle n'encourt aucun des frais habituels nécessaires pour assurer sa sérialité. Donc le code de sérialisation n'a aucune raison de forcer son annulation à cause de mises à jour concurrentes, ce qui rend cette option très intéressante pour les longues transactions en lecture seule.

Ce paramètre contrôle le statut différable par défaut de chaque nouvelle transaction. Il n'a actuellement aucun effet sur les transactions en lecture/écriture ou celles opérant à des niveaux d'isolation inférieurs à `serializable`. La valeur par défaut est `off`.

Consultez `SET TRANSACTION(7)` pour plus d'informations.

`session_replication_role` (enum)

Contrôle l'exécution des triggers et règles relatifs à la réPLICATION pour la session en cours. Seul un superutilisateur peut configurer cette variable. Sa modification résulte en l'annulation de tout plan de requête précédemment mis en cache. Les valeurs possibles sont `origin` (la valeur par défaut), `replica` et `local`. Voir `ALTER TABLE(7)` pour plus d'informations.

`statement_timeout` (integer)

Interrompt toute instruction qui dure plus longtemps que ce nombre (indiqué en millisecondes). Le temps est décompté à partir du moment où la commande en provenance du client arrive sur le serveur. Si `log_min_error_statement` est configuré à `ERROR`, ou plus bas, l'instruction en cause est tracée. La valeur zéro (par défaut) désactive le décompte.

Il n'est pas recommandé de configurer `statement_timeout` dans `postgresql.conf` car cela affecte toutes les sessions.

`lock_timeout` (integer)

Annule toute requête qui attend plus longtemps que le nombre de millisecondes indiqué sur ce paramètre lors de la tentative d'acquisition d'un verrou sur une table, un index, une ligne ou tout autre objet d'une base de données. La limite de temps s'applique séparément pour chaque tentative d'acquisition d'un verrou. La limite s'applique pour les demandes de verrous explicites (comme `LOCK TABLE`, ou `SELECT FOR UPDATE` sans `NOWAIT`) et pour ceux acquis implicitement. Si `log_min_error_statement` est configuré à `ERROR` ou plus bas, l'instruction qui dépasse ce délai sera tracé. Une valeur de zéro (valeur par défaut) désactive ce comportement.

Contrairement à `statement_timeout`, ce délai peut seulement intervenir lors de l'attente de verrous. Notez que si `statement_timeout` est différent de zéro, il est plutôt inutile de configurer `lock_timeout` à la même valeur ou à une va-

leur plus importante puisque le délai sur la requête se déclenchera toujours avant.

Configurer `lock_timeout` dans `postgresql.conf` n'est pas recommandé car cela affecterait toutes les sessions.

`idle_in_transaction_session_timeout` (integer)

Termine toute session ayant une transaction ouverte ne faisant rien depuis plus longtemps que la durée indiquée en milliseconde par ce paramètre. Cela permet de relâcher les verrous posés par cette transaction et de réutiliser le slot de connexion ainsi libérée. Cela permet aussi aux lignes visibles par cette seule transaction d'être nettoyées. Voir Section 24.1, « Nettoyages réguliers » pour plus de détails sur ce point.

La valeur par défaut de 0 désactive cette fonctionnalité.

`vacuum_freeze_table_age` (integer)

VACUUM effectuera un parcours agressif de la table si le champ `pg_class.relfrozenxid` de la table a atteint l'âge spécifié par ce paramètre. Un parcours agressif diffère d'un **VACUUM** standard dans le sens où il visite chaque bloc qui pourrait contenir des XID ou MXID non gelés, pas seulement ceux qui pourraient contenir des lignes mortes. La valeur par défaut est 150 millions de transactions. Même si les utilisateurs peuvent positionner cette valeur à n'importe quelle valeur comprise entre zéro et 2 milliards, **VACUUM** limitera silencieusement la valeur effective à 95% de `autovacuum_freeze_max_age`, afin qu'un vacuum périodique manuel ait une chance de s'exécuter avant un autovacuum anti-bouclage ne soit lancé pour la table. Pour plus d'informations voyez Section 24.1.5, « Éviter les cycles des identifiants de transactions ».

`vacuum_freeze_min_age` (integer)

Indique l'âge limite (en transactions) que **VACUUM** doit utiliser pour décider de geler les versions de ligne lors du parcours d'une table. La valeur par défaut est 50 millions. Bien que les utilisateurs puissent configurer une valeur quelconque comprise entre zéro et 1 milliard, **VACUUM** limite silencieusement la valeur réelle à la moitié de la valeur de `autovacuum_freeze_max_age` afin que la valeur entre deux autovacuums forcés ne soit pas déraisonnablement courte. Pour plus d'informations, voir Section 24.1.5, « Éviter les cycles des identifiants de transactions ».

`vacuum_multixact_freeze_table_age` (integer)

VACUUM réalise un parcours agressif de la table si le champ `pg_class.relmnmnid` de la table a atteint l'âge indiqué par ce paramètre. Un parcours agressif diffère d'un **VACUUM** standard dans le sens où il visite chaque bloc qui pourrait contenir des XID ou MXID non gelés, pas seulement ceux qui pourraient contenir des lignes mortes. La valeur par défaut est de 150 millions de multixacts. Bien que les utilisateurs peuvent configurer cette valeur entre zéro et deux milliards, **VACUUM** limitera silencieusement la valeur réelle à 95% de `autovacuum_multixact_freeze_max_age`, pour qu'un **VACUUM** manuel périodique ait une chance d'être exécuté avant qu'une opération anti-réutilisation d'identifiants ne soit exécutée sur la table. Pour plus d'informations, voir Section 24.1.5.1, « Multixacts et cycle ».

`vacuum_multixact_freeze_min_age` (integer)

Précise l'âge limite (en multixacts) que **VACUUM** doit utiliser pour décider s'il doit remplacer les identifiants multixact avec un nouvel identifiant de transaction ou de multixact lors de son parcours de la table. La valeur par défaut est de 5 millions de multixacts. Bien que les utilisateurs peuvent configurer cette valeur entre zéro et un milliard, **VACUUM** limitera silencieusement la valeur réelle à la moitié de la valeur de `autovacuum_multixact_freeze_max_age`, pour qu'il y ait un délai raisonnable entre deux autovacuums forcés. Pour plus d'informations, voir Section 24.1.5.1, « Multixacts et cycle ».

`bytea_output` (enum)

Configure le format de sortie pour les valeurs de type `bytea`. Les valeurs valides sont `hex` (la valeur par défaut) et `escape` (le format traditionnel de PostgreSQL). Voir Section 8.4, « Types de données binaires » pour plus d'informations. Le type `bytea` accepte toujours les deux formats en entrée, quelque soit la valeur de cette configuration.

`xmlbinary` (enum)

Définit la manière de coder les valeurs binaires en XML. Ceci s'applique, par exemple, quand les valeurs `bytea` sont converties en XML par les fonctions `xmlelement` et `xmlforest`. Les valeurs possibles sont `base64` et `hex`, qui sont toutes les deux définies dans le standard XML Schema. La valeur par défaut est `base64`. Pour plus d'informations sur les fonctions relatives à XML, voir Section 9.14, « Fonctions XML ».

Le choix effectif de cette valeur est une affaire de sensibilité, la seule restriction provenant des applications clientes. Les deux méthodes supportent toutes les valeurs possibles, et ce bien que le codage hexadécimal soit un peu plus grand que le codage en `base64`.

`xmloption` (enum)

Définit si `DOCUMENT` ou `CONTENT` est implicite lors de la conversion entre XML et valeurs chaînes de caractères. Voir Section 8.13, « Type XML » pour la description. Les valeurs valides sont `DOCUMENT` et `CONTENT`. La valeur par défaut est `CONTENT`.

D'après le standard SQL, la commande pour configurer cette option est :

```
SET XML OPTION { DOCUMENT | CONTENT };
```

Cette syntaxe est aussi disponible dans PostgreSQL.

19.11.2. Préchargement de bibliothèques partagées

Plusieurs paramètres sont disponibles pour le préchargement de bibliothèques partagées sur le serveur. Ces bibliothèques peuvent servir à ajouter des fonctionnalités supplémentaires ou à améliorer les performances. Par exemple, une configuration à '\$libdir/mabibliotheque' force le chargement de la bibliothèque `mabibliotheque.so` (ou sur certaines plateformes de `mabibliotheque.sl`) à partir du répertoire standard d'installation. Les différences entre les paramètres concernent la prise d'effet et les droits requis pour les modifier.

Les bibliothèques de procédures stockées pour PostgreSQL™ peuvent être préchargées de cette façon, habituellement en utilisant la syntaxe '\$libdir/plXXX' où XXX est `pgsql`, `perl`, `tcl` ou `python`.

Pour chaque paramètre, s'il faut charger plus d'une bibliothèque, il est nécessaire de séparer leur noms avec des virgules. Tous les noms de bibliothèques sont convertis en minuscule sauf si l'on utilise des guillemets doubles.

Seules les bibliothèques partagées spécifiquement codées pour PostgreSQL peuvent être chargées de cette façon. Chaque bibliothèque supportée par PostgreSQL a un « bloc magique » qui est vérifié pour garantir sa comptabilité. De ce fait, les bibliothèques non compatibles avec PostgreSQL ne peuvent pas être gérées ainsi. Vous devriez pouvoir utiliser les capacités du système pour cela, tel que la variable d'environnement `LD_PRELOAD`.

En général, il est préférable de se référer à la documentation d'un module spécifique pour trouver le bon moyen permettant de charger le module.

`local_preload_libraries` (string)

Cette variable précise une ou plusieurs bibliothèques partagées qu'il faut charger au début d'une connexion. Ce paramètre ne prend seulement effet qu'au début d'une connexion. Les changements suivants n'ont aucun effet. Si une bibliothèque spécifiée n'est pas trouvée, la tentative de connexion échoue.

Cette option est configurable par tout utilisateur. De ce fait, les bibliothèques pouvant être chargées sont restreintes à celles disponibles dans le sous-répertoire `plugins` du répertoire des bibliothèques de l'installation. C'est de la responsabilité de l'administrateur de s'assurer que seules des bibliothèques « sûres » y soient installées.) Les éléments de `local_preload_libraries` peuvent indiquer ce répertoire explicitement, par exemple `$libdir/plugins/mabibliotheque`, ou indiquer seulement le nom de la bibliothèque -- `mabibliotheque`, ce qui aurait le même effet que `$libdir/plugins/mabibliotheque`.

Le but de cette fonctionnalité est de permettre aux utilisateurs non privilégiés de charger des bibliothèques de débogage ou de mesures de performances dans des sessions explicites sans avoir à exécuter manuellement une commande **LOAD**. À cette fin, une configuration classique de ce paramètre serait d'utiliser la variable d'environnement `PGOPTIONS` sur le client ou d'utiliser la commande **ALTER ROLE SET**.

Néanmoins, sauf si un module est conçu spécifiquement pour être utilisé de cette façon par des utilisateurs non administrateurs, ceci n'est pas le bon paramétrage pour vous. Regardez plutôt `session_preload_libraries`.

`session_preload_libraries` (string)

Cette variable indique une ou plusieurs bibliothèques partagées chargées au début de la connexion. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier la valeur de ce paramètre. La valeur de ce paramètre n'est pris en compte qu'au début de la connexion. Les modifications ultérieures n'ont pas d'effet sur les connexions déjà établies. Si une bibliothèque indiquée est introuvable, la tentative de connexion échouera.

Le but de cette fonctionnalité est de permettre le chargement de bibliothèques de débogage ou de mesure de performances dans des sessions explicites sans avoir à exécuter manuellement une commande **LOAD**. Par exemple, `auto_explain` pourrait être activé pour toutes les sessions si un certain utilisateur se connecte, en configurant son compte avec la commande **ALTER ROLE SET**. De plus, ce paramètre peut être modifié sans avoir à redémarrer le serveur (les changements ne prennent effet que pour les connexions suivantes), donc il est plus facile d'ajouter de nouveaux modules de cette façon, même si l'on s'applique à toutes les sessions.

Contrairement à `shared_preload_libraries`, il n'y a pas vraiment un gros avantage en terme de performances à charger une bibliothèque en début de session plutôt qu'à sa première utilisation. Néanmoins, ceci n'est plus vrai si un système de pooling de connexions est mis en place.

`shared_preload_libraries` (string)

Cette variable indique une ou plusieurs bibliothèques partagées chargées au démarrage du serveur. Ce paramètre n'est configurable qu'au démarrage du serveur. Si une bibliothèque indiquée est introuvable, le serveur ne pourra pas démarrer.

Certaines bibliothèques ont besoin de réaliser certaines opérations qui ne peuvent se faire qu'au démarrage du processus postmaster, comme allouer de la mémoire partagée, réservé des verrous à faible poids, ou démarrer des background workers. Ces bibliothèques doivent être chargées au démarrage du serveur via ce paramètre. Voir la documentation de chaque bibliothèque pour les détails.

Les autres bibliothèques peuvent aussi être préchargées. En préchargeant une bibliothèque partagée, le temps de démarrage de la bibliothèque est évité lorsque la bibliothèque est utilisée pour la première fois. Néanmoins, le temps de démarrer chaque nouveau processus serveur pourrait augmenter légèrement, même si le processus n'utilise jamais cette bibliothèque. Donc ce paramètre est seulement recommandé pour les bibliothèques qui seront utilisées par la majorité des sessions. De plus, changer ce paramètre requiert un redémarrage du serveur, donc ce n'est pas le bon paramètre pour les tâches de débogage par exemple. Utilisez `session_preload_libraries` pour cela.



Note

Sur les hôtes Windows, précharger une bibliothèque au démarrage du serveur ne réduira pas le temps nécessaire pour démarrer un nouveau processus serveur. Chaque processus serveur rechargera toutes les bibliothèques préchargées. Néanmoins, `shared_preload_libraries` est toujours utile sur les hôtes Windows pour les bibliothèques qui ont besoin de réaliser des opérations au démarrage du postmaster.

`gin_pending_list_limit` (integer)

Positionne la taille maximale de la liste d'attente GIN qui est utilisée lorsque `fastupdate` est activé. Si la liste dépasse cette taille maximale, elle est allégée en déplaçant des entrées en masse vers la structure de données principale GIN. La valeur par défaut est quatre mégaoctets (4MB). Ce paramètre peut être surchargé pour chaque index GIN en modifiant les paramètres de stockage de l'index. Voir Section 63.4.1, « Technique GIN de mise à jour rapide » et Section 63.5, « Conseils et astuces GIN » pour plus d'informations.

19.11.3. Locale et formatage

`datestyle` (string)

Configure le format d'affichage des valeurs de type date et heure, ainsi que les règles d'interprétation des valeurs ambiguës de dates saisies. Pour des raisons historiques, cette variable contient deux composantes indépendantes : la spécification du format en sortie (ISO, Postgres, SQL ou German) et la spécification en entrée/sortie de l'ordre année/mois/jour (DMY, MDY ou YMD). Elles peuvent être configurées séparément ou ensemble. Les mots clés Euro et European sont des synonymes de DMY ; les mots clés US, NonEuro et NonEuropean sont des synonymes de MDY. Voir la Section 8.5, « Types date/heure » pour plus d'informations. La valeur par défaut est ISO, MDY, mais initdb initialise le fichier de configuration avec une valeur qui correspond au comportement de la locale `lc_time` choisie.

`IntervalStyle` (enum)

Positionne le format d'affichage pour les valeurs de type intervalle. La valeur `sql_standard` produira une sortie correspondant aux littéraux d'intervalle du standard SQL. La valeur `postgres` (qui est la valeur par défaut) produira une sortie correspondant à celle des versions de PostgreSQL™ antérieures à la 8.4 quand le paramètre `datestyle` était positionné à ISO. La valeur `postgres_verbose` produira une sortie correspondant à celle des versions de PostgreSQL™ antérieures à la 8.4 quand le paramètre `DateStyle` était positionné à une valeur autre que ISO. La valeur `iso_8601` produira une sortie correspondant au « format avec désignateurs » d'intervalle de temps défini dans le paragraphe 4.4.3.2 de l'ISO 8601.

Le paramètre `IntervalStyle` affecte aussi l'interprétation des entrées ambiguës d'intervalle. Voir Section 8.5.4, « Saisie d'intervalle » pour plus d'informations.

`TimeZone` (string)

Configure le fuseau horaire pour l'affichage et l'interprétation de la date et de l'heure. La valeur par défaut est GMT, mais elle est généralement surchargée dans le fichier `postgresql.conf` ; initdb installera une configuration correspondant à l'environnement système. Voir Section 8.5.3, « Fuseaux horaires » pour plus d'informations.

`timezone_abbreviations` (string)

Configure la liste des abréviations de fuseaux horaires acceptés par le serveur pour la saisie de données de type `datetime`. La valeur par défaut est 'Default', qui est une liste qui fonctionne presque dans le monde entier ; il y a aussi 'Australia' et 'India'. D'autres listes peuvent être définies pour une installation particulière. Voir Section B.3, « Fichiers de configuration date/heure » pour plus d'informations.

`extra_float_digits` (integer)

Ce paramètre ajuste le nombre de chiffres affichés par les valeurs à virgule flottante, ce qui inclut `float4`, `float8` et les types de données géométriques. La valeur du paramètre est ajoutée au nombre standard de chiffres (`FLOAT_DIG` ou `DOUBLE_DIG`). La va-

leur peut être initialisée à une valeur maximale de 3 pour inclure les chiffres partiellement significatifs ; c'est tout spécialement utile pour sauvegarder les données à virgule flottante qui ont besoin d'être restaurées exactement. Cette variable peut aussi être négative pour supprimer les chiffres non souhaités. Voir aussi Section 8.1.3, « Types à virgule flottante ».

`client_encoding` (string)

Initialise l'encodage client (jeu de caractères). Par défaut, il s'agit de celui de la base de données. Les ensembles de caractères supportés par PostgreSQL™ sont décrits dans Section 23.3.1, « Jeux de caractères supportés ».

`lc_messages` (string)

Initialise la langue d'affichage des messages. Les valeurs acceptables dépendent du système ; voir Section 23.1, « Support des locales » pour plus d'informations. Si cette variable est initialisée à une chaîne vide (valeur par défaut), alors la valeur est héritée de l'environnement d'exécution du serveur.

Avec certains systèmes, cette catégorie de locale n'existe pas. Initialiser cette variable fonctionne toujours mais n'a aucun effet. De même, il est possible qu'il n'existe pas de traduction des messages dans la langue sélectionnée. Dans ce cas, les messages sont affichés en anglais.

Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre car il affecte aussi bien les messages envoyés dans les traces du serveur que ceux envoyés au client.

`lc_monetary` (string)

Initialise la locale à utiliser pour le formatage des montants monétaires (pour la famille de fonctions `to_char`, par exemple). Les valeurs acceptables dépendent du système ; voir la Section 23.1, « Support des locales » pour plus d'informations. Si cette variable est initialisée à une chaîne vide (valeur par défaut), alors la valeur est héritée de l'environnement d'exécution du serveur, et une valeur incorrecte pourrait dégrader la lisibilité des traces du serveur.

`lc_numeric` (string)

Initialise la locale à utiliser pour le formatage des nombres (pour la famille de fonctions `to_char`, par exemple). Les valeurs acceptables dépendent du système ; voir la Section 23.1, « Support des locales » pour plus d'informations. Si cette variable est initialisée à une chaîne vide (valeur par défaut), alors la valeur est héritée de l'environnement d'exécution du serveur.

`lc_time` (string)

Initialise la locale à utiliser pour le formatage des valeurs de date et d'heure, par exemple avec la famille de fonctions `to_char`. Les valeurs acceptables dépendent du système ; voir la Section 23.1, « Support des locales » pour plus d'informations. Si cette variable est initialisée à une chaîne vide (valeur par défaut), alors la valeur est héritée de l'environnement d'exécution du serveur.

`default_text_search_config` (string)

Sélectionne la configuration de recherche plein texte utilisée par les variantes des fonctions de recherche plein texte qui n'ont pas d'argument explicite pour préciser la configuration. Voir Chapitre 12, Recherche plein texte pour plus d'informations. La valeur par défaut est `pg_catalog.simple` mais `initdb` initialise le fichier de configuration avec une valeur qui correspond à la locale choisie pour `lc_ctype` s'il est possible d'identifier une configuration correspondant à la locale.

19.11.4. Autres valeurs par défaut

`dynamic_library_path` (string)

Chemin de recherche utilisé lorsqu'un module chargeable dynamiquement doit être ouvert et que le nom de fichier indiqué dans la commande **CREATE FUNCTION** ou **LOAD** ne contient pas d'indication de répertoire (c'est-à-dire que le nom ne contient pas de slash).

La valeur de `dynamic_library_path` doit être une liste de chemins absolus séparés par des virgules (ou des points virgules sous Windows). Si un élément de la liste débute par la chaîne spéciale `$libdir`, le répertoire des bibliothèques internes du paquetage PostgreSQL™ est substitué à `$libdir`. C'est l'emplacement où sont installés les modules fournis par la distribution PostgreSQL™ standard. (La commande `pg_config --pkglibdir` permet de connaître le nom de ce répertoire.) Par exemple :

```
dynamic_library_path = '/usr/local/lib/postgresql:/home/my_project/lib:$libdir'
```

ou dans un environnement Windows :

```
dynamic_library_path = 'C:\tools\postgresql;H:\my_project\lib;$libdir'
```

La valeur par défaut de ce paramètre est '`$libdir`'. Si la valeur est une chaîne vide, la recherche automatique du chemin est désactivée.

Ce paramètre peut être modifié à l'exécution par les superutilisateurs, mais un tel paramétrage ne persiste que pour la durée de la connexion du client. Il est donc préférable de ne réserver cette méthode qu'à des fins de développement. Il est recommandé d'initialiser ce paramètre dans le fichier de configuration `postgresql.conf`.

`gin_fuzzy_search_limit` (integer)

Limite souple haute de la taille de l'ensemble renvoyé par un index GIN. Pour plus d'informations, voir Section 63.5, « Conseils et astuces GIN ».

19.12. Gestion des verrous

`deadlock_timeout` (integer)

Temps total, en millisecondes, d'attente d'un verrou avant de tester une condition de verrou mort (*deadlock*). Le test de verrou mort est très coûteux, le serveur ne l'effectue donc pas à chaque fois qu'il attend un verrou. Les développeurs supposent (de façon optimiste ?) que les verrous morts sont rares dans les applications en production et attendent simplement un verrou pendant un certain temps avant de lancer une recherche de blocage. Augmenter cette valeur réduit le temps perdu en recherches inutiles de verrous morts mais retardé la détection de vraies erreurs de verrous morts. La valeur par défaut est une seconde (1s), ce qui est probablement la plus petite valeur pratique. Sur un serveur en pleine charge, elle peut être augmentée. Idéalement, ce paramétrage doit dépasser le temps typique d'une transaction de façon à augmenter la probabilité qu'un verrou soit relâché avant que le processus en attente ne décide de lancer une recherche de verrous morts. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier cette configuration.

Quand `log_lock_waits` est configuré, ce paramètre détermine aussi le temps d'attente avant qu'un message ne soit enregistré dans les journaux concernant cette attente. Pour comprendre ces délais de verrouillage, il peut être utile de configurer `deadlock_timeout` à une valeur extraordinairement basse.

`max_locks_per_transaction` (integer)

La table des verrous partagés trace les verrous sur `max_locks_per_transaction * (max_connections + max_prepared_transactions)` objets (c'est-à-dire des tables) ; de ce fait, au maximum ce nombre d'objets distincts peuvent être verrouillés simultanément. Ce paramètre contrôle le nombre moyen de verrous d'objets alloués pour chaque transaction ; des transactions individuelles peuvent verrouiller plus d'objets tant que l'ensemble des verrous de toutes les transactions tient dans la table des verrous. Il *ne s'agit pas* du nombre de lignes qui peuvent être verrouillées ; cette valeur n'a pas de limite. La valeur par défaut, 64, s'est toujours avérée suffisante par le passé, mais il est possible de l'augmenter si des clients accèdent à de nombreuses tables différentes au sein d'une unique transaction, par exemple une requête sur une table parent ayant de nombreux enfants. Ce paramètre ne peut être initialisé qu'au lancement du serveur.

Lors de l'exécution d'un serveur en attente, vous devez configurer ce paramètre à la même valeur ou à une valeur plus importante que sur le serveur maître. Sinon, des requêtes pourraient ne pas être autorisées sur le serveur en attente.

`max_pred_locks_per_transaction` (integer)

La table de verrous de prédictat partagée garde une trace des verrous sur `max_pred_locks_per_transaction * (max_connections + max_prepared_transactions)` objets (autrement dit tables). Du coup, pas plus que ce nombre d'objets distincts peut être verrouillé à un instant. Ce paramètre contrôle le nombre moyen de verrous d'objet alloués pour chaque transaction ; les transactions individuelles peuvent verrouillées plus d'objets à condition que les verrous de toutes les transactions tiennent dans la table des verrous. Ce n'est *pas* le nombre de lignes qui peuvent être verrouillées, cette valeur étant illimitée. La valeur par défaut, 64, a été généralement suffisante dans les tests mais vous pouvez avoir besoin d'augmenter cette valeur si vous avez des clients qui touchent beaucoup de tables différentes dans une seule transaction sérialisable. Ce paramètre n'est configurable qu'au lancement du serveur.

19.13. Compatibilité de version et de plateforme

19.13.1. Versions précédentes de PostgreSQL

`array_nulls` (boolean)

Contrôle si l'analyseur de saisie de tableau reconnaît `NULL` non-encadré par des guillemets comme élément de tableaux `NULL`. Activé par défaut (`on`), il autorise la saisie de valeurs `NULL` dans un tableau. Néanmoins, les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 8.2 ne supportent pas les valeurs `NULL` dans les tableaux. De ce fait, ces versions traitent `NULL` comme une chaîne dont le contenu est « `NULL` ». Pour une compatibilité ascendante avec les applications nécessitant l'ancien comportement, ce paramètre peut être désactivé (`off`).

Il est possible de créer des valeurs de tableau contenant des valeurs `NULL` même quand cette variable est à `off`.

backslash_quote (enum)

Contrôle si un guillemet simple peut être représenté par un \ ' dans une chaîne. Il est préférable, et conforme au standard SQL, de représenter un guillemet simple en le doublant (' ') mais, historiquement, PostgreSQL™ a aussi accepté \ '. Néanmoins, l'utilisation de \ ' présente des problèmes de sécurité car certains encodages client contiennent des caractères multi-octets dans lesquels le dernier octet est l'équivalent ASCII numérique d'un \ '. Si le code côté client ne fait pas un échappement correct, alors une attaque par injection SQL est possible. Ce risque peut être évité en s'assurant que le serveur rejette les requêtes dans lesquelles apparaît un guillemet échappé avec un antislash. Les valeurs autorisées de `backslash_quote` sont `on` (autorise \ ' en permanence), `off` (le rejette en permanence) et `safe_encoding` (ne l'autorise que si l'encodage client n'autorise pas l'ASCII \ dans un caractère multiocet). `safe_encoding` est le paramétrage par défaut.

Dans une chaîne littérale conforme au standard, \ ne signifie que \\. Ce paramètre affecte seulement la gestion des chaînes non conformes, incluant la syntaxe de chaînes d'échappement (E' . . . ').

default_with_oids (boolean)

Contrôle si les commandes **CREATE TABLE** et **CREATE TABLE AS** incluent une colonne OID dans les tables nouvellement créées, lorsque ni `WITH OIDS` ni `WITHOUT OIDS` ne sont précisées. Ce paramètre détermine également si les OID sont inclus dans les tables créées par **SELECT INTO**. Ce paramètre est désactivé (`off`) par défaut ; avec PostgreSQL™ 8.0 et les versions précédentes, il était activé par défaut.

L'utilisation d'OID dans les tables utilisateur est considérée comme obsolète. Il est donc préférable pour la plupart des installations de laisser ce paramètre désactivé. Les applications qui requièrent des OID pour une table particulière doivent préciser `WITH OIDS` lors de la création de la table. Cette variable peut être activée pour des raisons de compatibilité avec les anciennes applications qui ne suivent pas ce comportement.

escape_string_warning (boolean)

S'il est activé (`on`), un message d'avertissement est affiché lorsqu'un antislash (\) apparaît dans une chaîne littérale ordinaire (syntaxe ' . . . ') et que `standard_conforming_strings` est désactivé. Il est activé par défaut (`on`).

Les applications qui souhaitent utiliser l'antislash comme échappement doivent être modifiées pour utiliser la syntaxe de chaîne d'échappement (E' . . . ') car le comportement par défaut des chaînes ordinaires est maintenant de traiter les antislashes comme un caractère ordinaire, d'après le standard SQL. Cette variable peut être activée pour aider à localiser le code qui doit être changé

regex_flavor (enum)

La « flaveur » des expressions rationnelles peut être configurée à `advanced` (avancée), `extended` (étendue) ou `basic` (basique). La valeur par défaut est `advanced`. La configuration `extended` peut être utile pour une compatibilité ascendante avec les versions antérieures à PostgreSQL™ 7.4. Voir Section 9.7.3.1, « Détails des expressions rationnelles » pour plus de détails.

lo_compat_privileges (boolean)

Dans les versions antérieures à la 9.0, les « Large Objects » n'avaient pas de droits d'accès et étaient, en réalité, toujours lisibles et modifiables par tous les utilisateurs. L'activation de cette variable désactive les nouvelles vérifications sur les droits, pour améliorer la compatibilité avec les versions précédentes. Désactivé par défaut. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

Configurer cette variable ne désactive pas toutes les vérifications de sécurité pour les « Large Objects » -- seulement ceux dont le comportement par défaut a changé avec PostgreSQL™ 9.0. Par exemple, `lo_import()` et `lo_export()` ont besoin de droits superutilisateur indépendants de cette configuration.

operator_precedence_warning (boolean)

Lorsque activé, l'analyseur émettra un avertissement pour toutes les constructions qui pourraient avoir changé de signification depuis PostgreSQL™ 9.4 comme conséquence de changements dans la précédence des opérateurs. Cela est utile dans l'audit d'applications pour voir si des changements de précédence ont cassé quelque chose ; mais il n'est pas destiné à être maintenu actif en production, dans la mesure où il lancera des avertissements sur du code SQL standard parfaitement valide. La valeur par défaut est `off`.

Voir Section 4.1.6, « Précédence d'opérateurs » pour plus d'informations.

quote_all_identifiers (boolean)

Quand la base de données génère du SQL, ce paramètre force tous les identifiants à être entre guillemets, même s'ils ne sont pas (actuellement) des mots-clés. Ceci affectera la sortie de la commande **EXPLAIN** ainsi que le résultat des fonctions comme `pg_get_viewdef`. Voir aussi l'option `--quote-all-identifiers` de `pg_dump(1)` et `pg_dumpall(1)`.

sql_inheritance (boolean)

Ce paramètre contrôle si les références de table doivent inclure les tables filles. La valeur par défaut est `on`, signifiant que les

tables filles sont incluses (et de ce fait, un suffixe `*` est supposé par défaut). Si ce paramètre est désactivé (`à off`), les tables filles ne sont pas inclus (et de ce fait, le préfixe `ONLY` est ajouté). Le standard SQL requiert que les tables filles soient incluses, donc le paramétrage `off` n'est pas conforme au standard. Cependant, il est fourni par compatibilité avec les versions PostgreSQL™ antérieures à la 7.1. Voir Section 5.9, « L'héritage » pour plus d'informations.

Désactiver `sql_allance` n'est pas conseillé car le comportement induit par cette configuration porte à faire beaucoup d'erreurs. Ceci n'est pas constaté lorsque ce paramètre est activé comme le demande le standard SQL. Les discussions sur l'héritage dans ce manuel supposent généralement que ce paramètre est configuré à `on`.

`standard_conforming_strings` (boolean)

Contrôle si les chaînes ordinaires ('...') traitent les antislashes littéralement, comme cela est indiqué dans le standard SQL. À partir de PostgreSQL™ 9.1, ce paramètre est activé par défaut, donc à `on` (les versions précédentes avaient `off` par défaut). Les applications peuvent vérifier ce paramètre pour déterminer la façon dont elles doivent traiter les chaînes littérales. La présence de ce paramètre indique aussi que la syntaxe de chaîne d'échappement (E'...') est supportée. La syntaxe de chaîne d'échappement (Section 4.1.2.2, « Constantes chaîne avec des échappements de style C ») doit être utilisée pour les applications traitant les antislashes comme des caractères d'échappement.

`synchronize_seqscans` (boolean)

Cette variable permet la synchronisation des parcours séquentiels de grosses tables pour que les parcours concurrents lisent le même bloc à peu près au même moment, et donc partagent la charge d'entrées/sorties. Quand ce paramètre est activé, un parcours peut commencer au milieu de la table, aller jusqu'à la fin, puis « revenir au début » pour récupérer toutes les lignes, ce qui permet de synchroniser avec l'activité de parcours déjà entamés. Il peut en résulter des modifications non prévisibles dans l'ordre des lignes renvoyées par les requêtes qui n'ont pas de clause ORDER BY. Désactiver ce paramètre assure un comportement identique aux versions précédant la 8.3 pour lesquelles un parcours séquentiel commence toujours au début de la table. Activé par défaut (`on`).

19.13.2. Compatibilité entre la plateforme et le client

`transform_null_equals` (boolean)

Lorsque ce paramètre est activé (`on`), les expressions de la forme `expr = NULL` (ou `NULL = expr`) sont traitées comme `expr IS NULL`, c'est-à-dire qu'elles renvoient vrai si `expr` s'évalue à la valeur `NULL`, et faux sinon. Le bon comportement, compatible avec le standard SQL, de `expr = NULL` est de toujours renvoyer `NULL` (inconnu). De ce fait, ce paramètre est désactivé par défaut.

Toutefois, les formulaires filtrés dans Microsoft Access™ engendrent des requêtes qui utilisent `expr = NULL` pour tester les valeurs `NULL`. Il peut donc être souhaitable, lorsque cette interface est utilisée pour accéder à une base de données, d'activer ce paramètre. Comme les expressions de la forme `expr = NULL` renvoient toujours la valeur `NULL` (en utilisant l'interprétation du standard SQL), elles ne sont pas très utiles et n'apparaissent pas souvent dans les applications normales. De ce fait, ce paramètre a peu d'utilité en pratique. Mais la sémantique des expressions impliquant des valeurs `NULL` est souvent source de confusion pour les nouveaux utilisateurs. C'est pourquoi ce paramètre n'est pas activé par défaut.

Ce paramètre n'affecte que la forme exacte `= NULL`, pas les autres opérateurs de comparaison ou expressions équivalentes en terme de calcul à des expressions qui impliquent l'opérateur égal (tels que `IN`). De ce fait, ce paramètre ne doit pas être considéré comme un correctif général à une mauvaise programmation.

De plus amples informations sont disponibles dans la Section 9.2, « Fonctions et opérateurs de comparaison ».

19.14. Gestion des erreurs

`exit_on_error` (boolean)

Si positionné à `true`, toute erreur terminera la session courante. Par défaut, ce paramètre est à `false`, pour que seules des erreurs de niveau FATAL puissent terminer la session.

`restart_after_crash` (boolean)

Quand ce paramètre est configuré à `true`, ce qui est sa valeur par défaut, PostgreSQL™ redémarrera automatiquement après un arrêt brutal d'un processus serveur. Il est généralement préférable de laisser cette valeur à `true` car cela maximise la disponibilité de la base de données. Néanmoins, dans certaines circonstances, comme le fait que PostgreSQL™ soit lancé par un outil de clustering, il pourrait être utile de désactiver le redémarrage pour que l'outil puisse avoir le contrôle et prendre toute action qui lui semble approprié.

19.15. Options préconfigurées

Les « paramètres » qui suivent sont en lecture seule. Ils sont déterminés à la compilation ou à l'installation de PostgreSQL™. De ce fait, ils sont exclus du fichier `postgresql.conf` d'exemple. Ces paramètres décrivent différents aspects du comportement de PostgreSQL™ qui peuvent s'avérer intéressants pour certaines applications, en particulier pour les interfaces d'administration.

block_size (integer)

Affiche la taille d'un bloc disque. Celle-ci est déterminée par la valeur de `BLCKSZ` à la construction du serveur. La valeur par défaut est de 8192 octets. La signification de diverses variables de configuration (`shared_buffers`, par exemple) est influencée par `block_size`. Voir la Section 19.4, « Consommation des ressources » pour plus d'informations.

data_checksums (boolean)

Affiche l'activation des sommes de contrôle sur cette instance. Voir `data_checksums` pour plus d'informations.

debug_assertions (boolean)

Indique si PostgreSQL™ a été compilé avec les assertions activées. C'est le cas si la macro `USER_ASSERT_CHECKING` est définie lorsque PostgreSQL™ est compilé (réalisé par exemple par l'option `--enable-cassert` de `configure`). Par défaut, PostgreSQL™ est compilé sans les assertions.

integer_datetimes (boolean)

Affiche la construction de PostgreSQL™ avec le support des dates et heures sur des entiers de 64 bits. Ceci peut être désactivé avec l'option `--disable-integer-datetime` au moment de la construction de PostgreSQL™. La valeur par défaut est `on`.

lc_collate (string)

Affiche la locale utilisée pour le tri des données de type texte. Voir la Section 23.1, « Support des locales » pour plus d'informations. La valeur est déterminée lors de la création d'une base de données.

lc_ctype (string)

Affiche la locale qui détermine les classifications de caractères. Voir la Section 23.1, « Support des locales » pour plus d'informations. La valeur est déterminée lors de la création d'une base de données. Elle est habituellement identique à `lc_collate`. Elle peut, toutefois, pour des applications particulières, être configurée différemment.

max_function_args (integer)

Affiche le nombre maximum d'arguments des fonctions. Ce nombre est déterminé par la valeur de `FUNC_MAX_ARGS` lors de la construction du serveur. La valeur par défaut est de 100 arguments.

max_identifier_length (integer)

Affiche la longueur maximale d'un identifiant. Elle est déterminée à `NAMEDATALEN - 1` lors de la construction du serveur. La valeur par défaut de `NAMEDATALEN` est 64 ; la valeur par défaut de `max_identifier_length` est, de ce fait, de 63 octets mais peut être moins de 63 caractères lorsque des encodages multi-octets sont utilisés.

max_index_keys (integer)

Affiche le nombre maximum de clés d'index. Ce nombre est déterminé par la valeur de `INDEX_MAX_KEYS` lors de la construction du serveur. La valeur par défaut est de 32 clés.

segment_size (integer)

Retourne le nombre de blocs (pages) qui peuvent être stockés dans un segment de fichier. C'est déterminé par la valeur de `RELSEG_SIZE` à la compilation du serveur. La valeur maximum d'un fichier de segment en octet est égal à `segment_size` multiplié par `block_size` ; par défaut, c'est 1 Go.

server_encoding (string)

Affiche l'encodage de la base de données (jeu de caractères). Celui-ci est déterminé lors de la création de la base de données. Les clients ne sont généralement concernés que par la valeur de `client_encoding`.

server_version (string)

Affiche le numéro de version du serveur. Celui-ci est déterminé par la valeur de `PG_VERSION` lors de la construction du serveur.

server_version_num (integer)

Affiche le numéro de version du serveur sous la forme d'un entier. Celui-ci est déterminé par la valeur de `PG_VERSION_NUM` lors de la construction du serveur.

wal_block_size (integer)

Retourne la taille d'un bloc disque de WAL. C'est déterminé par la valeur XLOG_BLCKSZ à la compilation du serveur. La valeur par défaut est 8192 octets.

`wal_segment_size` (integer)

Retourne le nombre de blocs (pages) dans un fichier de segment WAL. La taille totale d'un fichier de segment WAL en octets est égale à `wal_segment_size` multiplié par `wal_block_size` ; Par défaut, c'est 16 Mo. Voir Section 30.4, « Configuration des journaux de transaction » pour plus d'informations.

19.16. Options personnalisées

Cette fonctionnalité a été conçue pour permettre l'ajout de paramètres habituellement inconnus de PostgreSQL™ par des modules complémentaires (comme les langages procéduraux). Cela permet de configurer ces extensions de façon standard.

Les options personnalisées ont des noms en deux parties : un nom d'extension, suivi d'un point, suivi du nom du paramètre, tout comme les noms qualifiés en SQL. Voici un exemple : `plpgsql.variable_conflict`.

Comme les options personnalisées peuvent avoir besoin d'être configurées par des processus qui n'ont pas chargé le module d'extension associé, PostgreSQL™ acceptera une configuration pour tout paramètre ayant un nom en deux parties. Ces variables sont traitées comme des espaces réservés et n'ont pas de fonction tant que le module qui les définit n'est pas chargé. Quand un module d'extension est chargé, il ajoute ses définitions de variables, convertit les valeurs déjà initialisées suivant leur définition, et envoie des avertissements pour toute variable non reconnue dont le nom commence par son nom d'extension.

19.17. Options pour les développeurs

Les paramètres qui suivent permettent de travailler sur les sources de PostgreSQL™ et, dans certains cas, fournissent une aide à la récupération de bases de données sévèrement endommagées. Il n'y a aucune raison de les utiliser en configuration de production. En tant que tel, ils sont exclus du fichier d'exemple de `postgresql.conf`. Un certain nombre d'entre eux requièrent des options de compilation spéciales pour fonctionner.

`allow_system_table_mods` (boolean)

Autorise la modification de la structure des tables systèmes. Ce paramètre, utilisé par `initdb`, n'est modifiable qu'au démarrage du serveur.

`ignore_system_indexes` (boolean)

Ignore les index système lors de la lecture des tables système (mais continue de les mettre à jour lors de modifications des tables). Cela s'avère utile lors de la récupération d'index système endommagés. Ce paramètre ne peut pas être modifié après le démarrage de la session.

`post_auth_delay` (integer)

Si ce paramètre est différent de zéro, un délai de ce nombre de secondes intervient, après l'étape d'authentification, lorsqu'un nouveau processus serveur est lancé. Ceci a pour but de donner l'opportunité aux développeurs d'attacher un débogueur au processus serveur. Ce paramètre ne peut pas être modifié après le démarrage de la session.

`pre_auth_delay` (integer)

Si ce paramètre est différent de zéro, un délai de ce nombre de secondes intervient juste après la création d'un nouveau processus, avant le processus d'authentification. Ceci a pour but de donner une opportunité aux développeurs d'attacher un débogueur au processus serveur pour tracer les mauvais comportements pendant l'authentification. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

`trace_notify` (boolean)

Produit un grand nombre de sorties de débogage pour les commandes **LISTEN** et **NOTIFY**. `client_min_messages` ou `log_min_messages` doivent être positionnées à `DEBUG1` ou plus bas pour envoyer cette sortie sur les traces client ou serveur, respectivement.

`trace_recovery_messages` (enum)

Contrôle les niveaux des traces écrites dans le journal applicatif pour les modules nécessaires lors du traitement de la restauration. Cela permet à l'utilisateur de surcharger la configuration normale de `log_min_messages`, mais seulement pour des messages spécifiques. Ça a été ajouté principalement pour debugger Hot Standby. Les valeurs valides sont `DEBUG5`, `DEBUG4`, `DEBUG3`, `DEBUG2`, `DEBUG1` et `LOG`. La valeur par défaut, `LOG`, n'affecte pas les décisions de trace. Les autres valeurs causent l'apparition de messages de débogage relatifs à la restauration pour tous les messages de ce niveau et des niveaux supérieurs. Elles utilisent malgré tout le niveau `LOG` ; pour les configurations habituelles de `log_min_messages`, cela résulte en un envoi sans condition dans les traces du serveur. Ce paramètre ne peut être configuré que dans le fichier `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande.

trace_sort (boolean)

Si ce paramètre est actif, des informations concernant l'utilisation des ressources lors des opérations de tri sont émises. Ce paramètre n'est disponible que si la macro TRACE_SORT a été définie lors de la compilation de PostgreSQL™ (néanmoins, TRACE_SORT est actuellement définie par défaut).

trace_locks (boolean)

Si activé, émet des informations à propos de l'utilisation des verrous. L'information fournie inclut le type d'opération de verrouillage, le type de verrou et l'identifiant unique de l'objet verrouillé ou déverrouillé. Sont aussi inclus les masques de bits pour les types de verrous déjà accordés pour cet objet, ainsi que pour les types de verrous attendus sur cet objet. Pour chaque type de verrou un décompte du nombre de verrous accordés et en attente est aussi retourné, ainsi que les totaux. Un exemple de sortie dans le journal applicatif est montré ici :

```
LOG: LockAcquire: new: lock(0xb7acd844) id(24688,24696,0,0,0,1)
      grantMask(0) req(0,0,0,0,0,0)=0 grant(0,0,0,0,0,0)=0
      wait(0) type(AccessShareLock)
LOG: GrantLock: lock(0xb7acd844) id(24688,24696,0,0,0,1)
      grantMask(2) req(1,0,0,0,0,0)=1 grant(1,0,0,0,0,0)=1
      wait(0) type(AccessShareLock)
LOG: UnGrantLock: updated: lock(0xb7acd844) id(24688,24696,0,0,0,1)
      grantMask(0) req(0,0,0,0,0,0)=0 grant(0,0,0,0,0,0)=0
      wait(0) type(AccessShareLock)
LOG: CleanUpLock: deleting: lock(0xb7acd844) id(24688,24696,0,0,0,1)
      grantMask(0) req(0,0,0,0,0,0)=0 grant(0,0,0,0,0,0)=0
      wait(0) type(INVALID)
```

Les détails de la structure retournée peuvent être trouvés dans `src/include/storage/lock.h`.

Ce paramètre n'est disponible que si la macro LOCK_DEBUG a été définie quand PostgreSQL™ a été compilé.

trace_lwlocks (boolean)

Si à on, génère des informations à propos de l'utilisation de verrous légers (lightweight lock). Les verrous légers servent principalement à fournir une exclusion mutuelle d'accès aux structures de données en mémoire partagée.

Ce paramètre n'est disponible que si la macro LOCK_DEBUG a été définie quand PostgreSQL™ a été compilé.

trace_userlocks (boolean)

Si activé, génère des informations à propos de l'utilisation de verrous utilisateurs. La sortie est la même que pour trace_locks, mais restreinte aux verrous informatifs.

trace_lock_oidmin (integer)

Si positionné, ne trace pas les verrouillages pour des tables en dessous de cet OID. (à utiliser pour ne pas avoir de sortie pour les tables systèmes)

Ce paramètre n'est disponible que si la macro LOCK_DEBUG a été définie quand PostgreSQL™ a été compilé.

trace_lock_table (integer)

Tracer les verrouillages sur cette table de façon inconditionnelle.

Ce paramètre n'est disponible que si la macro LOCK_DEBUG a été définie quand PostgreSQL™ a été compilé.

debug_deadlocks (boolean)

Si positionné, génère des informations à propos de tous les verrous en cours quand l'expiration de temps d'attente d'un verrou mortel se produit.

Ce paramètre n'est disponible que si la macro LOCK_DEBUG a été définie quand PostgreSQL™ a été compilé.

log_btree_build_stats (boolean)

Si positionné, trace des statistiques d'utilisation de ressource système (mémoire et processeur) sur différentes opérations B-tree.

Ce paramètre n'est disponible que si la macro BTREE_BUILD_STATS a été définie quand PostgreSQL™ a été compilé.

wal_debug (boolean)

Si ce paramètre est positionné à on, une sortie de débogage relative aux WAL est émise. Ce paramètre n'est disponible que si la macro WAL_DEBUG a été définie au moment de la compilation de PostgreSQL™.

ignore_checksum_failure (boolean)

Ne fonctionne que si data checksums est activé.

La détection d'un échec des sommes de vérification lors d'une lecture cause habituellement la levée d'une erreur par PostgreSQL™, ce qui annule la transaction en cours. Activer `ignore_checksum_failure` fait que le système ignore l'échec (mais rapporte toujours un message d'avertissement) et continue le traitement. Ce comportement pourrait être la *cause d'arrêts brutaux, de propagation ou de dissimulation de corruption, ou d'autres problème sérieux*. Néanmoins, il peut vous permettre de dépasser l'erreur et de récupérer les lignes endommagées qui pourraient toujours être présentes dans la table si l'en-tête du bloc est sain. Si l'en-tête est corrompu, une erreur sera rapportée même si cette option est activée. La configuration par défaut est `off`, et elle ne peut être modifiée que par un superutilisateur.

`zero_damaged_pages` (boolean)

La détection d'un en-tête de page endommagé cause normalement le renvoi d'une erreur par PostgreSQL™, annulant du même coup la transaction en cours. Activer `zero_damaged_pages` fait que le système renvoie un message d'avertissement, efface la page endommagée en mémoire et continue son traitement. Ce comportement *détruit des données*, très exactement toutes les lignes comprises dans la page endommagée. Néanmoins, il vous permet de passer l'erreur et de récupérer les lignes des pages non endommagées qui pourraient être présentes dans la table. C'est intéressant pour récupérer des données si une corruption est survenue à cause d'une erreur logicielle ou matérielle. Vous ne devriez pas activer cette option sauf si vous avez perdu tout espoir de récupérer les données des pages endommagées d'une table. L'effacement des pages n'est pas visible sur disque donc il est recommandé de recréer la table ou l'index avant de désactiver de nouveau ce paramètre. La configuration par défaut est `off`, et peut seulement être modifiée par un superutilisateur.

19.18. Options courtes

Pour des raisons pratiques, il existe également des commutateurs en ligne de commandes sur une seule lettre pour certains paramètres. Ceux-ci sont décrits dans le Tableau 19.2, « Clé d'option courte ». Certaines des options existent pour des raisons historiques et leur présence en tant qu'option courte ne doit pas être vue comme une incitation à son utilisation massive.

Tableau 19.2. Clé d'option courte

Option courte	Équivalent
<code>-B x</code>	<code>shared_buffers = x</code>
<code>-d x</code>	<code>log_min_messages = DEBUGx</code>
<code>-e</code>	<code>datestyle = euro</code>
<code>-fb, -fh, -fi, -fm, -fn, -fo, -fs, -ft</code>	<code>enable_bitmapscan = off, enable_hashjoin = off, enable_indexscan = off, enable_mergejoin = off, enable_nestloop = off, enable_indexonlyscan = off, enable_seqscan = off, enable_tidscan = off</code>
<code>-F</code>	<code>fsync = off</code>
<code>-h x</code>	<code>listen_addresses = x</code>
<code>-i</code>	<code>listen_addresses = '*'</code>
<code>-k x</code>	<code>unix_socket_directories = x</code>
<code>-l</code>	<code>ssl = on</code>
<code>-N x</code>	<code>max_connections = x</code>
<code>-O</code>	<code>allow_system_table_mods = on</code>
<code>-p x</code>	<code>port = x</code>
<code>-P</code>	<code>ignore_system_indexes = on</code>
<code>-s</code>	<code>log_statement_stats = on</code>
<code>-S x</code>	<code>work_mem = x</code>
<code>-tpa, -tpl, -te</code>	<code>log_parser_stats = on, log_planner_stats = on, log_executor_stats = on</code>
<code>-W x</code>	<code>post_auth_delay = x</code>

Chapitre 20. Authentification du client

Quand une application client se connecte au serveur de bases de données, elle indique le nom de l'utilisateur de base de données à utiliser pour la connexion, de la même façon qu'on se connecte à un ordinateur Unix sous un nom d'utilisateur particulier. Au sein de l'environnement SQL, le nom d'utilisateur de la base de données active détermine les droits régissant l'accès aux objets de la base de données -- voir le Chapitre 21, Rôles de la base de données pour plus d'informations. Ainsi, il est essentiel de limiter le nombre de bases de données auxquelles les utilisateurs peuvent se connecter.



Note

Comme expliqué dans le Chapitre 21, Rôles de la base de données, PostgreSQL™ gère les droits par l'intermédiaire des « rôles ». Dans ce chapitre, le terme *utilisateur de bases de données* est utilisé pour signifier « rôle disposant du droit LOGIN ».

L'*authentification* est le processus par lequel le serveur de bases de données établit l'identité du client et, par extension, détermine si l'application client (ou l'utilisateur qui l'utilise) est autorisée à se connecter avec le nom d'utilisateur de bases de données indiqué.

PostgreSQL™ offre quantité de méthodes d'authentification différentes. La méthode utilisée pour authentifier une connexion client particulière peut être sélectionnée d'après l'adresse (du client), la base de données et l'utilisateur.

Les noms d'utilisateur de bases de données sont séparés de façon logique des noms d'utilisateur du système d'exploitation sur lequel tourne le serveur. Si tous les utilisateurs d'un serveur donné ont aussi des comptes sur la machine serveur, il peut être pertinent d'attribuer aux utilisateurs de bases de données des noms qui correspondent à ceux des utilisateurs du système d'exploitation. Cependant, un serveur qui accepte des connexions distantes peut avoir des utilisateurs de bases de données dépourvus de compte correspondant sur le système d'exploitation. Dans ce cas, aucune correspondance entre les noms n'est nécessaire.

20.1. Le fichier pg_hba.conf

L'authentification du client est contrôlée par un fichier, traditionnellement nommé `pg_hba.conf` et situé dans le répertoire data du groupe de bases de données, par exemple `/usr/local/pgsql/data/pg_hba.conf` (HBA signifie « host-based authentication » : authentification fondée sur l'hôte.) Un fichier `pg_hba.conf` par défaut est installé lorsque le répertoire data est initialisé par `initdb`. Néanmoins, il est possible de placer le fichier de configuration de l'authentification ailleurs ; voir le paramètre de configuration `hba_file`.

Le format général du fichier `pg_hba.conf` est un ensemble d'enregistrements, un par ligne. Les lignes vides sont ignorées tout comme n'importe quel texte placé après le caractère de commentaire `#`. Un enregistrement est constitué d'un certain nombre de champs séparés par des espaces et/ou des tabulations. Les enregistrements ne peuvent pas être continués sur plusieurs lignes. Les champs peuvent contenir des espaces si la valeur du champ est mise entre guillemets doubles. Mettre entre guillemets un des mots-clés dans un champ base de données, utilisateur ou adresse (par exemple, `all` ou `replication`) fait que le mot perd son interprétation spéciale, ou correspond à la base de données, à l'utilisateur ou à l'hôte ayant ce nom.

Chaque enregistrement précise un type de connexion, une plage d'adresses IP (si approprié au type de connexion), un nom de base de données, un nom d'utilisateur et la méthode d'authentification à utiliser pour les connexions correspondant à ces paramètres. Le premier enregistrement qui correspond au type de connexion, à l'adresse client, à la base de données demandée et au nom d'utilisateur est utilisé pour effectuer l'authentification. Il n'y a pas de suite après une erreur (« fall-through » ou « backup ») : si un enregistrement est choisi et que l'authentification échoue, les enregistrements suivants ne sont pas considérés. Si aucun enregistrement ne correspond, l'accès est refusé.

Un enregistrement peut avoir l'un des sept formats suivants.

```
local      database  user    auth-method [auth-options]
host       database  user    address   auth-method [auth-options]
hostssl    database  user    address   auth-method [auth-options]
hostnoss1  database  user    address   auth-method [auth-options]
host       database  user    IP-address IP-mask auth-method [auth-options]
hostssl    database  user    IP-address IP-mask auth-method [auth-options]
hostnoss1  database  user    IP-address IP-mask auth-method [auth-options]
```

La signification des champs est la suivante :

local

Cet enregistrement intercepte les tentatives de connexion qui utilisent les sockets du domaine Unix. Sans enregistrement de ce type, les connexions de sockets du domaine Unix ne sont pas autorisées.

`host`

Cet enregistrement intercepte les tentatives de connexion par TCP/IP. Les lignes `host` s'appliquent à toute tentative de connexion, SSL ou non.



Note

Les connexions TCP/IP ne sont pas autorisées si le serveur n'est pas démarré avec la valeur appropriée du paramètre de configuration `listen_addresses`. En effet, par défaut, le serveur n'écoute que les connexions TCP/IP en provenance de l'adresse `loopback` locale, `localhost`.

`hostssl`

Cet enregistrement intercepte les seules tentatives de connexions par TCP/IP qui utilisent le chiffrement SSL.

Pour utiliser cette fonction, le serveur doit être compilé avec le support de SSL. De plus, SSL doit être activé au démarrage du serveur en positionnant le paramètre de configuration `ssl` (voir la Section 18.9, « Connexions tcp/ip sécurisées avec ssl » pour plus d'informations).

`hostnossal`

Cet enregistrement a un comportement opposé à `hostssl` : il n'intercepte que les tentatives de connexion qui n'utilisent pas SSL.

`database`

Indique les noms des bases de données concernées par l'enregistrement. La valeur `all` indique qu'il concerne toutes les bases de données. Le terme `sameuser` indique que l'enregistrement coïncide si la base de données demandée a le même nom que l'utilisateur demandé. Le terme `samerole` indique que l'utilisateur demandé doit être membre du rôle portant le même nom que la base de données demandée (`samegroup` est obsolète bien qu'il soit toujours accepté comme écriture alternative de `samerole`). Les super-utilisateurs ne sont pas considérés comme membres d'un rôle dans le cadre de `samerole` à moins qu'ils ne soient explicitement membres du rôle, de manière directe ou indirecte, et non pas juste par ses droits de super-utilisateur. La valeur `replication` indique que l'enregistrement établit une correspondance si une connexion de réPLICATION est demandée (notez que les connexions de réPLICATION ne ciblent pas une base de données particulière). Dans tous les autres cas, c'est le nom d'une base de données particulière. Plusieurs noms de base de données peuvent être fournis en les séparant par des virgules. Un fichier contenant des noms de base de données peut être indiqué en faisant précéder le nom du fichier de `@`.

`user`

Indique les utilisateurs de bases de données auxquels cet enregistrement correspond. La valeur `all` indique qu'il concerne tous les utilisateurs. Dans le cas contraire, il s'agit soit du nom d'un utilisateur spécifique de bases de données ou d'un nom de groupe précédé par un `+` (il n'existe pas de véritable distinction entre les utilisateurs et les groupes dans PostgreSQL™ ; un `+` signifie exactement « établit une correspondance pour tous les rôles faisant parti directement ou indirectement de ce rôle » alors qu'un nom sans `+` établit une correspondance avec ce rôle spécifique). Ainsi, un super-utilisateur n'est considéré comme membre d'un rôle que s'il est explicitement membre du rôle, directement ou indirectement, et non pas juste par ses droits de super-utilisateur. Plusieurs noms d'utilisateurs peuvent être fournis en les séparant par des virgules. Un fichier contenant des noms d'utilisateurs peut être indiqué en faisant précéder le nom du fichier de `@`.

`address`

Indique l'adresse IP ou la plage d'adresses IP à laquelle correspond cet enregistrement. Ce champ peut contenir soit un nom de machine (FQDN), soit le suffixe d'un domaine (sous la forme `.exemple.com`), soit une adresse ou une plage d'adresses IP, soit enfin l'un des mots-clés mentionnés ci-après.

Une plage d'adresses IP est spécifiée en utilisant la notation numérique standard (adresse de début de plage, suivi d'un slash `/`) et suivi de la longueur du masque CIDR. La longueur du masque indique le nombre de bits forts pour lesquels une correspondance doit être trouvée avec l'adresse IP du client. Les bits de droite doivent valoir zéro dans l'adresse IP indiquée. Il ne doit y avoir aucune espace entre l'adresse IP, le `/` et la longueur du masque CIDR.

À la place du `CIDR-address`, vous pouvez écrire `samehost` pour correspondre aux adresses IP du serveur ou `samenet` pour correspondre à toute adresse du sous-réseau auquel le serveur est directement connecté.

Une plage d'adresses IPv4 spécifiée au format CIDR est typiquement `172.20.143.89/32` pour un hôte seul, `172.20.143.0/24` pour un petit réseau ou `10.6.0.0/16` pour un réseau plus grand. Une plage d'adresses IPv6 spécifiée au format CIDR est par exemple `::1/128` pour un hôte seul (dans ce cas la boucle locale IPv6) ou `fe80::7a31:c1ff:0000:0000/96` pour un petit réseau. `0.0.0.0/0` représente toutes les adresses IPv4, et `::0/0` représente l'ensemble des adresses IPv6. Pour n'indiquer qu'un seul hôte, on utilise une longueur de masque de 32 pour IPv4 ou 128 pour IPv6. Dans une adresse réseau, ne pas oublier les zéros terminaux.

Une entrée donnée dans le format IPv4 correspondra seulement aux connexions IPv4, et une entrée donnée dans le format IPv6 correspondra seulement aux connexions IPv6, même si l'adresse représentée est dans la plage IPv4-in-IPv6. Notez que les entrées au format IPv6 seront rejetées si la bibliothèque C du système n'a pas de support des adresses IPv6.

La valeur `all` permet de cibler n'importe quelle adresse IP cliente, `samehost` n'importe quelle adresse IP du serveur ou `samenet` pour toute adresse IP faisant partie du même sous-réseau que le serveur.

Si un nom d'hôte est renseigné (dans les faits tout ce qui ne correspond pas à une plage d'adresse ou une plage d'adresses IP, ni à un mot clé, sera traité comme un nom d'hôte), ce nom est comparé au résultat d'une résolution de nom inverse de l'adresse IP du client (ou une recherche DNS inverse si un DNS est utilisé). Les comparaisons de noms d'hôtes ne sont pas sensibles à la casse. En cas de correspondance, une nouvelle recherche récursive de nom sera lancée afin de déterminer que le nom d'hôte concorde bel et bien avec l'adresse IP du client. L'enregistrement n'est validé qu'en cas de concordance entre la résolution inverse et la résolution récursive pour l'adresse IP cliente. (Le nom d'hôte fourni dans le fichier `pg_hba.conf` doit donc correspondre à au moins l'une des adresses IP fournies par le mécanisme de résolution de noms, sinon l'enregistrement ne sera pas pris en considération. Certains serveurs de noms réseau permettent d'associer une adresse IP à de multiples noms d'hôtes (alias DNS), mais bien souvent le système d'exploitation ne retourne qu'un seul nom d'hôte lors de la résolution d'une adresse IP.)

Un nom d'hôte débutant par un point (.) ciblera le suffixe du nom d'hôte du poste client. Du coup, indiquer `.exemple.com` correspondra à la machine `foo.exemple.com` (mais pas au client `exemple.com`).

Lorsque vous spécifiez des noms d'hôtes dans le fichier `pg_hba.conf`, vous devez vous assurer que la résolution de noms soit raisonnablement rapide. À défaut, il peut être avantageux de configurer un serveur-cache local pour effectuer la résolution de noms, tel que **nsqd**. Vous pouvez également valider le paramètre de configuration `log_hostname` afin de retrouver dans les journaux le nom d'hôte du client au lieu de sa simple adresse IP.

Ce champ ne concerne que les enregistrements `host`, `hostssl` et `hostnossal`.

Les utilisateurs se demandent parfois pourquoi les noms d'hôte sont gérés de cette manière apparemment si compliquée, avec deux résolutions de nom incluant une résolution inverse de l'adresse IP du client. Cela complique l'utilisation de cette fonctionnalité dans le cas où l'entrée de reverse-DNS n'est pas remplie ou retourne un nom d'hôte indésirable. Cela est fait essentiellement pour raison d'efficacité : de cette manière, une tentative de connexion nécessite au plus deux recherches de résolution, dont une inversée. S'il y a un problème de résolution avec une adresse, cela devient le problème du client. Une alternative d'implémentation hypothétique qui ne ferait pas de recherche inverse se verrait obligée de résoudre chaque nom d'hôte mentionné dans `pg_hba.conf` à chaque tentative de connexion. Cela serait plutôt lent si de nombreux noms étaient listés. De plus, s'il y a un problème de résolution pour un seul des noms d'hôte, cela devient le problème de tout le monde.

De plus, une résolution inverse est nécessaire pour implémenter la fonctionnalité de correspondance par suffixe dans la mesure où le nom d'hôte du candidat à la connexion doit être connu afin de pouvoir effectuer cette comparaison.

Enfin, cette méthode est couramment adoptée par d'autres implémentations du contrôle d'accès basé sur les noms d'hôtes, tels que le serveur web Apache ou TCP-wrapper.

IP-address, IP-mask

Ces champs peuvent être utilisés comme alternative à la notation *adresse IP/longueur masque*. Au lieu de spécifier la longueur du masque, le masque réel est indiquée dans une colonne distincte. Par exemple, `255.0.0.0` représente une longueur de masque CIDR IPv4 de 8, et `255.255.255.255` représente une longueur de masque de 32.

Ces champs ne concernent que les enregistrements `host`, `hostssl` et `hostnossal`.

auth-method

Indique la méthode d'authentification à utiliser lors d'une connexion via cet enregistrement. Les choix possibles sont résumés ici ; les détails se trouvent dans la Section 20.3, « Méthodes d'authentification ».

trust

Autorise la connexion sans condition. Cette méthode permet à quiconque peut se connecter au serveur de bases de données de s'enregistrer sous n'importe quel utilisateur PostgreSQL™ de son choix sans mot de passe ou autre authentification. Voir la Section 20.3.1, « Authentification trust » pour les détails.

reject

Rejette la connexion sans condition. Ce cas est utile pour « filtrer » certains hôtes d'un groupe, par exemple une ligne `reject` peut bloquer la connexion d'un hôte spécifique alors qu'une ligne plus bas permettra aux autres hôtes de se connecter à partir d'un réseau spécifique.

md5

Demande au client de fournir un mot de passe doublement chiffré MD5 pour l'authentification. Voir la Section 20.3.2,

« Authentification par mot de passe » pour les détails.

password

Requiert que le client fournisse un mot de passe non chiffré pour l'authentification. Comme le mot de passe est envoyé en clair sur le réseau, ceci ne doit pas être utilisé sur des réseaux non dignes de confiance. Voir la Section 20.3.2, « Authentification par mot de passe » pour les détails.

gss

Utilise GSSAPI pour authentifier l'utilisateur. Disponible uniquement pour les connexions TCP/IP. Voir Section 20.3.3, « Authentification GSSAPI » pour les détails.

sspi

Utilise SSPI pour authentifier l'utilisateur. Disponible uniquement sur Windows. Voir Section 20.3.4, « Authentification SSPI » pour plus de détails.

ident

Récupère le nom de l'utilisateur en contactant le serveur d'identification sur le poste client, et vérifie que cela correspond au nom d'utilisateur de base de données demandé. L'authentification Ident ne peut être utilisée que pour les connexions TCP/IP. Pour les connexions locales, elle sera remplacée par l'authentification peer.

peer

Récupère le nom d'utilisateur identifié par le système d'exploitation du client et vérifie que cela correspond au nom d'utilisateur de base de données demandé. Peer ne peut être utilisée que pour les connexions locales. Voir la Section 20.3.6, « Peer Authentication » ci-dessous pour les détails.

ldap

Authentification par un serveur LDAP. Voir la Section 20.3.7, « Authentification LDAP » pour les détails.

radius

Authentification par un serveur RADIUS. Voir Section 20.3.8, « Authentification RADIUS » pour les détails.

cert

Authentification par certificat client SSL. Voir Section 20.3.9, « Authentification de certificat » pour les détails.

pam

Authentification par les Pluggable Authentication Modules (PAM) fournis par le système d'exploitation. Voir la Section 20.3.10, « Authentification PAM » pour les détails.

bsd

Authentification utilisant le service BSD Authentication fourni par le système d'exploitation. Voir Section 20.3.11, « Authentification BSD » pour plus de détails.

auth-options

Après le champ *auth-method*, on peut trouver des champs de la forme *nom=valeur* qui spécifient des options pour la méthode d'authentification. Les détails sur les options disponibles apparaissent ci-dessous pour chaque méthode d'authentification.

En plus des options spécifiques à une méthode listées ci-dessous, il existe une option d'authentification indépendante de la méthode, appelée *clientcert*, qui peut être indiquée dans tout enregistrement *hostssl*. Une fois configurée à 1, cette option requiert le client à présenter un certificat SSL valide (de confiance), en plus des autres nécessités de la méthode d'authentification.

Les fichiers inclus par les constructions @ sont lus comme des listes de noms, séparés soit par des espaces soit par des virgules. Les commentaires sont introduits par le caractère # comme dans *pg_hba.conf*, et les constructions @ imbriquées sont autorisées. À moins que le nom du fichier qui suit @ ne soit un chemin absolu, il est supposé relatif au répertoire contenant le fichier le référençant.

Les enregistrements du fichier *pg_hba.conf* sont examinés séquentiellement à chaque tentative de connexion, l'ordre des enregistrements est donc significatif. Généralement, les premiers enregistrements ont des paramètres d'interception de connexions stricts et des méthodes d'authentification peu restrictives tandis que les enregistrements suivants ont des paramètres plus larges et des méthodes d'authentification plus fortes. Par exemple, on peut souhaiter utiliser l'authentification *trust* pour les connexions TCP/IP locales mais demander un mot de passe pour les connexion TCP/IP distantes. Dans ce cas, l'enregistrement précisant une authentification *trust* pour les connexions issues de 127.0.0.1 apparaît avant un enregistrement indiquant une authentification par mot de passe pour une plage plus étendue d'adresses IP client autorisées.

Le fichier *pg_hba.conf* est lu au démarrage et lorsque le processus serveur principal reçoit un signal SIGHUP. Si le fichier est édité sur un système actif, on peut signaler au postmaster (en utilisant *pg_ctl reload* ou *kill -HUP*) de relire le fichier.



Astuce

Pour se connecter à une base particulière, un utilisateur doit non seulement passer les vérifications de pg_hba.conf mais doit également avoir le droit CONNECT sur cette base. Pour contrôler qui peut se connecter à quelles bases, il est en général plus facile de le faire en donnant ou retirant le privilège CONNECT plutôt qu'en plaçant des règles dans le fichier pg_hba.conf.

Quelques exemples d'entrées de pg_hba.conf sont donnés ci-dessous dans l'Exemple 20.1, « Exemple d'entrées de pg_hba.conf ». Voir la section suivante pour les détails des méthodes d'authentification.

Exemple 20.1. Exemple d'entrées de pg_hba.conf

```
# Permettre à n'importe quel utilisateur du système local de se connecter
# à la base de données sous n'importe quel nom d'utilisateur au travers
# des sockets de domaine Unix (par défaut pour les connexions locales).
#
# TYPE  DATABASE      USER      ADDRESS            METHOD
local  all          all          trust

# La même chose en utilisant les connexions TCP/IP locales loopback.
#
# TYPE  DATABASE      USER      ADDRESS            METHOD
host   all          all          127.0.0.1/32      trust

# Pareil mais en utilisant une colonne netmask distincte.
#
# TYPE  DATABASE      USER      IP-ADDRESS        IP-mask           METHOD
host   all          all          127.0.0.1          255.255.255.255  trust

# Pareil mais en IPv6.
#
# TYPE  DATABASE      USER      ADDRESS            METHOD
host   all          all          ::1/128           trust

# À l'identique en utilisant le nom d'hôte (qui doit typiquement fonctionner en IPv4 et
# IPv6).
#
# TYPE  DATABASE      USER      ADDRESS            METHOD
host   all          all          localhost          trust

# Permettre à n'importe quel utilisateur de n'importe quel hôte d'adresse IP
# 192.168.93.x de se connecter à la base de données "postgres" sous le nom
# d'utilisateur qu'ident signale à la connexion (généralement le
# nom utilisateur du système d'exploitation).
#
# TYPE  DATABASE      USER      ADDRESS            METHOD
host   postgres     all          192.168.93.0/24    ident

# Permet à un utilisateur de l'hôte 192.168.12.10 de se connecter à la base de
# données "postgres" si le mot de passe de l'utilisateur est correctement fourni.
#
# TYPE  DATABASE      USER      ADDRESS            METHOD
host   postgres     all          192.168.12.10/32    md5

# Permet la connexion à n'importe quel utilisateur depuis toutes les machines du
# domaine exemple.com à n'importe quelle base de données si le mot de passe
# correct est fourni.
#
# TYPE  DATABASE      USER      ADDRESS            METHOD
host   all          all          .exemple.com       md5

# Si aucune ligne "host" ne précède, ces deux lignes rejettent toutes
# les connexions en provenance de 192.168.54.1 (puisque cette entrée déclenche
# en premier), mais autorisent les connexions GSSAPI de n'importe où
# ailleurs sur l'Internet. Le masque zéro signifie qu'aucun bit de l'ip de
# l'hôte n'est considéré, de sorte à correspondre à tous les hôtes.
#
```

```

# TYPE  DATABASE        USER        ADDRESS                 METHOD
host    all            all         192.168.54.1/32      reject
host    all            all         0.0.0.0/0           gss

# Permettre à tous les utilisateurs de se connecter depuis 192.168.x.x à n'importe
# quelle base de données s'ils passent la vérification d'identification. Si,
# par exemple, ident indique que l'utilisateur est "bryanh" et qu'il
# demande à se connecter en tant qu'utilisateur PostgreSQL "guest1", la
# connexion n'est permise que s'il existe une entrée dans pg_ident.conf pour la
# correspondance "omicron" disant que "bryanh" est autorisé à se connecter en
# tant que "guest1".
#
# TYPE  DATABASE        USER        ADDRESS                 METHOD
host    all            all         192.168.0.0/16       ident map=omicron

# Si ces trois lignes traitent seules les connexions locales, elles
# n'autorisent les utilisateurs locaux qu'à se connecter à leur propre
# base de données (base ayant le même nom que leur nom
# d'utilisateur) exception faite des administrateurs
# et des membres du rôle "support" qui peuvent se connecter à toutes les bases
# de données. Le fichier $PGDATA/admins contient une liste de noms
# d'administrateurs. Un mot de passe est requis dans tous les cas.
#
# TYPE  DATABASE        USER        ADDRESS                 METHOD
local   sameuser       all         md5
local   all            @admins     md5
local   all            +support    md5

# Les deux dernières lignes ci-dessus peuvent être combinées en une seule ligne :
local   all            @admins,+support      md5

# La colonne database peut aussi utiliser des listes et des noms de fichiers :
local   db1,db2,@demodbs all          md5

```

20.2. Correspondances d'utilisateurs

Lorsqu'on utilise une authentification externe telle que Ident ou GSSAPI, le nom de l'utilisateur du système d'exploitation qui a initié la connexion peut ne pas être le même que celui de l'utilisateur de la base à laquelle il tente de se connecter. Dans ce cas, une table de correspondance d'identités peut être mise en place pour faire correspondre le nom d'utilisateur système au nom d'utilisateur base de donnée. Pour utiliser une table de correspondance d'identités, spécifiez `map=nom-table` dans le champ options de `pg_hba.conf`. Cette option est supportée pour toutes les méthodes d'authentification qui reçoivent des noms d'utilisateurs externes. Comme différentes correspondances peuvent être nécessaires pour différentes connexions, le nom de la table à utiliser doit être spécifié dans le paramètre `nom-table` de `pg_hba.conf` afin d'indiquer quelle table utiliser pour chaque connexion.

Les tables de correspondance de noms d'utilisateurs sont définies dans le fichier de correspondance, qui par défaut s'appelle `pg_ident.conf` et est stocké dans le répertoire de données du cluster. (Toutefois, il est possible de placer la table de correspondance ailleurs ; voir le paramètre de configuration `ident_file`.) Le fichier de table de correspondance contient des lignes de la forme suivante :

```
nom-table nom-d-utilisateur-système nom-d-utilisateur-base
```

Les commentaires et les blancs sont traités de la même façon que dans `pg_hba.conf`. Le `nom-table` est un nom arbitraire qui sera utilisé pour faire référence à cette table de correspondance dans `pg_hba.conf`. Les deux autres champs spécifient un nom d'utilisateur du système d'exploitation et un nom d'utilisateur de la base de données correspondant. Le même `nom-correspondance` peut être utilisé de façon répétée pour indiquer plusieurs correspondances d'utilisateur dans la même carte.

Il n'y a aucune restriction sur le nombre d'utilisateurs de base de données auxquels un utilisateur du système d'exploitation peut correspondre et vice-versa. Du coup, les entrées dans une carte signifient que « cet utilisateur du système d'exploitation est autorisé à se connecter en tant que cet utilisateur de la base de données », plutôt que supposer qu'ils sont équivalents. La connexion sera autorisée s'il existe une entrée dans la carte qui correspond au nom d'utilisateur obtenu à partir du système d'authentification externe pour le nom de l'utilisateur de la base de données que l'utilisateur a indiqué.

Si le champ `system-username` commence avec un slash (/), le reste du champ est traité comme une expression rationnelle. (Voir Section 9.7.3.1, « Détails des expressions rationnelles » pour les détails de la syntaxe des expressions rationnelles avec Post-

greSQL™.). L'expression rationnelle peut inclure une copie (sous-expression entre parenthèses), qui peut ensuite être référencée dans le champ `database-username` avec le joker `\1` (antislash-un). Ceci permet la correspondance de plusieurs noms d'utilisateurs sur une seule ligne, ce qui est particulièrement utile pour les substitutions simples. Par exemple, ces entrées

```
mymap  /^( .*)@mydomain\.com$ \1
mymap  /^( .*)@otherdomain\.com$ guest
```

supprimeront la partie domaine pour les utilisateurs de système d'exploitation dont le nom finissent avec `@mydomain.com`, et permettront aux utilisateurs dont le nom se termine avec `@otherdomain.com` de se connecter en tant que `guest`.



Astuce

Gardez en tête que, par défaut, une expression rationnelle peut correspondre à une petite partie d'une chaîne. Il est généralement conseillé d'utiliser les jokers `^` et `$`, comme indiqué dans l'exemple ci-dessus, pour forcer une correspondance sur le nom entier de l'utilisateur du système d'exploitation.

Le fichier `pg_ident.conf` est lu au démarrage et quand le processus principal du serveur reçoit un signal `SIGHUP`. Si vous éditez le fichier sur un système en cours d'utilisation, vous devez notifier le postmaster (en utilisant `pg_ctl reload` ou `kill -HUP`) pour lui faire relire le fichier.

Un fichier `pg_ident.conf` qui pourrait être utilisé avec le fichier `pg_hba.conf` de Exemple 20.1, « Exemple d'entrées de `pg_hba.conf` » est montré en Exemple 20.2, « Un exemple de fichier `pg_ident.conf` ». Dans cet exemple, toute personne connectée sur une machine du réseau 192.168 qui n'a pas le nom d'utilisateur du système d'exploitation `bryanh`, `ann`, ou `robert` verrait son accès refusé. L'utilisateur Unix `robert` ne verrait son accès autorisé que lorsqu'il essaie de se connecter en tant qu'utilisateur PostgreSQL™ `bob`, pas en tant que `robert` ou qui que ce soit d'autre. `ann` ne serait autorisée à se connecter qu'en tant que `ann`. L'utilisateur `bryanh` aurait le droit de se connecter soit en tant que `bryanh`, soit en tant que `guest1`.

Exemple 20.2. Un exemple de fichier `pg_ident.conf`

```
# MAPNAME      SYSTEM-USERNAME    PG-USERNAME
omicron      bryanh            bryanh
omicron      ann              ann
# bob has user name robert on these machines
omicron      robert           bob
# bryanh can also connect as guest1
omicron      bryanh           guest1
```

20.3. Méthodes d'authentification

Les sous-sections suivantes décrivent les méthodes d'authentification en détail.

20.3.1. Authentification trust

Quand l'authentification `trust` est utilisée, PostgreSQL™ considère que quiconque peut se connecter au serveur est autorisé à accéder à la base de données quel que soit le nom d'utilisateur de bases de données qu'il fournit (même les noms des super-utilisateurs). Les restrictions apportées dans les colonnes `database` et `user` continuent évidemment de s'appliquer. Cette méthode ne doit être utilisée que si le système assure un contrôle adéquat des connexions au serveur.

L'authentification `trust` est appropriée et très pratique pour les connexions locales sur une station de travail mono-utilisateur. Elle n'est généralement *pas* appropriée en soi sur une machine multi-utilisateur. Cependant, `trust` peut tout de même être utilisé sur une machine multi-utilisateur, si l'accès au fichier socket de domaine Unix est restreint par les permissions du système de fichiers. Pour ce faire, on peut positionner les paramètres de configuration `unix_socket_permissions` (et au besoin `unix_socket_group`) comme cela est décrit dans la Section 19.3, « Connexions et authentification ». On peut également positionner le paramètre de configuration `unix_socket_directories` pour placer le fichier de socket dans un répertoire à l'accès convenablement restreint.

Le réglage des droits du système de fichiers n'a d'intérêt que le cas de connexions par les sockets Unix. Les droits du système de fichiers ne restreignent pas les connexions TCP/IP locales. Ainsi, pour utiliser les droits du système de fichiers pour assurer la sécurité locale, il faut supprimer la ligne `host ... 127.0.0.1 ...` de `pg_hba.conf` ou la modifier pour utiliser une mé-

thode d'authentification différente de `trust`.

L'authentification `trust` n'est envisageable, pour les connexions TCP/IP, que si chaque utilisateur de chaque machine autorisée à se connecter au serveur par les lignes `trust` du fichier `pg_hba.conf` est digne de confiance. Il est rarement raisonnable d'utiliser `trust` pour les connexions autres que celles issues de `localhost` (127.0.0.1).

20.3.2. Authentification par mot de passe

Les méthodes fondées sur une authentification par mot de passe sont `md5` et `password`. Ces méthodes fonctionnent de façon analogue à l'exception du mode d'envoi du mot de passe à travers la connexion : respectivement, hachage MD5 et texte en clair.

S'il existe un risque d'attaque par « interception (sniffing) » des mots de passe, il est préférable d'utiliser `md5`. L'utilisation de `password`, en clair, est toujours à éviter quand c'est possible. Néanmoins, `md5` ne peut pas être utilisé avec la fonctionnalité `db_user_namespace`. Si la connexion est protégée par un chiffrement SSL, alors `password` peut être utilisé avec sûreté (bien que l'authentification par certificat SSL pourrait être un meilleur choix s'il y a dépendance au sujet de l'utilisation de SSL).

Les mots de passe PostgreSQL™ sont distincts des mots de passe du système d'exploitation. Le mot de passe de chaque utilisateur est enregistré dans le catalogue système `pg_authid`. Ils peuvent être gérés avec les commandes SQL `CREATE USER(7)` et `ALTER ROLE(7)`. Ainsi, par exemple, `CREATE USER foo WITH PASSWORD 'secret';`. Si aucun mot de passe n'est enregistré pour un utilisateur, le mot de passe enregistré est nul et l'authentification par mot de passe échoue systématiquement pour cet utilisateur.

20.3.3. Authentification GSSAPI

GSSAPI™ est un protocole du standard de l'industrie pour l'authentification sécurisée définie dans RFC 2743. PostgreSQL™ supporte GSSAPI™ avec l'authentification Kerberos™ suivant la RFC 1964. GSSAPI™ fournit une authentification automatique (*single sign-on*) pour les systèmes qui le supportent. L'authentification elle-même est sécurisée mais les données envoyées sur la connexion seront en clair sauf si SSL est utilisé.

Le support de GSSAPI doit être activé quand PostgreSQL™ est compilé ; voir Chapitre 16, Procédure d'installation de PostgreSQL™ du code source pour plus d'informations.

Quand GSSAPI™ passe par Kerberos™, il utilise un service principal standard au format `nom_service/nom_hôte@domaine`. Le serveur PostgreSQL acceptera n'importe quel service principal inclus dans le fichier de clés utilisé par le serveur, mais il est nécessaire de faire attention de spécifier les détails du bon service principal quand une connexion est effectuée depuis le client utilisant le paramètre de connexion `krbsrvname`. (Voir aussi Section 32.1.2, « Mots clés de la chaîne de connexion ».) La valeur par défaut à l'installation, `postgres`, peut être changée lors de la compilation en utilisant `./configure --with-krb-srvnam=autrechose`. Dans la plupart des environnements, ce paramètre n'a jamais besoin d'être changé. Quelques implémentations de Kerberos peuvent nécessiter un nom de service différent, par exemple Microsoft Active Directory qui réclame que le nom de service soit en majuscule (POSTGRES).

`nom_hôte` est le nom d'hôte pleinement qualifié (*fully qualified host name*) de la machine serveur. Le domaine du service principal est le domaine préféré du serveur.

Les principaux du client peuvent être mis en correspondance avec différents noms d'utilisateurs PostgreSQL™ grâce au fichier de configuration `pg_ident.conf`. Par exemple, `pgusername@realm` pourrait correspondre à `pgusername`. De la même façon, vous pouvez utiliser le principal complet `username@realm` comme nom de rôle dans PostgreSQL™ sans aucune correspondance.

PostgreSQL™ supporte aussi un paramètre pour supprimer le royaume du principal. Cette méthode est supportée pour des raisons de compatibilité ascendante et est fortement déconseillé car il est ensuite impossible de distinguer différents utilisateurs avec le même nom d'utilisateur mais un domaine différent. Pour l'activer, configuez `include_realm` à 0. Pour des installations simples à un seul royaume, le faire en combinant avec la configuration du paramètre `krb_realm` (qui vérifie que le royaume du principal correspond exactement à ce qui est dans le paramètre `krb_realm`) est toujours sécurisé mais cette approche offre moins de possibilités en comparaison à la spécification d'une correspondance explicite.

Le fichier de clés du serveur doit être lisible (et de préférence uniquement lisible, donc sans écriture possible) par le compte serveur PostgreSQL™ (voir aussi la Section 18.1, « Compte utilisateur PostgreSQL™ »). L'emplacement du fichier de clés est indiqué grâce au paramètre de configuration `krb_server_keyfile`. La valeur par défaut est `/usr/local/pgsql/etc/krb5.keytab` (ou tout autre répertoire indiqué comme `sysconfdir` lors de la compilation). Pour des raisons de sécurité, il est recommandé d'utiliser un fichier de clés séparé pour PostgreSQL™ uniquement plutôt que d'ouvrir les droits sur le fichier de clés du système.

Le fichier de clés est généré pour le logiciel Kerberos ; voir la documentation de Kerberos pour plus de détails. L'exemple suivant est valable pour des implémentations de Kerberos 5 compatible MIT :

```
kadmin% ank -randkey postgres/server.my.domain.org
```

```
kadmin% ktadd -k krb5.keytab postgres/server.my.domain.org
```

Lors de la connexion à la base de données, il faut s'assurer de posséder un ticket pour le service principal correspondant au nom d'utilisateur de base de données souhaité. Par exemple, pour le nom d'utilisateur PostgreSQL fred, le service principal fred@EXAMPLE.COM pourrait se connecter. Pour autoriser aussi le service principal fred/users.example.com@EXAMPLE.COM, il faut utiliser une correspondance de nom d'utilisateur, comme décrit dans Section 20.2, « Correspondances d'utilisateurs ».

Le support de GSSAPI doit être activé lors de la construction de PostgreSQL™ ; voir Chapitre 16, Procédure d'installation de PostgreSQL™ du code source pour plus d'informations.

Les options de configuration suivantes sont supportées pour GSSAPI™ :

include_realm

Si configuré à 0, le nom du royaume provenant du principal de l'utilisateur authentifié est supprimé avant d'être passé à la correspondance du nom d'utilisateur (Section 20.2, « Correspondances d'utilisateurs »). Ceci n'est pas conseillé mais reste disponible principalement pour des raisons de compatibilité ascendante car ce n'est pas sûr dans des environnements avec plusieurs royaumes sauf si `krb_realm` est aussi utilisé. Il est recommandé de laisser `include_realm` configurer à sa valeur par défaut et de fournir une correspondance explicite dans `pg_ident.conf` pour convertir les noms de principaux en noms d'utilisateurs PostgreSQL™.

compat_realm

Si configuré à 1, le nom, compatible SAM, du domaine (aussi connu en tant que nom NetBIOS) est utilisé pour l'option `include_realm`. C'est la valeur par défaut. Si configuré à 0, le vrai nom de royaume provenant de nom du principal Kerberos est utilisé.

Ne désactivez pas cette option sauf si votre serveur est exécuté sous un compte domaine (ceci inclut les comptes de service virtuels sur un système membre du domaine) et si tous les clients s'authentifient via SSPI utilisent aussi des comptes domaines. Dans le cas contraire, l'authentification va échouer.

upn_username

Si cette option est activée avec `compat_realm`, le nom de l'utilisateur provenant du UPN Kerberos est utilisé pour l'authentification. Si elle est désactivée (par défaut), le nom d'utilisateur provenant de l'UPN Kerberos est utilisé pour l'authentification. Si elle est désactivée (par défaut), le nom d'utilisateur compatible SAM est utilisé. Par défaut, ces deux noms sont identiques pour les nouveaux comptes utilisateurs.

Notez que libpq utilise le nom compatible SAM si aucun nom d'utilisateur explicite n'est spécifié. Si vous utilisez la libpq ou un connecteur basé sur cette bibliothèque, vous devriez laisser cette option désactivée ou indiquer explicitement le nom d'utilisateur dans la chaîne de connexion.

map

Permet la mise en correspondance entre les noms système et base de données. Voir Section 20.2, « Correspondances d'utilisateurs » pour plus de détails. Pour un principal GSSAPI/Kerberos, tel que `username@EXAMPLE.COM` (ou, moins communément, `username/hostbased@EXAMPLE.COM`), le nom d'utilisateur utilisé pour la correspondance est `username@EXAMPLE.COM` (ou `username/hostbased@EXAMPLE.COM`, respectivement), sauf si `include_realm` a été configuré à 0, auquel cas `username` (ou `username/hostbased`) est ce qui est vu comme le nom d'utilisateur du système lors de la recherche de correspondance.

krb_realm

Configure le domaine pour la correspondance du principal de l'utilisateur. Si ce paramètre est configuré, seuls les utilisateurs de ce domaine seront acceptés. S'il n'est pas configuré, les utilisateurs de tout domaine peuvent se connecter, à condition que la correspondance du nom de l'utilisateur est faite.

20.3.4. Authentification SSPI

SSPI™ est une technologie Windows™ pour l'authentification sécurisée avec *single sign-on*. PostgreSQL™ utilise SSPI dans un mode de négociation (`negotiate`) qui utilise Kerberos™ si possible et NTLM™ sinon. L'authentification SSPI™ ne fonctionne que lorsque serveur et client utilisent Windows™ ou, sur les autres plateformes, quand GSSAPI™ est disponible.

Lorsque Kerberos™ est utilisé, SSPI™ fonctionne de la même façon que GSSAPI™. Voir Section 20.3.3, « Authentification GSSAPI » pour les détails.

Les options de configuration suivantes sont supportées pour SSPI™ :

include_realm

Si configuré à 0, le nom du royaume provenant du principal de l'utilisateur authentifié est supprimé avant d'être passé à la cor-

respondance du nom d'utilisateur (Section 20.2, « Correspondances d'utilisateurs »). Ceci n'est pas conseillé mais reste disponible principalement pour des raisons de compatibilité ascendante car ce n'est pas sûr dans des environnements avec plusieurs royaumes sauf si `krb_realm` est aussi utilisé. Il est recommandé aux utilisateurs de laisser `include_realm` configuré à sa valeur par défaut (1) et de fournir une correspondance explicite dans `pg_ident.conf`.

map

Permet la mise en correspondance entre les noms système et base de données. Voir Section 20.2, « Correspondances d'utilisateurs » pour plus de détails. Pour un principal GSSAPI/Kerberos, tel que `username@EXAMPLE.COM` (ou, moins communément, `username/hostbased@EXAMPLE.COM`), le nom d'utilisateur utilisé pour la correspondance est `username@EXAMPLE.COM` (ou `username/hostbased@EXAMPLE.COM`, respectivement), sauf si `include_realm` a été configuré à 0, auquel cas `username` (ou `username/hostbased`) est ce qui est vu comme le nom d'utilisateur du système lors de la recherche de correspondance.

krb_realm

Configure le domaine pour la correspondance du principal de l'utilisateur. Si ce paramètre est configuré, seuls les utilisateurs de ce domaine seront acceptés. S'il n'est pas configuré, les utilisateurs de tout domaine peuvent se connecter, à condition que la correspondance du nom de l'utilisateur est faite.

20.3.5. Authentification fondée sur ident

La méthode d'authentification ident fonctionne en obtenant le nom de l'opérateur du système depuis le serveur ident distant et en l'appliquant comme nom de l'utilisateur de la base de données (et après une éventuelle mise en correspondance). Cette méthode n'est supportée que pour les connexions TCP/IP.


Note

Lorsqu'ident est spécifié pour une connexion locale (c'est-à-dire non TCP/IP), l'authentification peer (voir Section 20.3.6, « Peer Authentication ») lui est automatiquement substituée.

Les options de configuration suivantes sont supportées pour identTM :

map

Permet la mise en correspondance entre les noms système et base de données. Voir Section 20.2, « Correspondances d'utilisateurs » pour plus de détails.

Le « protocole d'identification » est décrit dans la RFC 1413. Théoriquement, chaque système d'exploitation de type Unix contient un serveur ident qui écoute par défaut sur le port TCP 113. La fonctionnalité basique d'un serveur ident est de répondre aux questions telles que : « Quel utilisateur a initié la connexion qui sort du port X et se connecte à mon port Y ? ». Puisque PostgreSQLTM connaît X et Y dès lors qu'une connexion physique est établie, il peut interroger le serveur ident de l'hôte du client qui se connecte et peut ainsi théoriquement déterminer l'utilisateur du système d'exploitation pour n'importe quelle connexion.

Le revers de cette procédure est qu'elle dépend de l'intégrité du client : si la machine cliente est douteuse ou compromise, un attaquant peut lancer n'importe quel programme sur le port 113 et retourner un nom d'utilisateur de son choix. Cette méthode d'authentification n'est, par conséquent, appropriée que dans le cas de réseaux fermés dans lesquels chaque machine cliente est soumise à un contrôle strict et dans lesquels les administrateurs système et de bases de données opèrent en étroite collaboration. En d'autres mots, il faut pouvoir faire confiance à la machine hébergeant le serveur d'identification. Cet avertissement doit être gardé à l'esprit :

Le protocole d'identification n'a pas vocation à être un protocole d'autorisation ou de contrôle d'accès.

—RFC 1413

Certains serveurs ident ont une option non standard qui chiffre le nom de l'utilisateur retourné à l'aide d'une clé connue du seul administrateur de la machine dont émane la connexion. Cette option *ne doit pas* être employée lorsque le serveur ident est utilisé avec PostgreSQLTM car PostgreSQLTM n'a aucun moyen de déchiffrer la chaîne renvoyée pour déterminer le nom réel de l'utilisateur.

20.3.6. Peer Authentication

La méthode d'authentification peer utilise les services du système d'exploitation afin d'obtenir le nom de l'opérateur ayant lancé la commande client de connexion et l'utilise (après une éventuelle mise en correspondance) comme nom d'utilisateur de la base de données. Cette méthode n'est supportée que pour les connexions locales.

Les options de configuration suivantes sont supportées pour l'authentification peerTM :

map

Autorise la mise en correspondance entre le nom d'utilisateur fourni par le système d'exploitation et le nom d'utilisateur pour la base de données. Voir Section 20.2, « Correspondances d'utilisateurs » pour plus de détails.

L'authentification peer n'est disponible que sur les systèmes d'exploitation fournissant la fonction `getpeereid()`, le paramètre `SO_PEERCRED` pour les sockets ou un mécanisme similaire. Actuellement, cela inclut Linux, la plupart des variantes BSD (et donc OS X), ainsi que Solaris.

20.3.7. Authentification LDAP

Ce mécanisme d'authentification opère de façon similaire à `password` à ceci près qu'il utilise LDAP comme méthode de vérification des mots de passe. LDAP n'est utilisé que pour valider les paires nom d'utilisateur/mot de passe. De ce fait, pour pouvoir utiliser LDAP comme méthode d'authentification, l'utilisateur doit préalablement exister dans la base.

L'authentification LDAP peut opérer en deux modes. Dans le premier mode, que nous appellerons le mode « simple bind », le serveur fera un « bind » sur le nom distingué comme *préfixe nom_utilisateur suffixe*. Typiquement, le paramètre *prefix* est utilisé pour spécifier `cn=` ou `DOMAIN\` dans un environnement Active Directory. *suffix* est utilisé pour spécifier le reste du DN dans un environnement autre qu'Active Directory.

Dans le second mode, que nous appelerons mode « search+bind », le serveur commence un « bind » sur le répertoire LDAP avec un nom d'utilisateur et un mot de passe fixés, qu'il indique à `ldapbinddn` et `ldapbindpasswd`. Il réalise une recherche de l'utilisateur en essayant de se connecter à la base de données. Si aucun utilisateur et aucun mot de passe n'est configuré, un « bind » anonyme sera tenté sur le répertoire. La recherche sera réalisée sur le sous-arbre sur `ldapbasedn`, et essaiera une correspondance exacte de l'attribut indiqué par `ldapsrchattrbute`. Une fois que l'utilisateur a été trouvé lors de cette recherche, le serveur se déconnecte et effectue un nouveau « bind » au répertoire en tant que cet utilisateur, en utilisant le mot de passe indiqué par le client pour vérifier que la chaîne de connexion est correcte. Ce mode est identique à celui utilisé par les schémas d'authentification LDAP dans les autres logiciels, tels que les modules Apache `mod_authnz_ldap` et `pam_ldap`. Cette méthode permet une plus grande flexibilité sur l'emplacement des objets utilisateurs dans le répertoire mais demandera deux connexions au serveur LDAP.

Les options de configuration suivantes sont utilisées dans les deux modes :

ldapserver

Noms ou adresses IP des serveurs LDAP auxquels se connecter. Plusieurs serveurs peuvent être indiqués, en les séparant par des espaces.

ldapport

Numéro de port du serveur LDAP auquel se connecter. Si aucun port n'est spécifié, le port par défaut de la bibliothèque LDAP sera utilisé.

ldaptls

Positionnez à 1 pour que la connexion entre PostgreSQL et le serveur LDAP utilise du chiffrage TLS. Notez que ceci ne chiffre que le trafic jusqu'au serveur LDAP -- la connexion vers le client peut toujours ne pas être chiffrée sauf si SSL est utilisé.

Les options suivantes sont utilisées uniquement dans le mode « simple bind » :

ldapprefix

Chaîne à préfixer au nom de l'utilisateur pour former le DN utilisé comme lien lors d'une simple authentification *bind*.

ldapsuffix

Chaîne à suffixer au nom de l'utilisateur pour former le DN utilisé comme lien lors d'une simple authentification *bind*.

Les options suivantes sont utilisées uniquement dans le mode « search+bind » :

ldapbasedn

Racine DN pour commencer la recherche de l'utilisateur lors d'une authentification *search+bind*.

ldapbinddn

DN de l'utilisateur pour se lier au répertoire avec lequel effectuer la recherche lors d'une authentification *search+bind*.

ldapbindpasswd

Mot de passe de l'utilisateur pour se lier au répertoire avec lequel effectuer la recherche lors d'une authentification *search+bind*.

ldapsrchattrbute

Attribut à faire correspondre au nom d'utilisateur dans la recherche lors d'une authentification *search+bind*. Si aucun attribut

n'est indiqué, l'attribut `uid` sera utilisé.

`ldapurl`

Une URL LDAP dont le format est spécifié par la RFC 4516. C'est une autre façon d'écrire certaines options LDAP d'une façon plus compacte et standard. Le format est :

```
ldap://host[:port]/basedn[?[attribut][?[scope]]]
```

`scope` doit faire partie des possibilités suivantes : `base`, `one`, `sub`. Ce sera généralement la dernière possibilité. Seulement un attribut est utilisé. Quelques autres composants des URL LDAP standards comme les filtres et les extensions ne sont pas supportés.

Pour les « bind » non anonymes, `ldapbinddn` et `ldapbindpasswd` doivent être spécifiées comme des options séparées.

Pour utiliser les connexions LDAP chiffrées, l'option `ldaptls` doit être utilisée avec `ldapurl`. Le schéma d'URL `ldaps` (connexion SSL directe) n'est pas supporté.

Les URL LDAP sont actuellement seulement supportées par OpenLDAP, et pas sous Windows.

Mixer les options de configurations du mode « simple bind » et du mode « search+bind » est une erreur.

Voici un exemple de configuration LDAP pour le mode « simple bind » :

```
host ... ldap ldapserver=ldap.example.net ldapprefix="cn=" ldapsuffix=", dc=example, dc=net"
```

Quand une connexion au serveur de base de données est demandée en tant que `un_utilisateur`, PostgreSQL tentera un « bind » vers le serveur LDAP en utilisant le DN `cn=un_utilisateur, dc=example, dc=net` et le mot de passe fourni par le client. Si cette connexion réussit, l'accès à la base de données est accepté.

Voici un exemple de configuration LDAP pour le mode « search+bind » :

```
host ... ldap ldapserver=ldap.example.net ldapbasedn="dc=example, dc=net"
ldapsearchattribute=uid
```

Quand une connexion au serveur de base de données est demandée en tant que `un_utilisateur`, PostgreSQL tentera un « bind » anonyme (car `ldapbinddn` n'a pas été précisé) au serveur LDAP, effectuera une recherche pour (`uid=un_utilisateur`) sous la base DN spécifiée. Si une entrée est trouvée, il tentera alors de faire un « bind » en utilisant l'information trouvée et le mot de passe fourni par le client. Si cette deuxième connexion réussit, l'accès à la base de données est accepté.
If an entry is found, it will then attempt to bind using that found information and the password supplied by the client. If that second connection succeeds, l'accès à la base de données est accepté.

Voici la même configuration « search+bind » écrite sous la forme d'une URL :

```
host ... ldap ldapurl="ldap://ldap.example.net/dc=example,dc=net?uid?sub"
```

D'autres logiciels qui supportent l'authentification LDAP utilisent le même format d'URL donc cela facilitera le partage de configuration.



Astuce

Comme LDAP utilise souvent des virgules et des espaces pour séparer les différentes parties d'un DN, il est souvent nécessaire d'utiliser des paramètres entourés de guillemets durant le paramétrage des options LDAP, comme montré dans les exemples.

20.3.8. Authentification RADIUS

Cette méthode d'authentification opère de façon similaire à `password` sauf qu'il existe la méthode RADIUS pour la vérification du mot de passe. RADIUS est seulement utilisé pour valider des pairs nom utilisateur / mot de passe. Du coup, l'utilisateur doit déjà exister dans la base de données avant que RADIUS puisse être utilisé pour l'authentification.

Lors de l'utilisation de l'authentification RADIUS, un message de demande d'accès (*Access Request*) sera envoyé au serveur RADIUS configuré. Cette demande sera du type « authentification seule » (*Authenticate Only*) et inclura les paramètres pour

le nom de l'utilisateur, son mot de passe (chiffré) et un identifiant NAS (NAS Identifier). La demande sera chiffrée en utilisant un secret partagé avec le serveur. Le serveur RADIUS répondra au serveur soit la réussite (Access Accept) soit l'échec (Access Reject) de l'accès. Il n'y a pas de support des comptes RADIUS.

Les options de configuration suivantes sont supportées par RADIUS :

radiusserver

Le nom ou l'adresse IP sur serveur RADIUS pour l'authentification. Ce paramètre est requis.

radiussecret

Le secret partagé utilisé lors de discussions sécurisées avec le serveur RADIUS. Il doit y avoir exactement la même valeur sur le serveur PostgreSQL et sur le serveur RADIUS. Il est recommandé d'utiliser une chaîne d'au moins 16 caractères. Ce paramètre est requis.

**Note**

Le vecteur de chiffrement utilisé sera un chiffrement fort seulement si PostgreSQL™ a été compilé avec le support d'OpenSSL™. Dans les autres cas, la transmission au serveur RADIUS peut seulement être considérée comme caché, et non pas sécurisé, et des mesures de sécurité externes doivent être appliquées si nécessaire.

radiusport

Le numéro de port sur le serveur RADIUS pour la connexion. Si aucun port n'est indiqué, le port par défaut, 1812, sera utilisé.

radiusidentifier

La chaîne utilisée comme identifiant NAS (NAS Identifier) dans les demandes RADIUS. Ce paramètre peut être utilisé comme second paramètre identifiant par exemple l'utilisateur de bases de données pour la connexion. C'est utilisable pour des vérifications sur le serveur RADIUS. Si aucune identifiant n'est spécifié, la valeur par défaut, postgresql, sera utilisée.

20.3.9. Authentification de certificat

Cette méthode d'authentification utilise des clients SSL pour procéder à l'authentification. Elle n'est par conséquent disponible que pour les connexions SSL. Quand cette méthode est utilisée, le serveur exigera que le client fournit un certificat valide et de confiance. Aucune invite de saisie de mot de passe ne sera envoyée au client. L'attribut `cn` (Common Name) du certificat sera comparé au nom d'utilisateur de base de données demandé. S'ils correspondent, la connexion sera autorisée. La correspondance des noms d'utilisateurs peut être utilisée pour permettre au `cn` d'être différent du nom d'utilisateur de la base de données.

Les options de configuration suivantes sont supportées pour l'authentification par certificat SSL :

map

Permet la correspondance entre les noms d'utilisateur système et les noms d'utilisateurs de bases de données. Voir Section 20.2, « Correspondances d'utilisateurs » pour les détails.

Dans un enregistrement de `pg_hba.conf` indiquant une authentification par certificat, l'option d'authentification `clientcert` est supposée valoir 1, et elle ne peut pas être désactivée car un certificat client est nécessaire pour cette méthode. Ce que la méthode `cert` ajoute au test basique de validité du certificat `clientcert` est une vérification que l'attribut `cn` correspond à un nom d'utilisateur de la base.

20.3.10. Authentification PAM

Ce mécanisme d'authentification fonctionne de façon similaire à `password` à ce près qu'il utilise PAM (Pluggable Authentication Modules) comme méthode d'authentification. Le nom du service PAM par défaut est `postgresql`. PAM n'est utilisé que pour valider des paires nom utilisateur/mot de passe et en option le nom de l'hôte distant connecté ou de l'adresse IP. De ce fait, avant de pouvoir utiliser PAM pour l'authentification, l'utilisateur doit préalablement exister dans la base de données. Pour plus d'informations sur PAM, merci de lire la page *Linux-PAM™*.

Les options suivantes sont supportées pour PAM :

pamservice

Nom de service PAM.

pam_use_hostname

Détermine si l'adresse IP ou le nom d'hôte distant est fourni aux modules PAM via l'élément PAM_RHOST. Par défaut, l'adresse IP est utilisée. Configurez cette option à 1 pour utiliser à la place le nom d'hôte résolu. La résolution de nom d'hôte peut amener des délais de connexion. (La plupart des configurations PAM n'utilise pas cette information, donc il est seule-

ment nécessaire de considérer ce paramètre si une configuration PAM a été créée spécifiquement pour l'utiliser.)



Note

Si PAM est configuré pour lire /etc/shadow, l'authentification échoue car le serveur PostgreSQL est exécuté en tant qu'utilisateur standard. Ce n'est toutefois pas un problème quand PAM est configuré pour utiliser LDAP ou les autres méthodes d'authentification.

20.3.11. Authentification BSD

Cette méthode d'authentification opère de façon similaire à password sauf qu'elle utilise l'authentification BSD pour vérifier le mot de passe. L'authentification BSD est seulement utilisée pour valider la paire nom d'utilisateur/mot de passe. De ce fait, le rôle de l'utilisation doit déjà exister dans la base de données avant que l'authentification BSD puisse être utilisée pour l'authentification. Cette méthode est actuellement uniquement disponible sur OpenBSD.

L'authentification BSD dans PostgreSQL™ utilise le type de login auth-postgresql et s'authentifie avec la classe de login postgresql si c'est défini dans login.conf. Par défaut, cette classe de login n'existe pas, et PostgreSQL™ utilisera la classe de login par défaut.



Note

Pour utiliser l'authentification BSD, le compte utilisateur PostgreSQL (c'est-à-dire l'utilisateur système qui exécute le serveur) doit d'abord être ajouté dans le groupe auth. Le groupe auth existe par défaut sur les systèmes OpenBSD.

20.4. Problèmes d'authentification

Les erreurs et problèmes d'authentification se manifestent généralement par des messages d'erreurs tels que ceux qui suivent.

```
FATAL: no pg_hba.conf entry for host "123.123.123.123", user "andym", database "testdb"
```

ou, en français,

```
FATAL: pas d'entrée pg_hba.conf pour l'hôte "123.123.123.123", utilisateur "andym", base "testdb"
```

C'est le message le plus probable lorsque le contact peut être établi avec le serveur mais qu'il refuse de communiquer. Comme le suggère le message, le serveur a refusé la demande de connexion parce qu'il n'a trouvé aucune entrée correspondante dans son fichier de configuration pg_hba.conf.

```
FATAL: password authentication failed for user "andym"
```

ou, en français,

```
FATAL: l'authentification par mot de passe a échoué pour l'utilisateur "andym"
```

Les messages de ce type indiquent que le serveur a été contacté et qu'il accepte la communication, mais pas avant que la méthode d'authentification indiquée dans le fichier pg_hba.conf n'ait été franchie avec succès. Le mot de passe fourni, le logiciel d'identification ou le logiciel Kerberos doivent être vérifiés en fonction du type d'authentification mentionné dans le message d'erreur.

```
FATAL: user "andym" does not exist
```

ou, en français,

```
FATAL: l'utilisateur "andym" n'existe pas
```

Le nom d'utilisateur indiqué n'a pas été trouvé.

```
FATAL: database "testdb" does not exist
```

ou, en français,

```
FATAL: la base "testdb" n'existe pas
```

La base de données utilisée pour la tentative de connexion n'existe pas. Si aucune base n'est précisée, le nom de la base par défaut

est le nom de l'utilisateur, ce qui peut être approprié ou non.



Astuce

Les traces du serveur contiennent plus d'informations sur une erreur d'authentification que ce qui est rapporté au client. En cas de doute sur les raisons d'un échec, il peut s'avérer utile de les consulter.

Chapitre 21. Rôles de la base de données

PostgreSQL™ gère les droits d'accès aux bases de données en utilisant le concept de *rôles*. Un rôle peut être vu soit comme un utilisateur de la base de données, soit comme un groupe d'utilisateurs de la base de données, suivant la façon dont le rôle est configuré. Les rôles peuvent posséder des objets de la base de données (par exemple des tables et des fonctions) et peuvent affecter des droits sur ces objets à d'autres rôles pour contrôler qui a accès à ces objets. De plus, il est possible de donner l'*appartenance* d'un rôle à un autre rôle, l'autorisant du coup à utiliser les droits affectés à un autre rôle.

Le concept des rôles comprends les concepts des « utilisateurs » et des « groupes ». Dans les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 8.1, les utilisateurs et les groupes étaient des types d'entité distincts mais, maintenant, ce ne sont que des rôles. Tout rôle peut agir comme un utilisateur, un groupe ou les deux.

Ce chapitre décrit comment créer et gérer des rôles. Section 5.6, « Droits » donne plus d'informations sur les effets des droits des rôles pour les différents objets de la base de données.

21.1. Rôles de la base de données

Conceptuellement, les rôles de la base sont totalement séparés des utilisateurs du système d'exploitation. En pratique, il peut être commode de maintenir une correspondance mais cela n'est pas requis. Les rôles sont globaux à toute une installation de groupe de bases de données (et non individuelle pour chaque base). Pour créer un rôle, utilisez la commande SQL CREATE ROLE(7) :

```
CREATE ROLE nom_utilisateur;
```

nom_utilisateur suit les règles des identifiants SQL : soit sans guillemets et sans caractères spéciaux, soit entre double-guillemets (en pratique, vous voudrez surtout ajouter des options supplémentaires, comme LOGIN, à cette commande. Vous trouverez plus de détails ci-dessous). Pour supprimer un rôle existant, utilisez la commande analogue DROP ROLE(7) :

```
DROP ROLE nom_utilisateur;
```

Pour une certaine facilité d'utilisation, les programmes createuser(1) et dropuser(1) sont fournis comme emballage de ces commandes SQL et peuvent être appelés depuis la ligne de commande du shell :

```
createuser nom_utilisateur
dropuser nom_utilisateur
```

Pour déterminer l'ensemble des rôles existants, examinez le catalogue système pg_roles existant, par exemple

```
SELECT rolname FROM pg_roles;
```

La métacommande \du du programme psql(1) est aussi utile pour lister les rôles existants.

Afin d'amorcer le système de base de données, un système récemment installé contient toujours un rôle prédéfini. Ce rôle est un superutilisateur et aura par défaut le même nom que l'utilisateur du système d'exploitation qui a initialisé le groupe de bases de données (à moins que cela ne soit modifié en lançant la commande initdb). Par habitude, ce rôle sera nommé `postgres`. Pour créer plus de rôles, vous devez d'abord vous connecter en tant que ce rôle initial.

Chaque connexion au serveur de la base de données est faite au nom d'un certain rôle et ce rôle détermine les droits d'accès initiaux pour les commandes lancées sur cette connexion. Le nom du rôle à employer pour une connexion à une base particulière est indiqué par le client initialisant la demande de connexion et ce, de la manière qui lui est propre. Par exemple, le programme `psql` utilise l'option de ligne de commandes `-U` pour préciser sous quel rôle il se connecte. Beaucoup d'applications (incluant `createuser` et `psql`) utilisent par défaut le nom courant de l'utilisateur du système d'exploitation. Par conséquent, il peut souvent être pratique de maintenir une correspondance de nommage entre les rôles et les utilisateurs du système d'exploitation.

La configuration de l'authentification du client détermine avec quel rôle de la base, la connexion cliente donnée se connectera, comme cela est expliqué dans le Chapitre 20, Authentification du client (donc, un client n'est pas obligé de se connecter avec le rôle du même nom que son nom d'utilisateur dans le système d'exploitation ; de la même façon que le nom de connexion d'un utilisateur peut ne pas correspondre à son vrai nom). Comme le rôle détermine l'ensemble des droits disponibles pour le client connecté, il est important de configurer soigneusement les droits quand un environnement multi-utilisateurs est mis en place.

21.2. Attributs des rôles

Un rôle de bases de données peut avoir un certain nombre d'attributs qui définissent ses droits et interagissent avec le système d'authentification du client.

droit de connexion

Seuls les rôles disposant de l'attribut `LOGIN` peuvent être utilisés comme nom de rôle initial pour une connexion à une base

de données. Un rôle avec l'attribut LOGIN peut être considéré de la même façon qu'un « utilisateur de la base de données ». Pour créer un rôle disposant du droit de connexion, utilisez :

```
CREATE ROLE nom LOGIN;
CREATE USER nom;
```

(CREATE USER est équivalent à CREATE ROLE sauf que CREATE USER utilise LOGIN par défaut alors que CREATE ROLE ne le fait pas)

statut de superutilisateur

Les superutilisateurs ne sont pas pris en compte dans les vérifications des droits, sauf le droit de connexion ou d'initier la réplication. Ceci est un droit dangereux et ne devrait pas être utilisé sans faire particulièrement attention ; il est préférable de faire la grande majorité de votre travail avec un rôle qui n'est pas superutilisateur. Pour créer un nouveau superutilisateur, utilisez CREATE ROLE nom SUPERUSER. Vous devez le faire en tant que superutilisateur.

création de bases de données

Les droits de création de bases doivent être explicitement données à un rôle (à l'exception des super-utilisateurs qui passent au travers de toute vérification de droits). Pour créer un tel rôle, utilisez CREATE ROLE nom_utilisateur CREATEDB.

création de rôle

Un rôle doit se voir explicitement donné le droit de créer plus de rôles (sauf pour les superutilisateurs vu qu'ils ne sont pas pris en compte lors des vérifications de droits). Pour créer un tel rôle, utilisez CREATE ROLE nom CREATEROLE. Un rôle disposant du droit CREATEROLE peut aussi modifier et supprimer d'autres rôles, ainsi que donner ou supprimer l'appartenance à ces rôles. Néanmoins, pour créer, modifier, supprimer ou changer l'appartenance à un rôle superutilisateur, le statut de superutilisateur est requis ; CREATEROLE n'est pas suffisant pour cela.

initier une réplication

Un rôle doit se voir explicitement donné le droit d'initier une réplication en flux (sauf pour les superutilisateurs, puisqu'ils ne sont pas soumis aux vérifications de permissions). Un rôle utilisé pour la réplication en flux doit avoir le droit LOGIN. Pour créer un tel rôle, utilisez CREATE ROLE nom REPLICATION LOGIN.

mot de passe

Un mot de passe est seulement significatif si la méthode d'authentification du client exige que le client fournit un mot de passe quand il se connecte à la base. Les méthodes d'authentification par mot de passe et md5 utilisent des mots de passe. Les mots de passe de la base de données ne sont pas les mêmes que ceux du système d'exploitation. Indiquez un mot de passe lors de la création d'un rôle avec CREATE ROLE nom_utilisateur PASSWORD 'le_mot_de_passe'.

Les attributs d'un rôle peuvent être modifiés après sa création avec ALTER ROLE. Regardez les pages de références de CREATE ROLE(7) et de ALTER ROLE(7) pour plus de détails.



Astuce

Une bonne pratique est de créer un rôle qui dispose des droits CREATEDB et CREATEROLE mais qui n'est pas un superutilisateur, et d'utiliser ce rôle pour toute la gestion des bases de données et des rôles. Cette approche évite les dangers encourus en travaillant en tant que superutilisateur pour des tâches qui n'ont pas besoin de cet état.

Un rôle peut aussi configurer ses options par défaut pour de nombreux paramètres de configuration décrits dans le Chapitre 19, Configuration du serveur. Par exemple, si, pour une raison ou une autre, vous voulez désactiver les parcours d'index (conseil : ce n'est pas une bonne idée) à chaque fois que vous vous connectez, vous pouvez utiliser :

```
ALTER ROLE myname SET enable_indexscan TO off;
```

Cela sauve les paramètres (mais ne les applique pas immédiatement). Dans les connexions ultérieures de ce rôle, c'est comme si SET enable_indexscan TO off avait été appelé juste avant le démarrage de la session. Vous pouvez toujours modifier les paramètres durant la session. Pour supprimer une configuration par défaut spécifique à un rôle, utilisez ALTER ROLE nom_utilisateur RESET nom_variable. Notez que les valeurs par défaut spécifiques aux rôles sans droit de connexion (LOGIN) sont vraiment inutiles car ils ne seront jamais appellés.

21.3. Appartenance d'un rôle

Il est souvent intéressant de grouper les utilisateurs pour faciliter la gestion des droits : de cette façon, les droits peuvent être donnés ou supprimés pour tout un groupe. Dans PostgreSQL™, ceci se fait en créant un rôle représentant le groupe, puis en ajoutant les rôles utilisateurs individuels *membres* de ce groupe.

Pour configurer un rôle en tant que groupe, créez tout d'abord le rôle :

```
CREATE ROLE nom;
```

Typiquement, un rôle utilisé en tant que groupe n'aura pas l'attribut LOGIN bien que vous puissiez le faire si vous le souhaitez.

Une fois que ce rôle existe, vous pouvez lui ajouter et lui supprimer des membres en utilisant les commandes GRANT(7) et REVOKE(7) :

```
GRANT role_groupe TO role1, ... ;
REVOKE role_groupe FROM role1, ... ;
```

Vous pouvez aussi faire en sorte que d'autres rôles appartiennent à ce groupe (car il n'y a pas réellement de distinction entre les rôles groupe et les rôles non groupe). La base de données ne vous laissera pas configurer des boucles circulaires d'appartenance. De plus, il est interdit de faire en sorte qu'un membre appartienne à PUBLIC.

Les membres d'un rôle groupe peuvent utiliser les droits du rôle de deux façons. Tout d'abord, chaque membre d'un groupe peut exécuter explicitement SET ROLE(7) pour « devenir » temporairement le rôle groupe. Dans cet état, la session de la base de données a accès aux droits du rôle groupe plutôt qu'à ceux du rôle de connexion original et tous les objets créés sont considérés comme appartenant au rôle groupe, et non pas au rôle utilisé lors de la connexion. Deuxièmement, les rôles membres qui ont l'attribut INHERIT peuvent utiliser automatiquement les droits des rôles dont ils sont membres, ceci incluant les droits hérités par ces rôles. Comme exemple, supposons que nous avons lancé les commandes suivantes :

```
CREATE ROLE joe LOGIN INHERIT;
CREATE ROLE admin NOINHERIT;
CREATE ROLE wheel NOINHERIT;
GRANT admin TO joe;
GRANT wheel TO admin;
```

Immédiatement après connexion en tant que joe, la session de la base de données peut utiliser les droits donnés directement à joe ainsi que ceux donnés à admin parce que joe « hérite » des droits de admin. Néanmoins, les droits donnés à wheel ne sont pas disponibles parce que, même si joe est un membre indirect de wheel, l'appartenance se fait via admin qui dispose de l'attribut NOINHERIT. Après :

```
SET ROLE admin;
```

la session aura la possibilité d'utiliser les droits donnés à admin mais n'aura plus accès à ceux de joe. Après :

```
SET ROLE wheel;
```

la session pourra utiliser uniquement ceux de wheel, mais ni ceux de joe ni ceux de admin. L'état du droit initial peut être restauré avec une des instructions suivantes :

```
SET ROLE joe;
SET ROLE NONE;
RESET ROLE;
```



Note

La commande **SET ROLE** autorisera toujours la sélection de tout rôle dont le rôle de connexion est membre directement ou indirectement. Du coup, dans l'exemple précédent, il n'est pas nécessaire de devenir admin pour devenir wheel.



Note

Dans le standard SQL, il existe une distinction claire entre les utilisateurs et les rôles. Les utilisateurs ne peuvent pas hériter automatiquement alors que les rôles le peuvent. Ce comportement est obtenu dans PostgreSQL™ en donnant aux rôles utilisés comme des rôles SQL l'attribut INHERIT, mais en donnant aux rôles utilisés en tant qu'utilisateurs SQL l'attribut NOINHERIT. Néanmoins, par défaut, PostgreSQL™ donne à tous les rôles l'attribut INHERIT pour des raisons de compatibilité avec les versions précédant la 8.1 dans lesquelles les utilisateurs avaient toujours les droits des groupes dont ils étaient membres.

Les attributs LOGIN, SUPERUSER, CREATEDB et CREATEROLE peuvent être vus comme des droits spéciaux qui ne sont jamais hérités contrairement aux droits ordinaires sur les objets de la base. Vous devez réellement utiliser **SET ROLE** vers un rôle spécifique pour avoir un de ces attributs et l'utiliser. Pour continuer avec l'exemple précédent, nous pourrions très bien choisir de donner les droits CREATEDB et CREATEROLE au rôle admin. Puis, une session connectée en tant que le rôle joe n'aurait pas ces droits immédiatement, seulement après avoir exécuté **SET ROLE admin**.

Pour détruire un rôle groupe, utilisez DROP ROLE(7):

```
DROP ROLE nom;
```

Toute appartenance à ce rôle est automatiquement supprimée (mais les rôles membres ne sont pas autrement affectés).

21.4. Supprimer des rôles

Comme les rôles peuvent posséder des objets dans une base de données et peuvent détenir des droits pour accéder à d'autres objets, supprimer un rôle n'est généralement pas la seule exécution d'un DROP ROLE(7). Tout objet appartenant à un rôle doit d'abord être supprimé ou réaffecté à d'autres propriétaires ; et tout droit donné à un rôle doit être révoqué.

L'appartenance des objets doit être transférée, un à la fois, en utilisant des commandes **ALTER**, par exemple :

```
ALTER TABLE table_de_bob OWNER TO alice;
```

Il est aussi possible d'utiliser la commande REASSIGN OWNED(7) pour réaffecter tous les objets du rôle à supprimer à un autre rôle. Comme **REASSIGN OWNED** ne peut pas accéder aux objets dans les autres bases, il est nécessaire de l'exécuter dans chaque base qui contient des objets possédés par le rôle. (Notez que la première exécution de **REASSIGN OWNED** changera le propriétaire de tous les objets partagés entre bases de données, donc les bases et les tablespaces, qui appartiennent au rôle à supprimer.)

Une fois que tous les objets importants ont été transférés aux nouveaux propriétaires, tout objet restant possédé par le rôle à supprimer peut être supprimé avec la commande DROP OWNED(7). Encore une fois, cette commande ne peut pas accéder aux objets des autres bases de données, donc il est nécessaire de l'exécuter sur chaque base qui contient des objets dont le propriétaire correspond au rôle à supprimer. De plus, **DROP OWNED** ne supprimera pas des bases ou tablespaces entiers, donc il est nécessaire de le faire manuellement si le rôle possède des bases et/ou des tablespaces qui n'auraient pas été transférés à d'autres rôles.

DROP OWNED fait aussi attention à supprimer tout droit donné au rôle cible pour les objets qui ne lui appartiennent pas. Comme **REASSIGN OWNED** ne touche pas à ces objets, il est souvent nécessaire d'exécuter à la fois **REASSIGN OWNED** et **DROP OWNED** (dans cet ordre !) pour supprimer complètement les dépendances d'un rôle à supprimer.

En bref, les actions de suppression d'un rôle propriétaire d'objets sont :

```
REASSIGN OWNED BY role_a_supprimer TO role_remplacant;
DROP OWNED BY role_a_supprimer;
-- répétez les commandes ci-dessus pour chaque base de données de l'instance
DROP ROLE role_a_supprimer;
```

Lorsque les objets ne sont pas tous transférés au même rôle, il est préférable de gérer les exceptions manuellement, puis de réaliser les étapes ci-dessus pour le reste.

Si **DROP ROLE** est tenté alors que des objets dépendants sont toujours présents, il enverra des messages identifiant les objets à réaffecter ou supprimer.

21.5. Rôles par défaut

PostgreSQL™ fournit une série de rôles par défaut qui donnent accès à certaines informations et fonctionnalités privilégiées, habituellement nécessaires. Les administrateurs peuvent autoriser ces rôles à des utilisateurs et/ou à d'autres rôles de leurs environnements, fournissant à ces utilisateurs les fonctionnalités et les informations spécifiées.

Les rôles par défaut sont décrits dans Tableau 21.1, « Rôles par défaut ». A noter que les permissions spécifiques pour chacun des rôles par défaut peuvent changer dans le futur si des fonctionnalités supplémentaires sont ajoutées. Les administrateurs devraient surveiller les notes de versions pour en connaître les changements.

Tableau 21.1. Rôles par défaut

Rôle	Accès autorisé
pg_signal_backend	Envie des signaux à d'autres processus serveurs (par exemple pour annuler une requête ou fermer une session).

Les administrateurs peuvent autoriser l'accès à ces rôles aux utilisateurs en utilisant la commande GRANT :

```
GRANT pg_signal_backend TO admin_user;
```

21.6. Sécurité des fonctions et déclencheurs (triggers)

Les fonctions et les déclencheurs autorisent à l'intérieur du serveur les utilisateurs à insérer du code que d'autres utilisateurs peuvent exécuter sans en avoir l'intention. Par conséquent, les deux mécanismes permettent aux utilisateurs d'utiliser un « cheval

de Troie » contre d'autres avec une relative facilité. La seule protection réelle est d'effectuer un fort contrôle sur ceux qui peuvent définir des fonctions.

Les fonctions sont exécutées à l'intérieur du processus serveur avec les droits au niveau système d'exploitation du démon serveur de la base de données. Si le langage de programmation utilisé par la fonction autorise les accès mémoire non contrôlés, il est possible de modifier les structures de données internes du serveur. Du coup, parmi d'autres choses, de telles fonctions peuvent dépasser les contrôles d'accès au système. Les langages de fonctions qui permettent un tel accès sont considérées « sans confiance » et PostgreSQL™ autorise uniquement les superutilisateurs à écrire des fonctions dans ces langages.

Chapitre 22. Administration des bases de données

Chaque instance d'un serveur PostgreSQL™ gère une ou plusieurs bases de données. Les bases de données sont donc le niveau hiérarchique le plus élevé pour organiser des objets SQL (« objets de base de données »). Ce chapitre décrit les propriétés des bases de données et comment les créer, les administrer et les détruire.

22.1. Aperçu

Une base de données est un ensemble nommé d'objets SQL (« objets de base de données »). En général, chaque objet de base de données (table, fonction etc.) appartient à une et une seule base de données (néanmoins certains catalogues système, par exemple `pg_database`, appartiennent à tout le groupe et sont accessibles depuis toutes les bases de données du groupe). Plus précisément, une base de données est une collection de schémas et les schémas contiennent les tables, fonctions, etc. Ainsi, la hiérarchie complète est : serveur, base de données, schéma, table (ou un autre type d'objet, comme une fonction).

Lors de la connexion au serveur de bases de données, une application cliente doit spécifier dans sa requête de connexion la base de données à laquelle elle veut se connecter. Il n'est pas possible d'accéder à plus d'une base de données via la même connexion. Néanmoins une application n'est pas limitée dans le nombre de connexions qu'elle établit avec une ou plusieurs bases de données. Les bases de données sont séparées physiquement et le contrôle d'accès est géré au niveau de la connexion. Si une instance de serveur PostgreSQL™ doit héberger des projets ou des utilisateurs censés rester séparés et sans interaction, il est recommandé de les répartir sur plusieurs bases de données. Si les projets ou les utilisateurs sont reliés et doivent pouvoir partager leurs ressources, alors ils devraient être placés dans la même base de données mais éventuellement dans des schémas différents. Les schémas sont une structure purement logique et qui peut accéder à ce qui est géré par le système des droits. Pour plus d'informations sur la manipulation des schémas, voir la Section 5.8, « Schémas ».

Les bases de données sont créées avec la commande **CREATE DATABASE** (voir la Section 22.2, « Création d'une base de données ») et détruites avec la commande **DROP DATABASE** (voir la Section 22.5, « Détruire une base de données »). Pour déterminer l'ensemble des bases de données existantes, examinez le catalogue système `pg_database`, par exemple

```
SELECT datname FROM pg_database;
```

La métacommande `\l` du programme `psql(1)` et l'option en ligne de commande `-l` sont aussi utiles pour afficher les bases de données existantes.



Note

Le standard SQL appelle les bases de données des « catalogues » mais il n'y a aucune différence en pratique.

22.2. Crédation d'une base de données

Pour pouvoir créer une base de données, il faut que le serveur PostgreSQL™ soit lancé (voir la Section 18.3, « Lancer le serveur de bases de données »).

Les bases de données sont créées à l'aide de la commande SQL `CREATE DATABASE(7)` :

```
CREATE DATABASE nom;
```

ou `nom` suit les règles habituelles pour les identifiants SQL. Le rôle actuel devient automatiquement le propriétaire de la nouvelle base de données. C'est au propriétaire de la base de données qu'il revient de la supprimer par la suite (ce qui supprime aussi tous les objets qu'elle contient, même s'ils ont un propriétaire différent).

La création de bases de données est une opération protégée. Voir la Section 21.2, « Attributs des rôles » sur la manière d'attribuer des droits.

Comme vous devez être connecté au serveur de base de données pour exécuter la commande **CREATE DATABASE**, reste à savoir comment créer la première base de données d'un site. La première base de données est toujours créée par la commande **initdb** quand l'aire de stockage des données est initialisée (voir la Section 18.2, « Créer un groupe de base de données »). Cette base de données est appelée `postgres`. Donc, pour créer la première base de données « ordinaire », vous pouvez vous connecter à `postgres`.

Une deuxième base de données, `template1`, est aussi créée durant l'initialisation du cluster de bases de données. Quand une nouvelle base de données est créée à l'intérieur du groupe, `template1` est généralement cloné. Cela signifie que tous les changements effectués sur `template1` sont propagés à toutes les bases de données créées ultérieurement. À cause de cela, évitez de créer des objets dans `template1` sauf si vous voulez les propager à chaque nouvelle base de données créée. Pour plus de détails, voir la Section 22.3, « Bases de données modèles ».

Pour plus de confort, il existe aussi un programme que vous pouvez exécuter à partir du shell pour créer de nouvelles bases de

données, **createdb**.

```
createdb nom_base
```

createdb ne fait rien de magique. Il se connecte à la base de données `postgres` et exécute la commande **CREATE DATABASE**, exactement comme ci-dessus. La page de référence sur `createdb(1)` contient les détails de son invocation. Notez que **createdb** sans aucun argument crée une base de donnée portant le nom de l'utilisateur courant.



Note

Le Chapitre 20, Authentification du client contient des informations sur la manière de restreindre l'accès à une base de données.

Parfois, vous voulez créer une base de données pour quelqu'un d'autre. Ce rôle doit devenir le propriétaire de la nouvelle base de données afin de pouvoir la configurer et l'administrer lui-même. Pour faire ceci, utilisez l'une des commandes suivantes :

```
CREATE DATABASE nom_base OWNER nom_role;
```

dans l'environnement SQL ou

```
createdb -O nom_role nom_base
```

dans le shell. Seul le super-utilisateur est autorisé à créer une base de données pour quelqu'un d'autre c'est-à-dire pour un rôle dont vous n'êtes pas membre.

22.3. Bases de données modèles

En fait, **CREATE DATABASE** fonctionne en copiant une base de données préexistante. Par défaut, cette commande copie la base de données système standard `template1`. Ainsi, cette base de données est le « modèle » à partir duquel de nouvelles bases de données sont créées. Si vous ajoutez des objets à `template1`, ces objets seront copiés dans les bases de données utilisateur créées ultérieurement. Ce comportement permet d'apporter des modifications locales au jeu standard d'objets des bases de données. Par exemple, si vous installez le langage de procédures PL/Perl dans `template1`, celui-ci sera automatiquement disponible dans les bases de données utilisateur sans qu'il soit nécessaire de faire quelque chose de spécial au moment où ces bases de données sont créées.

Il y a une seconde base de données système standard appelée `template0`. Cette base de données contient les mêmes données que le contenu initial de `template1`, c'est-à-dire seulement les objets standards prédéfinis dans votre version de PostgreSQL™. `template0` ne devrait jamais être modifiée après que le cluster des bases de données ait été créé. En indiquant à **CREATE DATABASE** de copier `template0` au lieu de `template1`, vous pouvez créer une base de données utilisateur « vierge » qui ne contient aucun ajout local à `template1`. Ceci est particulièrement pratique quand on restaure une sauvegarde réalisé avec `pg_dump` : le script de dump devrait être restauré dans une base de données vierge pour être sûr de recréer le contenu correct de la base de données sauvegardée, sans survenue de conflits avec des objets qui auraient été ajoutés à `template1`.

Une autre raison habituelle de copier `template0` au lieu de `template1` est que les nouvelles options d'encodage et de locale peuvent être indiquées lors de la copie de `template0`, alors qu'une copie de `template1` doit utiliser les mêmes options. Ceci est dû au fait que `template1` pourrait contenir des données spécifiques à l'encodage ou à la locale alors que `template0` n'est pas modifiable.

Pour créer une base de données à partir de `template0`, on écrit :

```
CREATE DATABASE nom_base TEMPLATE template0;
```

dans l'environnement SQL ou

```
createdb -T template0 nom_base
```

dans le shell.

Il est possible de créer des bases de données modèles supplémentaires et, à vrai dire, on peut copier n'importe quelle base de données d'un cluster en la désignant comme modèle pour la commande **CREATE DATABASE**. Cependant, il importe de comprendre, que ceci n'est pas (encore) à prendre comme une commande « **COPY DATABASE** » de portée générale. La principale limitation est qu'aucune autre session ne peut être connectée à la base source tant qu'elle est copiée. **CREATE DATABASE** échouera si une autre connexion existe à son lancement. Lors de l'opération de copie, les nouvelles connexions à la base source sont empêchées.

Deux drapeaux utiles existent dans `pg_database` pour chaque base de données : les colonnes `datistemplate` et `dataallowconn`. `datistemplate` peut être positionné à vrai pour indiquer qu'une base de données a vocation à servir de modèle à **CREATE DATABASE**. Si ce drapeau est positionné à vrai, la base de données peut être clonée par tout utilisateur ayant le droit `CREATEDB` ; s'il est positionné à faux, seuls les super-utilisateurs et le propriétaire de la base de données peuvent la cloner. Si

`datallowconn` est positionné à faux, alors aucune nouvelle connexion à cette base de données n'est autorisée (mais les sessions existantes ne sont pas terminées simplement en positionnant ce drapeau à faux). La base de données `template0` est normalement marquée `datallowconn = false` pour empêcher qu'elle ne soit modifiée. Aussi bien `template0` que `template1` devraient toujours être marquées `datistemplate = true`.



Note

`template1` et `template0` n'ont pas de statut particulier en dehors du fait que `template1` est la base de données source par défaut pour la commande **CREATE DATABASE**. Par exemple, on pourrait supprimer `template1` et la recréer à partir de `template0` sans effet secondaire gênant. Ce procédé peut être utile lorsqu'on a encombré `template1` d'objets inutiles. (Pour supprimer `template1`, cette dernière doit avoir le statut `pg_database.datistemplate` à `false`.)

La base de données `postgres` est aussi créé quand le groupe est initialisé. Cette base de données a pour but de devenir une base de données par défaut pour la connexion des utilisateurs et applications. C'est une simple copie de `template1` et peut être supprimée et re-créée si nécessaire.

22.4. Configuration d'une base de données

Comme il est dit dans le Chapitre 19, Configuration du serveur, le serveur PostgreSQL™ offre un grand nombre de variables de configuration à chaud. Vous pouvez spécifier des valeurs par défaut, valables pour une base de données particulière, pour nombre de ces variables.

Par exemple, si pour une raison quelconque vous voulez désactiver l'optimiseur GEQO pour une base de donnée particulière, vous n'avez pas besoin de le désactiver pour toutes les bases de données ou de faire en sorte que tout client se connectant exécute la commande `SET geqo TO off;`. Pour appliquer ce réglage par défaut à la base de données en question, vous pouvez exécuter la commande :

```
ALTER DATABASE ma_base SET geqo TO off;
```

Cela sauvegarde le réglage (mais ne l'applique pas immédiatement). Lors des connexions ultérieures à cette base de données, tout se passe comme si la commande `SET geqo TO off` est exécutée juste avant de commencer la session. Notez que les utilisateurs peuvent cependant modifier ce réglage pendant la session ; il s'agit seulement d'un réglage par défaut. Pour annuler un tel réglage par défaut, utilisez `ALTER DATABASE nom_base RESET nomvariable`.

22.5. Détruire une base de données

Les bases de données sont détruites avec la commande `DROP DATABASE`(7) :

```
DROP DATABASE nom;
```

Seul le propriétaire de la base de données ou un superutilisateur peut supprimer une base de données. Supprimer une base de données supprime tous les objets qui étaient contenus dans la base. La destruction d'une base de données ne peut pas être annulée.

Vous ne pouvez pas exécuter la commande **DROP DATABASE** en étant connecté à la base de données cible. Néanmoins, vous pouvez être connecté à une autre base de données, ceci incluant la base `template1`. `template1` pourrait être la seule option pour supprimer la dernière base utilisateur d'un groupe donné.

Pour une certaine facilité, il existe un script shell qui supprime les bases de données, `dropdb(1)` :

```
dropdb nom_base
```

(Contrairement à `createdb`, l'action par défaut n'est pas de supprimer la base possédant le nom de l'utilisateur en cours.)

22.6. Tablespaces

Les tablespaces dans PostgreSQL™ permettent aux administrateurs de bases de données de définir l'emplacement dans le système de fichiers où seront stockés les fichiers représentant les objets de la base de données. Une fois créé, un tablespace peut être référencé par son nom lors de la création d'objets.

En utilisant les tablespaces, un administrateur peut contrôler les emplacements sur le disque d'une installation PostgreSQL™. Ceci est utile dans au moins deux cas. Tout d'abord, si la partition ou le volume sur lequel le groupe a été initialisé arrive à court d'espace disque mais ne peut pas être étendu, un tablespace peut être créé sur une partition différente et utilisé jusqu'à ce que le système soit reconfiguré.

Deuxièmement, les tablespaces permettent à un administrateur d'utiliser sa connaissance des objets de la base pour optimiser les performances. Par exemple, un index qui est très utilisé peut être placé sur un disque très rapide et disponible, comme un périphé-

rique mémoire. En même temps, une table stockant des données archivées et peu utilisée ou dont les performances ne portent pas à conséquence pourra être stockée sur un disque système plus lent, moins cher.



Avertissement

Même s'ils sont positionnés en dehors du répertoire de données principal de PostgreSQL, les tablespaces font partie intégrante de l'instance et *ne peuvent pas* être considérés comme des ensembles autonomes de fichiers de données et ne peuvent par conséquent pas être rattachés à une autre instance ou sauvegardés individuellement. De la même façon, si un tablespace est perdu (fichier supprimé, défaillance du disque dur, etc), l'instance pourrait devenir illisible ou même incapable de démarrer. Positionner un tablespace sur un système de fichiers temporaire comme un disque RAM met en péril la fiabilité de l'instance entière.

Pour définir un tablespace, utilisez la commande CREATE TABLESPACE(7), par exemple :

```
CREATE TABLESPACE espace_rapide LOCATION '/ssd1/postgresql/data';
```

L'emplacement doit être un répertoire existant, dont le propriétaire doit être l'utilisateur du système d'exploitation démarrant PostgreSQL™. Tous les objets créés par la suite dans le tablespace seront stockés dans des fichiers contenus dans ce répertoire. Cet emplacement ne doit pas être amovible ou volatile, sinon l'instance pourrait cesser de fonctionner si le tablespace venait à manquer ou être perdu.



Note

Il n'y a généralement aucune raison de créer plus d'un tablespace sur un système de fichiers logique car vous ne pouvez pas contrôler l'emplacement des fichiers individuels à l'intérieur de ce système de fichiers logique. Néanmoins, PostgreSQL™ ne vous impose aucune limitation et, en fait, il n'est pas directement conscient des limites du système de fichiers sur votre système. Il stocke juste les fichiers dans les répertoires que vous lui indiquez.

La création d'un tablespace lui-même doit être fait en tant que superutilisateur de la base de données mais, après cela, vous pouvez autoriser des utilisateurs standards de la base de données à l'utiliser. Pour cela, donnez-leur le droit CREATE sur le tablespace.

Les tables, index et des bases de données entières peuvent être affectés à des tablespaces particuliers. Pour cela, un utilisateur disposant du droit CREATE sur un tablespace donné doit passer le nom du tablespace comme paramètre de la commande. Par exemple, ce qui suit crée une table dans le tablespace espace1 :

```
CREATE TABLE foo(i int) TABLESPACE espace1;
```

Autrement, utilisez le paramètre default_tablespace :

```
SET default_tablespace = espace1;
CREATE TABLE foo(i int);
```

Quand default_tablespace est configuré avec autre chose qu'une chaîne vide, il fournit une clause TABLESPACE implicite pour les commandes **CREATE TABLE** et **CREATE INDEX** qui n'en ont pas d'explicites.

Il existe aussi un paramètre temp_tablespaces, qui détermine l'emplacement des tables et index temporaires, ainsi les fichiers temporaires qui sont utilisés pour le tri de gros ensembles de données. Ce paramètre peut aussi contenir une liste de tablespaces, plutôt qu'une seule, pour que la charge associée aux objets temporaires soit répartie sur plusieurs tablespaces. Un membre de la liste est pris au hasard à chaque fois qu'un objet temporaire doit être créé.

Le tablespace associé avec une base de données est utilisé pour stocker les catalogues système de la base. De plus, il est l'espace par défaut pour les tables, index et fichiers temporaires créés à l'intérieur de cette base de données si aucune clause TABLESPACE n'est fournie et qu'aucune sélection n'est spécifiée par default_tablespace ou temp_tablespaces (comme approprié). Si une base de données est créée sans spécifier de tablespace pour elle, le serveur utilise le même tablespace que celui de la base modèle utilisée comme copie.

Deux tablespaces sont automatiquement créés lors de l'initialisation du cluster de bases de données. Le tablespace pg_global est utilisé pour les catalogues système partagés. Le tablespace pg_default est l'espace logique par défaut des bases de données template1 et template0 (et, du coup, sera le tablespace par défaut pour les autres bases de données sauf en cas de surcharge par une clause TABLESPACE dans **CREATE DATABASE**).

Une fois créé, un tablespace peut être utilisé à partir de toute base de données si l'utilisateur le souhaitant dispose du droit nécessaire. Ceci signifie qu'un tablespace ne peut pas être supprimé tant que tous les objets de toutes les bases de données utilisant le tablespace n'ont pas été supprimés.

Pour supprimer un tablespace vide, utilisez la commande DROP TABLESPACE(7).

Pour déterminer l'ensemble des tablespaces existants, examinez le catalogue système pg_tablespace, par exemple

```
SELECT spcname FROM pg_tablespace;
```

La métacommande \db du programme psql(1) est aussi utile pour afficher les tablespaces existants.

PostgreSQL™ utilise des liens symboliques pour simplifier l'implémentation des tablespaces. Ceci signifie que les tablespaces peuvent être utilisés *seulement* sur les systèmes supportant les liens symboliques.

Le répertoire \$PGDATA/pg_tblspc contient des liens symboliques qui pointent vers chacun des tablespaces utilisateur dans le groupe. Bien que non recommandé, il est possible d'ajuster la configuration des tablespaces à la main en redéfinissant ces liens. Cette opération ne doit jamais être réalisée alors que le serveur est en cours d'exécution. Notez qu'avec les versions 9.1 et antérieures de PostgreSQL 9.1, vous aurez aussi besoin de mettre à jour le catalogue pg_tablespace avec les nouveaux emplacements. (Si vous ne le faites pas, pg_dump continuera à afficher les anciens emplacements des tablespaces.)

Chapitre 23. Localisation

Ce chapitre décrit, du point de vue de l'administrateur, les fonctionnalités de régionalisation (ou localisation) disponibles. PostgreSQL™ fournit deux approches différentes pour la gestion de la localisation :

- l'utilisation des fonctionnalités de locales du système d'exploitation pour l'ordonnancement du tri, le formatage des chiffres, les messages traduits et autres aspects spécifiques à la locale. Ces aspects sont couverts dans Section 23.1, « Support des locales » et Section 23.2, « Support des collations ». ;
- la fourniture d'un certain nombre d'encodages différents pour permettre le stockage de texte dans toutes les langues et fournir la traduction de l'encodage entre serveur et client. Ces aspects sont couverts dans Section 23.3, « Support des jeux de caractères ».

23.1. Support des locales

Le support des *locales* fait référence à une application respectant les préférences culturelles au regard des alphabets, du tri, du format des nombres, etc. PostgreSQL™ utilise les possibilités offertes par C et POSIX du standard ISO fournies par le système d'exploitation du serveur. Pour plus d'informations, consulter la documentation du système.

23.1.1. Aperçu

Le support des locales est configuré automatiquement lorsqu'un cluster de base de données est créé avec **initdb**. **initdb** initialise le cluster avec la valeur des locales de son environnement d'exécution par défaut. Si le système est déjà paramétré pour utiliser la locale souhaitée pour le cluster, il n'y a donc rien d'autre à faire. Si une locale différente est souhaitée (ou que celle utilisée par le serveur n'est pas connue avec certitude), il est possible d'indiquer à **initdb** la locale à utiliser à l'aide de l'option `--locale`. Par exemple :

```
initdb --locale=sv_SE
```

Cet exemple pour les systèmes Unix positionne la locale au suédois (sv) tel que parlé en Suède (SE). Parmi les autres possibilités, on peut inclure `en_US` (l'anglais américain) ou `fr_CA` (français canadien). Si plus d'un ensemble de caractères peuvent être utilisés pour une locale, alors les spécifications peuvent prendre la forme `language_territoire.codeset`. Par exemple, `fr_BE.UTF-8` représente la langue française telle qu'elle est parlée en Belgique (BE), avec un encodage UTF-8.

Les locales disponibles et leurs noms dépendent de l'éditeur du système d'exploitation et de ce qui est installé. Sur la plupart des systèmes Unix, la commande `locale -a` fournit la liste des locales disponibles. Windows utilise des noms de locale plus verbeux, comme `German_Germany` ou `Swedish_Sweden.1252` mais le principe est le même.

Il est parfois utile de mélanger les règles de plusieurs locales, par exemple d'utiliser les règles de tri anglais avec des messages en espagnol. Pour cela, des sous-catégories de locales existent qui ne contrôlent que certains aspects des règles de localisation :

<code>LC_COLLATE</code>	Ordre de tri des chaînes de caractères
<code>LC_CTYPE</code>	Classification de caractères (Qu'est-ce qu'une lettre ? La majuscule équivalente ?)
<code>LC_MESSAGES</code>	Langue des messages
<code>LC_MONETARY</code>	Formatage des valeurs monétaires
<code>LC_NUMERIC</code>	Formatage des nombres
<code>LC_TIME</code>	Formatage des dates et heures

Les noms des catégories se traduisent par des options à la commande **initdb** qui portent un nom identique pour surcharger le choix de locale pour une catégorie donnée. Par exemple, pour utiliser la locale français canadien avec des règles américaines pour le formatage monétaire, on utilise `initdb --locale=fr_CA --lc-monetary=en_US`.

Pour bénéficier d'un système qui se comporte comme s'il ne disposait pas du support des locales, on utilise les locales spéciales C ou un équivalent, POSIX.

Certaines catégories de locales doivent avoir leur valeurs fixées lors de la création de la base de données. Vous pouvez utiliser des paramétrages différents pour chaque bases de données. En revanche, une fois que la base est créée, les paramétrages de locales ne peuvent plus être modifiés. `LC_COLLATE` et `LC_CTYPE` sont ces catégories. Elles affectent l'ordre de tri des index et doivent donc rester inchangées, les index sur les colonnes de texte risquant d'être corrompus dans le cas contraire. (Mais vous pouvez lever ces restrictions sur les collations, comme cela est discuté dans Section 23.2, « Support des collations ».) La valeur par défaut pour ces catégories est déterminée lors de l'exécution d'**initdb**. Ces valeurs sont utilisées quand de nouvelles bases de

données sont créées, sauf si d'autres valeurs sont indiquées avec la commande **CREATE DATABASE**.

Les autres catégories de locale peuvent être modifiées à n'importe quel moment en configurant les variables d'environnement de même nom (voir la Section 19.11.3, « Locale et formatage » pour de plus amples détails). Les valeurs par défaut choisies par **initdb** sont en fait écrites dans le fichier de configuration `postgresql.conf` pour servir de valeurs par défaut au démarrage du serveur. Si ces déclarations sont supprimées du fichier `postgresql.conf`, le serveur hérite des paramètres de son environnement d'exécution.

Le comportement des locales du serveur est déterminé par les variables d'environnement vues par le serveur, pas par celles de l'environnement d'un quelconque client. Il est donc important de configurer les bons paramètres de locales avant le démarrage du serveur. Cela a pour conséquence que, si les locales du client et du serveur diffèrent, les messages peuvent apparaître dans des langues différentes en fonction de leur provenance.



Note

Hériter la locale de l'environnement d'exécution signifie, sur la plupart des systèmes d'exploitation, la chose suivante : pour une catégorie de locales donnée (l'ordonnancement par exemple) les variables d'environnement `LC_ALL`, `LC_COLLATE` (ou la variable qui correspond à la catégorie) et `LANG` sont consultées dans cet ordre jusqu'à en trouver une qui est fixée. Si aucune de ces variables n'est fixée, c'est la locale par défaut, `C`, qui est utilisée.

Certaines bibliothèques de localisation regardent aussi la variable d'environnement `LANGUAGE` qui surcharge tout autre paramètre pour fixer la langue des messages. En cas de doute, lire la documentation du système d'exploitation, en particulier la partie concernant `gettext`.

Pour permettre la traduction des messages dans la langue préférée de l'utilisateur, NLS doit avoir été activé pendant la compilation (`configure --enable-nls`). Tout autre support de la locale est construit automatiquement.

23.1.2. Comportement

Le paramétrage de la locale influence les fonctionnalités SQL suivantes :

- l'ordre de tri dans les requêtes utilisant `ORDER BY` ou les opérateurs de comparaison standards sur des données de type texte ;
- Les fonctions `upper`, `lower` et `initcap`
- Les opérateurs de correspondance de motifs (`LIKE`, `SIMILAR TO` et les expressions rationnelles de type POSIX); les locales affectent aussi bien les opérateurs insensibles à la classe et le classement des caractères par les expressions rationnelles portant sur des caractères.
- La famille de fonctions `to_char`.
- La possibilité d'utiliser des index avec des clauses `LIKE`

Le support des locales autres que `C` ou `POSIX` dans PostgreSQL™ a pour inconvénient son impact sur les performances. Il ralentit la gestion des caractères et empêche l'utilisation des index ordinaires par `LIKE`. Pour cette raison, il est préférable de n'utiliser les locales qu'en cas de réel besoin.

Toutefois, pour permettre à PostgreSQL™ d'utiliser des index avec les clauses `LIKE` et une locale différente de `C`, il existe plusieurs classes d'opérateurs personnalisées. Elles permettent la création d'un index qui réalise une stricte comparaison caractère par caractère, ignorant les règles de comparaison des locales. Se référer à la Section 11.9, « Classes et familles d'opérateurs » pour plus d'informations. Une autre possibilité est de créer des index en utilisant la collation `C` collation, comme cela est indiqué dans Section 23.2, « Support des collations ».

23.1.3. Problèmes

Si le support des locales ne fonctionne pas au regard des explications ci-dessus, il faut vérifier que le support des locales du système d'exploitation est correctement configuré. Pour vérifier les locales installées sur le système, on peut utiliser la commande `locale -a`, si elle est fournie avec le système d'exploitation.

Il faut vérifier que PostgreSQL™ utilise effectivement la locale supposée. Les paramètres `LC_COLLATE` et `LC_CTYPE` sont déterminés lors de la création de la base de données et ne peuvent pas être modifiés sauf en créant une nouvelle base de données. D'autres paramètres de locale, y compris `LC_MESSAGES` et `LC_MONETARY`, sont déterminés initialement par l'environnement dans lequel le serveur est lancé mais peuvent être modifiés pendant l'exécution. Pour vérifier le paramétrage de la locale active on utilise la commande `SHOW`.

Le répertoire `src/test/locale` de la distribution source contient une série de tests pour le support des locales dans PostgreSQL™.

Les applications clientes qui gèrent les erreurs en provenance du serveur par l'analyse du texte du message d'erreur vont certainement éprouver des difficultés lorsque les messages du serveur sont dans une langue différente. Les auteurs de telles applications sont invités à utiliser le schéma de code d'erreur à la place.

Le maintien de catalogues de traductions de messages nécessitent les efforts permanents de beaucoup de volontaires qui souhaitent voir PostgreSQL™ parler correctement leur langue préférée. Si certains messages dans une langue ne sont pas disponibles ou pas complètement traduits, toute aide est la bienvenue. Pour apporter son aide à ce projet, consulter le Chapitre 53, Support natif des langues ou écrire à la liste de diffusion des développeurs.

23.2. Support des collations

Cette fonctionnalité permet de définir pour colonne, ou pour chaque requête, la collation utilisée pour déterminer l'ordre de tri et le classement des caractères. Cette fonctionnalité permet de lever la restriction sur les paramètres LC_COLLATE et LC_CTYPE d'une base de données et qui ne pouvaient pas être modifiés après sa création.

23.2.1. Concepts

Conceptuellement, toute expression d'un type de donnée qui est collatable a une collation. (Les types de données intégrés qui supportent une collation sont text, varchar, et char. Les types de données définies par l'utilisateur peuvent aussi être marquées comme supportant la collation, et bien entendu un domaine qui est défini sur un type de données supportant la collation est, lui aussi, collationnable.) Si l'expression est une colonne, la collation de l'expression est déterminée par la collation de la colonne. Si l'expression est une constante, la collation utilisée sera la collation par défaut du type de données de la constante. La collation d'une expression plus complexe est déterminée à partir des différentes collations de ses entrées, comme cela est décrit ci-dessous.

Une expression peut prendre la collation par défaut, « default », c'est à dire la collation définie au niveau de la base de données. Il est possible que la collation d'une expression soit indéterminée. Dans un tel cas, les opérations de tri et les autres opérations qui ont besoin de connaître la collation vont échouer.

Lorsque la base de données doit réaliser un tri ou classement de caractères, alors elle utilisera la collation de l'expression en entrée. Ce cas se présentera, par exemple, si vous employez la clause ORDER BY et des appels à des fonctions ou des opérateurs tels que <. La collation qui s'applique à une clause ORDER BY est simplement la collation de la clé de tri. La collation qui s'applique pour l'appel à une fonction ou à un opérateur est dérivé des arguments, comme décrit plus bas. En plus de s'appliquer aux opérateurs de comparaison, les collations sont également prises en compte par les fonctions qui réalisent les conversions entre minuscules et majuscules, comme lower, upper et initcap; par les opérateurs de correspondance de motifs et par to_char et les fonctions affiliées.

Pour un appel à une fonction ou un opérateur, la collation est déterminée à partir de la collation des arguments qui sont passés à l'exécution de l'opération. Si une expression voisine nécessite de connaître la collation de la fonction ou de l'opérateur, et si le type de données du résultat de l'appel possède une collation alors cette collation est interprétée comme la collation de l'expression au moment de l'analyse.

Le *calcul de la collation* d'une expression est réalisé implicitement ou explicitement. Cette distinction affecte la façon dont les collations sont combinées entre elles lorsque plusieurs collations différentes sont utilisées dans une expression. La collation d'une expression peut être déterminée explicitement par l'emploi de la clause COLLATE; dans les autres cas, la collation est déterminée de manière implicite. Les règles suivantes s'appliquent lorsque plusieurs collations doivent être utilisée en même temps, par exemple dans un appel à une fonction, les règles suivantes s'appliquent:

- Si la collation d'une expression d'entrée est déclarée explicitement alors les collations déclarée explicitement pour les autres expressions d'entrées doivent être les mêmes, sinon une erreur est levée. Si une expression en entrée contient une collation explicite, toutes les collations explicitement dérivées parmi les expressions en entrée doivent être identiques. Dans le cas contraire, une erreur est renvoyée. Si une collation dérivée explicitement est présente, elle est le résultat de la combinaison des collations.
- Dans les autres cas, toutes les expressions en entrée doivent avoir la même collation, qu'elle soit implicite ou déterminée à partir de la collation par défaut. Si une collation est présente, autre que celle par défaut, elle est le résultat de la combinaison des collations. Sinon, le résultat correspond à la collation par défaut.
- S'il existe des collations implicites mais non par défaut qui entrent en conflit avec les expressions en entrée, alors la combinaison ne peut aboutir qu'à une collation indéterminée. Ce n'est pas une erreur sauf si la fonction appelée requiert une application de la collation. Dans ce cas, une erreur est renvoyée lors de l'exécution.

Par exemple, considérez la table définie de la façon suivante:

```
CREATE TABLE test1 (
    a text COLLATE "de_DE",
    b text COLLATE "es_ES",
    ...
)
```

```
) ;
```

Ensuite, dans la requête

```
SELECT a < 'foo' FROM test1;
```

la comparaison < est réalisée en tenant compte des règles de la locale de_DE, parce que l'expression combine la collation calculée implicitement avec la collation par défaut. Mais, dans la requête

```
SELECT a < ('foo' COLLATE "fr_FR") FROM test1;
```

la comparaison est effectuée en utilisant les règles de la locale fr_FR, parce que l'utilisation explicite de cette locale prévaut sur la locale déterminée de manière implicite. De plus, avec la requête

```
SELECT a < b FROM test1;
```

l'analyseur ne dispose pas des éléments pour déterminer quelle collation employer, car les collations des colonnes *a* et *b* sont différentes. Comme l'opérateur < a besoin de connaître quelle locale utiliser, une erreur sera générée. Cette erreur peut être résolue en attachant une déclaration de collation explicite à l'une ou l'autre des expressions d'entrées, soit:

```
SELECT a < b COLLATE "de_DE" FROM test1;
```

ou de manière équivalente

```
SELECT a COLLATE "de_DE" < b FROM test1;
```

Toutefois, pour cas structurellement similaire comme

```
SELECT a || b FROM test1;
```

ne retournera pas d'erreur car l'opérateur || ne tient pas compte des collations: son résultat sera le même quel que soit la collation.

La collation qui est assignée à une fonction ou à une combinaisons d'un opérateur avec ses expressions d'entrées s'appliquent également au résultat de la fonction ou de l'opérateur. Bien évidemment, cela s'applique que si la fonction de l'opérateur délivre un résultat dans un type de données auquel la collation peut s'appliquer. Ainsi, dans la requête

```
SELECT * FROM test1 ORDER BY a || 'foo';
```

le tri sera réalisé en fonction de règles de la locale de_DE. Mais cette requête:

```
SELECT * FROM test1 ORDER BY a || b;
```

retournera une erreur car bien que l'opérateur || ne tienne pas compte des collations de ses expressions, la clause ORDER BY en tient compte. Comme précédemment, ce conflit peut être résolu par l'emploi d'une déclaration explicite de collation:

```
SELECT * FROM test1 ORDER BY a || b COLLATE "fr_FR";
```

23.2.2. Gestion des collations

Une collation est un objet du catalogue dont le nom au niveau SQL correspond à une locale du système d'exploitation. Et plus particulièrement, elle l'associe à une combinaison de LC_COLLATE et LC_CTYPE. (Comme le nom le suggère, le principal objectif d'une collation est de positionner LC_COLLATE qui contrôle l'ordre de tri. Dans la pratique, il est très rarement nécessaire de définir un paramètre LC_CTYPE différent de LC_COLLATE. De cette façon, il est plus facile de regrouper ces deux paramètres dans un même concept plutôt que de créer une infrastructure différente simplement pour pouvoir positionner LC_CTYPE pour chaque requête.) De la même façon, une collation est liée à un jeu de caractère (voir Section 23.3, « Support des jeux de caractères »).

tères »). Ainsi, plusieurs jeux de caractères peuvent utiliser une collation portant le même nom.

Les collations nommées `default`, `C`, et `POSIX` sont disponibles sur toutes les plateformes. Les collations complémentaires seront ou non disponibles en fonction de leur support au niveau du système d'exploitation. La collation `default` permet d'utiliser les valeurs de `LC_COLLATE` et `LC_CTYPE` telles qu'elles ont été définies à la création de la base de données. Les collations `C` et `POSIX` spécifie toute deux le comportement « traditionnel C », dans lequel seules les caractères ASCII de « A » à « Z » sont considérées comme des lettres, et les tris sont ordonnés strictement par valeur de l'octet du code caractère.

Si le système d'exploitation permet à un programme de supporter plusieurs locales (fonction `newlocale` et fonctions conjointes), alors `initdb` peuplera le catalogue système `pg_collation` en se basant sur toutes les locales qu'il trouve sur le système d'exploitation au moment de l'initialisation du cluster de bases de données. Par exemple, le système d'exploitation peut offrir une locale appelée `de_DE.utf8`. `initdb` créera alors une collation nommée `de_DE.utf8` pour le jeu de caractère UTF8 pour lequel `LC_COLLATE` et `LC_CTYPE` sont positionnés à `de_DE.utf8`. Il créera aussi une collation dont le nom sera amputé du tag `.utf8`. Ainsi, vous pouvez utiliser cette collation sous le nom `de_DE`, dont l'écriture est beaucoup plus facile et qui le rend moins dépendant du jeu de caractères. Néanmoins, notez que le nommage de chaque collation collectée par `initdb` est dépendant de la plateforme utilisée.

Si vous souhaitez utiliser une collation dont les valeurs `LC_COLLATE` et `LC_CTYPE` diffèrent, il vous faudra créer une nouvelle collation par le biais de la commande `CREATE COLLATION(7)`. Cette commande peut également être utilisée pour créer une nouvelle collation à partir d'une collation existante, ce qui est utile pour utiliser dans vos applications des collations dont le nom est indépendant du système d'exploitation.

Dans une même base de données, seules les collations qui utilisent le jeu de caractères de la base de données sont pris en compte. Les autres entrées de `pg_collation` sont ignorées. De cette façon, une collation dont le nom est tronqué, comme `de_DE`, sera considéré de manière unique au sein d'une même base de données, même si elle ne peut être considérée comme unique à un niveau plus global. L'utilisation de collations dont le nom est tronqué est d'ailleurs recommandé car vous n'aurez pas besoin de le modifier si vous décidez de changer le jeu de caractères de la base de données. Notez toutefois que les collations `default`, `C`, et `POSIX` peuvent être utilisé sans se soucier du jeu de caractères de la base de données.

PostgreSQL™ considère les collations comme des objets distincts et incompatibles entre eux, même si elles possèdent des propriétés identiques. Ainsi, par exemple,

```
SELECT a COLLATE "C" < b COLLATE "POSIX" FROM test1;
```

va afficher une erreur alors que les collations `C` et `POSIX` possèdent des propriétés strictement identiques. Il n'est donc pas recommandé de mélanger des collations dont le nom est complet avec des collations dont le nom l'est.

23.3. Support des jeux de caractères

Le support des jeux de caractères dans PostgreSQL™ permet d'insérer du texte dans différents jeux de caractères (aussi appelés encodages), dont ceux mono-octet tels que la série ISO 8859 et ceux multi-octets tels que EUC (Extended Unix Code), UTF-8 ou le codage interne Mule. Tous les jeux de caractères supportés peuvent être utilisés de façon transparente par les clients mais certains ne sont pas supportés par le serveur (c'est-à-dire comme encodage du serveur). Le jeu de caractères par défaut est sélectionné pendant l'initialisation du cluster de base de données avec `initdb`. Ce choix peut être surchargé à la création de la base. Il est donc possible de disposer de bases utilisant chacune un jeu de caractères différent.

Il existe, cependant une importante restriction : le jeu de caractère de la base de données doit être compatible avec les variables d'environnement `LC_CTYPE` (classification des caractères) et `LC_COLLATE` (ordre de tri des chaînes) de la base de données. Pour les locales `C` ou `POSIX`, tous les jeux de caractères sont autorisés, mais pour les locales, il n'y a qu'un seul jeu de caractères qui fonctionne correctement. (Néanmoins, sur Windows, l'encodage UTF-8 peut être utilisé avec toute locale.)

23.3.1. Jeux de caractères supportés

Le Tableau 23.1, « Jeux de caractères de PostgreSQL™ » présente les jeux de caractères utilisables avec PostgreSQL™.

Tableau 23.1. Jeux de caractères de PostgreSQL™

Nom	Description	Langue	Ser-veur ?	Octets/Caractère
BIG5	Big Five	Chinois traditionnel	Non	1-2
EUC_CN	Code-CN Unix étendu	Chinois simplifié	Oui	1-3
EUC_JP	Code-JP Unix étendu	Japonais	Oui	1-3

Nom	Description	Langue	Ser-veur ?	Octets/Caractère
EUC_JIS_2004	Code-JP Unix étendu, JIS X 0213	Japonais	Oui	1-3
EUC_KR	Code-KR Unix étendu	Coréen	Oui	1-3
EUC_TW	Code-TW Unix étendu	Chinois traditionnel, taïwanais	Oui	1-3
GB18030	Standard national	Chinois	Non	1-4
GBK	Standard national étendu	Chinois simplifié	Non	1-2
ISO_8859_5	ISO 8859-5, ECMA 113	Latin/Cyrillique	Oui	1
ISO_8859_6	ISO 8859-6, ECMA 114	Latin/Arabe	Oui	1
ISO_8859_7	ISO 8859-7, ECMA 118	Latin/Grec	Oui	1
ISO_8859_8	ISO 8859-8, ECMA 121	Latin/Hébreu	Oui	1
JOHAB	JOHAB	Koréen (Hangul)	Non	1-3
KOI8	KOI8-R(U)	Cyrillique	Oui	1
KOI8R	KOI8-R	Cyrillique (Russie)	Oui	1
KOI8U	KOI8-U	Cyrillique (Ukraine)	Oui	1
LATIN1	ISO 8859-1, ECMA 94	Europe de l'ouest	Oui	1
LATIN2	ISO 8859-2, ECMA 94	Europe centrale	Oui	1
LATIN3	ISO 8859-3, ECMA 94	Europe du sud	Oui	1
LATIN4	ISO 8859-4, ECMA 94	Europe du nord	Oui	1
LATIN5	ISO 8859-9, ECMA 128	Turque	Oui	1
LATIN6	ISO 8859-10, ECMA 144	Nordique	Oui	1
LATIN7	ISO 8859-13	Baltique	Oui	1
LATIN8	ISO 8859-14	Celtique	Oui	1
LATIN9	ISO 8859-15	ISO885915 avec l'Euro et les accents	Oui	1
LATIN10	ISO 8859-16, ASRO SR 14111	Roumain	Oui	1
MULE_INTERNAL	Code interne Mule	Emacs multi-langues	Oui	1-4
SJIS	Shift JIS	Japonais	Non	1-2
SHIFT_JIS_2004	Shift JIS, JIS X 0213	Japonais	Non	1-2
SQL_ASCII	non spécifié (voir le texte)	<i>tout</i>	Oui	1
UHC	Code unifié Hangul	Koréen	Non	1-2
UTF8	Unicode, 8-bit	<i>tous</i>	Oui	1-4
WIN866	Windows CP866	Cyrillique	Oui	1
WIN874	Windows CP874	Thai	Oui	1
WIN1250	Windows CP1250	Europe centrale	Oui	1
WIN1251	Windows CP1251	Cyrillique	Oui	1
WIN1252	Windows CP1252	Europe de l'ouest	Oui	1
WIN1253	Windows CP1253	Grec	Oui	1
WIN1254	Windows CP1254	Turque	Oui	1
WIN1255	Windows CP1255	Hébreux	Oui	1
WIN1256	Windows CP1256	Arabe	Oui	1
WIN1257	Windows CP1257	Baltique	Oui	1
WIN1258	Windows CP1258	Vietnamien	Oui	1

Toutes les API clients ne supportent pas tous les jeux de caractères de la liste. Le pilote JDBC de PostgreSQL™, par exemple, ne supporte pas MULE_INTERNAL, LATIN6, LATIN8 et LATIN10.

`SQL_ASCII` se comporte de façon considérablement différente des autres valeurs. Quand le jeu de caractères du serveur est `SQL_ASCII`, le serveur interprète les valeurs des octets 0-127 suivant le standard ASCII alors que les valeurs d'octets 128-255 sont considérées comme des caractères non interprétés. Aucune conversion de codage n'est effectuée avec `SQL_ASCII`. De ce fait, cette valeur ne déclare pas tant un encodage spécifique que l'ignorance de l'encodage. Dans la plupart des cas, si des données non ASCII doivent être traitées, il est déconseillé d'utiliser la valeur `SQL_ASCII` car PostgreSQL™ est alors incapable de convertir ou de valider les caractères non ASCII.

23.3.2. Choisir le jeu de caractères

`initdb` définit le jeu de caractères par défaut (encodage) pour un cluster. Par exemple,

```
initdb -E EUC_JP
```

paramètre le jeu de caractères à `EUC_JP` (Extended Unix Code for Japanese). L'option `--encoding` peut aussi être utilisée à la place de `-E` (options longues). Si aucune option `-E` ou `--encoding` n'est donnée, `initdb` tente de déterminer l'encodage approprié en fonction de la locale indiquée ou de celle par défaut.

Vous pouvez indiquer un encodage autre que celui par défaut lors de la création de la base de données, à condition que l'encodage soit compatible avec la locale sélectionnée :

```
createdb -E EUC_KR -T template0 --lc-collate=ko_KR.euckr --lc-ctype=ko_KR.euckr korean
```

Cela crée une base de données appelée `korean` qui utilise le jeu de caractères `EUC_KR`, et la locale `ko_KR`. Un autre moyen de réaliser cela est d'utiliser la commande SQL suivante :

```
CREATE DATABASE korean WITH ENCODING 'EUC_KR' LC_COLLATE='ko_KR.euckr'
LC_CTYPE='ko_KR.euckr' TEMPLATE=template0;
```

Notez que les commandes ci-dessus précisent de copier la base de données `template0`. Lors de la copie d'une autre base, les paramètres d'encodage et de locale ne peuvent pas être modifiés de ceux de la base de données source car cela pourrait corrompre les données. Pour plus d'informations, voir Section 22.3, « Bases de données modèles ».

L'encodage de la base de données est conservé dans le catalogue système `pg_database`. Cela est visible à l'aide de l'option `-l` ou de la commande `\l` de `psql`.

```
$ psql -l
                                         List of databases
   Name | Owner | Encoding | Collation | Ctype | Access Privileges
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  cloakedb | hlinnaka | SQL_ASCII | C | C | en_GB.UTF8 |
englishdb | hlinnaka | UTF8 | en_GB.UTF8 | ja_JP.UTF8 | ja_JP.UTF8 |
japanese | hlinnaka | UTF8 | ja_JP.UTF8 | ko_KR.euckr | ko_KR.euckr |
korean | hlinnaka | EUC_KR | ko_KR.euckr | ko_KR.euckr |
postgres | hlinnaka | UTF8 | fi_FI.UTF8 | fi_FI.UTF8 | fi_FI.UTF8 |
template0 | hlinnaka | UTF8 | fi_FI.UTF8 | fi_FI.UTF8 | fi_FI.UTF8 |
{=c/hlinnaka,hlinnaka=CTc/hlinnaka}
 template1 | hlinnaka | UTF8 | fi_FI.UTF8 | fi_FI.UTF8 | fi_FI.UTF8 |
{=c/hlinnaka,hlinnaka=CTc/hlinnaka}
(7 rows)
```



Important

Sur la plupart des systèmes d'exploitation modernes, PostgreSQL™ peut déterminer le jeu de caractères impliqué par la variable `LC_CTYPE`, et s'assure que l'encodage correspondant de la base de données est utilisé. Sur les systèmes plus anciens, il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer que l'encodage attendu par la locale est bien utilisé. Une erreur à ce niveau risque fort de conduire à un comportement étrange des opérations liées à la locale, tel le tri.

PostgreSQL™ autorise les superutilisateurs à créer des bases de données avec le jeu de caractère `SQL_ASCII` même lorsque la variable `LC_CTYPE` n'est pas à `C` ou `POSIX`. Comme indiqué plus haut, `SQL_ASCII` n'impose aucun encodage particulier aux données stockées en base, ce qui rend ce paramétrage vulnérable aux comportements erratiques lors d'opérations liées à la locale. Cette combinaison de paramètres est dépréciée et pourrait un jour être interdite.

23.3.3. Conversion automatique d'encodage entre serveur et client

PostgreSQL™ automatise la conversion de jeux de caractères entre client et serveur pour certaines combinaisons de jeux de caractères.

tères. Les informations de conversion sont conservées dans le catalogue système pg_conversion. PostgreSQL™ est livré avec certaines conversions prédefinies, conversions listées dans le Tableau 23.2, « Conversion de jeux de caractères client/serveur ». Une nouvelle conversion peut être créée en utilisant la commande SQL **CREATE CONVERSION**.

Tableau 23.2. Conversion de jeux de caractères client/serveur

Jeu de caractères serveur	Jeux de caractères client disponibles
BIG5	<i>non supporté comme encodage serveur</i>
EUC_CN	<i>EUC_CN, MULE_INTERNAL, UTF8</i>
EUC_JP	<i>EUC_JP, MULE_INTERNAL, SJIS, UTF8</i>
EUC_KR	<i>EUC_KR, MULE_INTERNAL, UTF8</i>
EUC_TW	<i>EUC_TW, BIG5, MULE_INTERNAL, UTF8</i>
GB18030	<i>non supporté comme encodage serveur</i>
GBK	<i>non supporté comme encodage serveur</i>
ISO_8859_5	<i>ISO_8859_5, KOI8R, MULE_INTERNAL, UTF8, WIN866, WIN1251</i>
ISO_8859_6	<i>ISO_8859_6, UTF8</i>
ISO_8859_7	<i>ISO_8859_7, UTF8</i>
ISO_8859_8	<i>ISO_8859_8, UTF8</i>
JOHAB	<i>JOHAB, UTF8</i>
KOI8R	<i>KOI8R, ISO_8859_5, MULE_INTERNAL, UTF8, WIN866, WIN1251</i>
KOI8U	<i>KOI8U, UTF8</i>
LATIN1	<i>LATIN1, MULE_INTERNAL, UTF8</i>
LATIN2	<i>LATIN2, MULE_INTERNAL, UTF8, WIN1250</i>
LATIN3	<i>LATIN3, MULE_INTERNAL, UTF8</i>
LATIN4	<i>LATIN4, MULE_INTERNAL, UTF8</i>
LATIN5	<i>LATIN5, UTF8</i>
LATIN6	<i>LATIN6, UTF8</i>
LATIN7	<i>LATIN7, UTF8</i>
LATIN8	<i>LATIN8, UTF8</i>
LATIN9	<i>LATIN9, UTF8</i>
LATIN10	<i>LATIN10, UTF8</i>
MULE_INTERNAL	<i>MULE_INTERNAL, BIG5, EUC_CN, EUC_JP, EUC_KR, EUC_TW, ISO_8859_5, KOI8R, LATIN1 vers LATIN4, SJIS, WIN866, WIN1250, WIN1251</i>
SJIS	<i>non supporté comme encodage serveur</i>
SQL_ASCII	<i>tous (aucune conversion n'est réalisée)</i>
UHC	<i>non supporté comme encodage serveur</i>
UTF8	<i>tout encodage supporté</i>
WIN866	<i>WIN866, ISO_8859_5, KOI8R, MULE_INTERNAL, UTF8, WIN1251</i>
WIN874	<i>WIN874, UTF8</i>
WIN1250	<i>WIN1250, LATIN2, MULE_INTERNAL, UTF8</i>
WIN1251	<i>WIN1251, ISO_8859_5, KOI8R, MULE_INTERNAL, UTF8, WIN866</i>
WIN1252	<i>WIN1252, UTF8</i>
WIN1253	<i>WIN1253, UTF8</i>
WIN1254	<i>WIN1254, UTF8</i>
WIN1255	<i>WIN1255, UTF8</i>
WIN1256	<i>WIN1256, UTF8</i>
WIN1257	<i>WIN1257, UTF8</i>
WIN1258	<i>WIN1258, UTF8</i>

Pour activer la conversion automatique des jeux de caractères, il est nécessaire d'indiquer à PostgreSQL™ le jeu de caractères (encodage) souhaité côté client. Il y a plusieurs façons de le faire :

- en utilisant la commande `\encoding` dans psql. `\encoding` permet de changer l'encodage client à la volée. Par exemple, pour changer le codage en SJIS, taper :

```
\encoding SJIS
```

- la libpq (Section 32.10, « Fonctions de contrôle ») a des fonctions de contrôle de l'encodage client ;

- en utilisant `SET client_encoding TO`. L'encodage client peut être fixé avec la commande SQL suivante :

```
SET CLIENT_ENCODING TO 'valeur';
```

La syntaxe SQL plus standard `SET NAMES` peut également être utilisée pour cela :

```
SET NAMES 'valeur';
```

Pour connaître l'encodage client courant :

```
SHOW client_encoding;
```

Pour revenir à l'encodage par défaut :

```
RESET client_encoding;
```

- en utilisant `PGCLIENTENCODING`. Si la variable d'environnement `PGCLIENTENCODING` est définie dans l'environnement client, l'encodage client est automatiquement sélectionné lors de l'établissement d'une connexion au serveur (cette variable peut être surchargée à l'aide de toute autre méthode décrite ci-dessus) ;
- en utilisant la variable de configuration `client_encoding`. Si la variable `client_encoding` est définie, l'encodage client est automatiquement sélectionné lors de l'établissement d'une connexion au serveur (cette variable peut être surchargée à l'aide de toute autre méthode décrite ci-dessus).

Si la conversion d'un caractère particulier n'est pas possible -- dans le cas d'encodages EUC_JP pour le serveur et LATIN1 pour le client, et que certains caractères japonais renvoyés n'ont pas de représentation en LATIN1 -- une erreur est remontée.

Si l'encodage client est défini en tant que `SQL_ASCII`, la conversion de l'encodage est désactivée quelque soit celui du serveur. Comme pour le serveur, `SQL_ASCII` est déconseillé sauf à ne travailler qu'avec des données ASCII.

23.3.4. Pour aller plus loin

Il existe quelques sources intéressantes pour commencer à maîtriser les différents jeux de caractères.

CJKV Information Processing: Chinese, Japanese, Korean & Vietnamese Computing

Contient des explications détaillées de EUC_JP, EUC_CN, EUC_KR, EUC_TW.

<http://www.unicode.org/>

Le site web du Unicode Consortium.

RFC 3629

UTF-8 (8-bit UCS/Unicode Transformation Format) est défini ici.

Chapitre 24. Planifier les tâches de maintenance

PostgreSQL™, comme tout SGBD, requiert que certains tâches soient réalisées de façon régulière pour atteindre les performances optimales. Ces tâches sont *requises*, mais elles sont répétitives par nature et peuvent être facilement automatisées en utilisant des outils standard comme les scripts cron ou le Task Scheduler de Windows. La responsabilité de la mise en place de ces scripts et du contrôle de leur bon fonctionnement relève de l'administrateur de la base.

Une opération de maintenance évidente est la sauvegarde régulière des données. Sans une sauvegarde récente, il est impossible de restaurer après un dommage grave (perte d'un disque, incendie, table supprimée par erreur, etc.). Les mécanismes de sauvegarde et restauration disponibles dans PostgreSQL™ sont détaillés dans le Chapitre 25, Sauvegardes et restaurations.

L'autre tâche primordiale est la réalisation périodique d'un « vacuum », c'est à dire « faire le vide » dans la base de données. Cette opération est détaillée dans la Section 24.1, « Nettoyages réguliers ». La mise à jour des statistiques utilisées par le planificateur de requêtes sera discutée dans Section 24.1.3, « Maintenir les statistiques du planificateur ».

La gestion du fichier de traces mérite aussi une attention régulière. Cela est détaillé dans la Section 24.3, « Maintenance du fichier de traces ».

`check_postgres` est disponible pour surveiller la santé des bases de données et pour rapporter des conditions inhabituelles. `check_postgres` s'intègre bien avec Nagios et MRTG, mais il peut aussi fonctionner de façon autonome.

PostgreSQL™ demande peu de maintenance par rapport à d'autres SGBD. Néanmoins, un suivi vigilant de ces tâches participera beaucoup à rendre le système productif et agréable à utiliser.

24.1. Nettoyages réguliers

Le SGBD PostgreSQL™ nécessite des opérations de maintenance périodiques, connues sous le nom de **VACUUM**. Pour de nombreuses installations, il est suffisant de laisser travailler le *démon autovacuum*, qui est décrit dans Section 24.1.6, « Le démon auto-vacuum ». En fonction des cas, les paramètres de cet outil peuvent être optimisés pour obtenir de meilleurs résultats. Certains administrateurs de bases de données voudront suppléer ou remplacer les activités du démon avec une gestion manuelle des commandes **VACUUM**, qui seront typiquement exécutées suivant un planning par des scripts cron ou par le Task Scheduler. Pour configurer une gestion manuelle et correcte du VACUUM, il est essentiel de bien comprendre les quelques sous-sections suivantes. Les administrateurs qui se basent sur l'autovacuum peuvent toujours lire ces sections pour les aider à comprendre et à ajuster l'autovacuum.

24.1.1. Bases du VACUUM

La commande VACUUM(7) de PostgreSQL™ doit traiter chaque table régulièrement pour plusieurs raisons :

1. pour récupérer ou ré-utiliser l'espace disque occupé par les lignes supprimées ou mises à jour ;
2. pour mettre à jour les statistiques utilisées par l'optimiseur de PostgreSQL™ ;
3. Pour mettre à jour la carte de visibilité qui accélère les parcours d'index seuls.
4. pour prévenir la perte des données les plus anciennes à cause d'un *cycle de l'identifiant de transaction (XID)* ou d'un *cycle de l'identifiant de multixact*.

Chacune de ces raisons impose de réaliser des opérations **VACUUM** de différentes fréquences et portées, comme expliqué dans les sous-sections suivantes.

Il y a deux variantes de la commande **VACUUM** : **VACUUM** standard et **VACUUM FULL**. **VACUUM FULL** peut récupérer davantage d'espace disque mais s'exécute beaucoup plus lentement. Par ailleurs, la forme standard de **VACUUM** peut s'exécuter en parallèle avec les opérations de production des bases. Des commandes comme **SELECT**, **INSERT**, **UPDATE** et **DELETE** continuent de fonctionner de façon normale, mais la définition d'une table ne peut être modifiée avec des commandes telles que **ALTER TABLE** pendant le **VACUUM**. **VACUUM FULL** nécessite un verrou exclusif sur la table sur laquelle il travaille, et ne peut donc pas être exécuté en parallèle avec une autre activité sur la table. En règle générale, par conséquent, les administrateurs doivent s'efforcer d'utiliser la commande standard **VACUUM** et éviter **VACUUM FULL**.

VACUUM produit un nombre important d'entrées/sorties, ce qui peut entraîner de mauvaises performances pour les autres sessions actives. Des paramètres de configuration peuvent être ajustés pour réduire l'impact d'une opération **VACUUM** en arrière plan sur les performances -- voir Section 19.4.3, « Report du VACUUM en fonction de son coût ».

24.1.2. Récupérer l'espace disque

Avec PostgreSQL™, les versions périmées des lignes ne sont pas immédiatement supprimées après une commande **UPDATE**

ou **DELETE**. Cette approche est nécessaire pour la consistance des accès concurrents (MVCC, voir le Chapitre 13, Contrôle d'accès simultané) : la version de la ligne ne doit pas être supprimée tant qu'elle est susceptible d'être lue par une autre transaction. Mais finalement, une ligne qui est plus vieille que toutes les transactions en cours n'est plus utile du tout. La place qu'elle utilise doit être rendue pour être réutilisée par d'autres lignes afin d'éviter un accroissement constant, sans limite, du volume occupé sur le disque. Cela est réalisé en exécutant **VACUUM**.

La forme standard de **VACUUM** élimine les versions d'enregistrements morts dans les tables et les index, et marque l'espace comme réutilisable. Néanmoins, il ne rend pas cet espace au système d'exploitation, sauf dans le cas spécial où des pages à la fin d'une table deviennent totalement vides et qu'un verrou exclusif sur la table peut être obtenu aisément. Par opposition, **VACUUM FULL** compacte activement les tables en écrivant une nouvelle version complète du fichier de la table, sans espace vide. Ceci réduit la taille de la table mais peut prendre beaucoup de temps. Cela requiert aussi un espace disque supplémentaire pour la nouvelle copie de la table jusqu'à la fin de l'opération.

Le but habituel d'un vacuum régulier est de lancer des **VACUUM** standard suffisamment souvent pour éviter d'avoir recours à **VACUUM FULL**. Le démon autovacuum essaie de fonctionner de cette façon, et n'exécute jamais de **VACUUM FULL**. Avec cette approche, l'idée directrice n'est pas de maintenir les tables à leur taille minimale, mais de maintenir l'utilisation de l'espace disque à un niveau constant : chaque table occupe l'espace équivalent à sa taille minimum plus la quantité d'espace consommée entre deux vacuums. Bien que **VACUUM FULL** puisse être utilisé pour retourner une table à sa taille minimale et rendre l'espace disque au système d'exploitation, cela ne sert pas à grand chose, si cette table recommence à grossir dans un futur proche. Par conséquent, cette approche s'appuyant sur des commandes **VACUUM** exécutées à intervalles modérément rapprochés est une meilleure approche que d'exécuter des **VACUUM FULL** espacés pour des tables mises à jour de façon intensive.

Certains administrateurs préfèrent planifier le passage de **VACUUM** eux-mêmes, par exemple faire le travail de nuit, quand la charge est faible. La difficulté avec cette stratégie est que si une table a un pic d'activité de mise à jour inattendu, elle peut grossir au point qu'un **VACUUM FULL** soit vraiment nécessaire pour récupérer l'espace. L'utilisation du démon d'autovacuum mine ce problème, puisque le démon planifie les vacuum de façon dynamique, en réponse à l'activité de mise à jour. Il est peu raisonnable de désactiver totalement le démon, sauf si l'activité de la base est extrêmement prévisible. Un compromis possible est de régler les paramètres du démon afin qu'il ne réagisse qu'à une activité exceptionnellement lourde de mise à jour, de sorte à éviter seulement de perdre totalement le contrôle de la volumétrie, tout en laissant les **VACUUM** planifiés faire le gros du travail quand la charge est normale.

Pour ceux qui n'utilisent pas autovacuum, une approche typique alternative est de planifier un **VACUUM** sur la base complète une fois par jour lorsque l'utilisation n'est pas grande, avec en plus des opérations de **VACUUM** plus fréquentes pour les tables très impactées par des mises à jour, de la façon adéquate. (Certaines installations avec énormément de mises à jour peuvent exécuter des **VACUUM** toutes les quelques minutes.) Lorsqu'il y a plusieurs bases dans un cluster, il faut penser à exécuter un **VACUUM** sur chacune d'elles ; le programme `vacuumdb(1)` peut être utile.



Astuce

Le **VACUUM** simple peut ne pas suffire quand une table contient un grand nombre d'enregistrements morts comme conséquence d'une mise à jour ou suppression massive. Dans ce cas, s'il est nécessaire de récupérer l'espace disque gaspillé, **VACUUM FULL** peut être utilisé, **CLUSTER(7)** ou une des variantes de **ALTER TABLE(7)**. Ces commandes écrivent une nouvelle copie de la table et lui adjointent de nouveaux index. Toutes ces options nécessitent un verrou exclusif. Elles utilisent aussi temporairement un espace disque supplémentaire, approximativement égal à la taille de la table, car les anciennes copies de la table et des index ne peuvent pas être supprimées avant la fin de l'opération.



Astuce

Si le contenu d'une table est supprimé périodiquement, il est préférable d'envisager l'utilisation de **TRUNCATE(7)**, plutôt que **DELETE** suivi de **VACUUM**. **TRUNCATE** supprime le contenu entier de la table immédiatement sans nécessiter de **VACUUM** ou **VACUUM FULL** pour réclamer l'espace disque maintenant inutilisé. L'inconvénient est la violation des sémantiques MCC strictes.

24.1.3. Maintenir les statistiques du planificateur

L'optimiseur de requêtes de PostgreSQL™ s'appuie sur des informations statistiques sur le contenu des tables dans l'optique de produire des plans d'exécutions efficaces pour les requêtes. Ces statistiques sont collectées par la commande **ANALYZE(7)**, qui peut être invoquée seule ou comme option de **VACUUM**. Il est important d'avoir des statistiques relativement à jour, ce qui permet d'éviter les choix de mauvais plans d'exécution, pénalisant les performances de la base.

Le démon d'autovacuum, si activé, va automatiquement exécuter des commandes **ANALYZE** à chaque fois que le contenu d'une table aura changé suffisamment. Toutefois, un administrateur peut préférer se fier à des opérations **ANALYZE** planifiées manuellement, en particulier s'il est connu que l'activité de mise à jour de la table n'a pas d'impact sur les statistiques des colonnes

« intéressantes ». Le démon planifie des **ANALYZE** uniquement en fonction du nombre d'enregistrements insérés, mis à jour ou supprimés

À l'instar du nettoyage pour récupérer l'espace, les statistiques doivent être plus souvent collectées pour les tables intensément modifiées que pour celles qui le sont moins. Mais même si la table est très modifiée, il se peut que ces collectes soient inutiles si la distribution probabiliste des données évolue peu. Une règle simple pour décider est de voir comment évoluent les valeurs minimum et maximum des données. Par exemple, une colonne de type timestamp qui contient la date de mise à jour de la ligne aura une valeur maximum en continue croissance au fur et à mesure des modifications ; une telle colonne nécessitera plus de collectes statistiques qu'une colonne qui contient par exemple les URL des pages accédées sur un site web. La colonne qui contient les URL peut très bien être aussi souvent modifiée mais la distribution probabiliste des données changera certainement moins rapidement.

Il est possible d'exécuter **ANALYZE** sur des tables spécifiques, voire des colonnes spécifiques ; il a donc toute flexibilité pour mettre à jour certaines statistiques plus souvent que les autres en fonction des besoins de l'application. Quoi qu'il en soit, dans la pratique, il est généralement mieux de simplement analyser la base entière car il s'agit d'une opération rapide. **ANALYZE** utilise un système d'échantillonage des lignes d'une table, ce qui lui évite de lire chaque ligne.



Astuce

Même si il n'est pas très productif de régler précisément la fréquence de **ANALYZE** pour chaque colonne, il peut être intéressant d'ajuster le niveau de détail des statistiques collectées pour chaque colonne. Les colonnes très utilisées dans les clauses WHERE et dont la distribution n'est pas uniforme requièrent des histogrammes plus précis que les autres colonnes. Voir **ALTER TABLE SET STATISTICS**, ou modifier les paramètres par défaut de la base de données en utilisant le paramètre de configuration `default_statistics_target`.

De plus, par défaut, il existe peu d'informations sur la sélectivité des fonctions. Néanmoins, si vous créez un index qui utilise une fonction, des statistiques utiles seront récupérées de la fonction, ce qui peut grandement améliorer les plans de requêtes qui utilisent l'index.



Astuce

Le démon autovacuum ne lance pas de commandes **ANALYZE** sur les tables distantes car il n'a aucun moyen de déterminer la fréquence à laquelle la mise à jour des statistiques serait utile. Si vos requêtes might be useful. If your queries require statistics on foreign tables for proper planning, it's a good idea to run manually-managed **ANALYZE** commands on those tables on a suitable schedule.

24.1.4. Mettre à jour la carte de visibilité

La commande **VACUUM** maintient le contenu de la carte de visibilité pour chaque table, pour conserver la trace de chaque page contenant seulement des lignes connues pour être visibles par toutes les transactions actives (ainsi que les futures transactions, jusqu'à la prochaine modification de la page). Cette carte a deux buts. Tout d'abord, le **VACUUM** peut ignorer ce type de pages à sa prochaine exécution comme il n'y a rien à nettoyer dans ces pages.

Ensuite, il permet à PostgreSQL™ de répondre à certaines requêtes en utilisant seulement l'index, et donc sans faire référence à la table sous-jacente. Comme les index de PostgreSQL™ ne contiennent pas d'informations sur la visibilité des lignes, un parcours d'index normal récupère la ligne de la table pour chaque entrée d'index correspondante, ce qui permet de vérifier si la ligne correspondante est bien visible par la transaction en cours. Un parcours d'index seul vérifie en premier lieu la carte de visibilité. S'il est connu que toutes les lignes de la page sont visibles, la lecture de la table peut être évitée. Ceci est très utile sur les gros ensembles de données où la carte de visibilité peut éviter des accès disques. La carte de visibilité est très largement plus petite que la table, donc elle peut facilement être mise en cache même quand la table est très grosse.

24.1.5. Éviter les cycles des identifiants de transactions

Le mécanisme de contrôle de concurrence multiversion (MVCC) de PostgreSQL™ s'appuie sur la possibilité de comparer des identifiants de transactions (XID) ; c'est un nombre croissant : la version d'une ligne dont le XID d'insertion est supérieur au XID de la transaction en cours est « dans le futur » et ne doit pas être visible de la transaction courante. Comme les identifiants ont une taille limitée (32 bits), un groupe qui est en activité depuis longtemps (plus de 4 milliards de transactions) pourrait connaître un cycle des identifiants de transaction : le XID reviendra à 0 et soudainement les transactions du passé sembleront appartenir au futur - ce qui signifie qu'elles deviennent invisibles. En bref, perte de données totale. (En réalité, les données sont toujours là mais c'est un piètre réconfort puisqu'elles resteront inaccessibles.) Pour éviter ceci, il est nécessaire d'exécuter un **VACUUM** sur chaque table de chaque base au moins une fois à chaque milliard de transactions.

VACUUM marquera les lignes comme *gelées*, indiquant qu'elles ont été insérées par une transaction qui les a validé suffisamment loin dans le passé pour que les effets de cette transaction soient visibles à coup sûr pour toutes les transactions actuelles et futures.

Les XID normaux sont comparés sur une base modulo- 2^{32} . Cela signifie que pour chaque XID normal, il y en a deux milliards qui sont plus vieux et deux milliards qui sont plus récents. Une autre manière de le dire est que l'ensemble de définition des XID est circulaire et sans limite. De plus, une ligne créée avec un XID normal donné, la version de la ligne apparaîtra comme appartenant au passé pour les deux milliards de transactions qui suivront quelque soit le XID. Si la ligne existe encore après deux milliards de transactions, elle apparaîtra soudainement comme appartenant au futur. Pour empêcher cela, PostgreSQL™ réserve un XID spécial, `FrozenTransactionId`, qui ne suit pas les règles normales de comparaison de XID et qui est toujours considéré comme plus ancien que chaque XID normal. Les versions de lignes gelées sont traitées comme si la XID d'insertion était `FrozenTransactionId`, pour qu'elles apparaissent dans le passé pour les autres transactions normales, quelque soit les soucis de bouclage d'identifiant de transactions, et donc ces versions de lignes seront valides jusqu'à leur suppression, quelque soit la durée que cela représente.



Note

Dans les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 9.4, le gel était implémenté en remplaçant le XID d'insertion d'une ligne avec `FrozenTransactionId`, qui était visible dans la colonne système `xmin` de la ligne. Les nouvelles versions ajoutent un drapeau, préservant le `xmin` original de la ligne pour une utilisation ultérieure (notamment pour du débogage). Néanmoins, il est toujours possible d'avoir des lignes pour lesquelles `xmin` vaut `FrozenTransactionId` (2) dans les bases de données antérieures à la version 9.4 traitées par `pg_upgrade`.

De plus, les catalogues systèmes pourraient contenir des lignes avec `xmin` égale à `BootstrapTransactionId` (1), indiquant qu'elles ont été insérées lors de la première phase d'`initdb`. Comme `FrozenTransactionId`, cet XID spécial est traité comme étant plus ancien que tout autre XID normal.

`vacuum_freeze_min_age` contrôle l'âge que doit avoir une valeur XID avant que des lignes comportant cet XID ne soient gelées. Augmenter ce paramètre peut permettre d'éviter un travail inutile si les lignes à geler vont bientôt être modifiées. Diminuer ce paramètre augmente le nombre de transactions qui peuvent survenir avant un nouveau `VACUUM` de la table.

`VACUUM` utilise la carte de visibilité pour déterminer les pages d'une table à parcourir. Habituellement, il ignore les pages qui n'ont aucune ligne morte même si ces pages pourraient toujours avoir des versions de lignes avec des identifiants très anciens de transactions. De ce fait, les `VACUUM` normaux ne vont pas toujours geler chaque ancienne version de ligne dans la table. De temps en temps, `VACUUM` réalise un *vacuum agressif*, ignorant seulement les pages contenant aucune ligne morte et aucune valeur XID ou MXID non gelé. `vacuum_freeze_table_age` contrôle quand `VACUUM` se comporte ainsi : les blocs ne contenant que des lignes vivantes mais non gelées sont parcourus si le nombre de transactions exécutées depuis le dernier parcours de ce type est plus grand que `vacuum_freeze_table_age` moins `vacuum_freeze_min_age`. Configurer `vacuum_freeze_table_age` à 0 force `VACUUM` à utiliser cette stratégie plus agressive pour tous les parcours.

Le temps maximum où une table peut rester sans `VACUUM` est de deux millions de transactions moins `vacuum_freeze_min_age` lors du dernier `VACUUM` agressif. Si elle devait rester sans `VACUUM` après cela, des pertes de données pourraient survenir. Pour s'assurer que cela n'arrive pas, `autovacuum` est appelé sur chaque table qui pourrait contenir des lignes non gelées dont les XID ont un âge plus avancé que le paramètre de configuration `autovacuum_freeze_max_age`. (Ceci arrivera même si `autovacuum` est désactivé.)

Ceci implique que, si aucune opération de `VACUUM` n'est demandée sur une table, l'`autovacuum` sera automatiquement déclenché une fois toutes les `autovacuum_freeze_max_age` moins `vacuum_freeze_min_age` transactions. Pour les tables qui ont régulièrement l'opération de `VACUUM` pour réclamer l'espace perdu, ceci a peu d'importance. Néanmoins, pour les tables statiques (ceci incluant les tables qui ont des `INSERT` mais pas d'`UPDATE` ou de `DELETE`), il n'est pas nécessaire d'exécuter un `VACUUM` pour récupérer de la place et donc il peut être utile d'essayer de maximiser l'intervalle entre les autovacuums forcés sur de très grosses tables statiques. Évidemment, vous pouvez le faire soit en augmentant `autovacuum_freeze_max_age` soit en diminuant `vacuum_freeze_min_age`.

Le maximum efficace pour `vacuum_freeze_table_age` est $0.95 * \text{autovacuum_freeze_max_age}$; un paramétrage plus haut que ça sera limité à ce maximum. Une valeur plus importante que `autovacuum_freeze_max_age` n'aurait pas de sens car un autovacuum de préservation contre la ré-utilisation des identifiants de transactions serait déclenché, et le multiplicateur 0,95 laisse un peu de place pour exécuter un `VACUUM` manuel avant que cela ne survienne. Comme règle d'or, `vacuum_freeze_table_age` devrait être configuré à une valeur légèrement inférieure à `autovacuum_freeze_max_age`, laissant suffisamment d'espace pour qu'un `VACUUM` planifié régulièrement ou pour qu'un autovacuum déclenché par des activités normales de suppression et de mise à jour puissent être activés pendant ce laps de temps. Le configurer de façon trop proche pourrait déclencher des autovacuum de protection contre la ré-utilisation des identifiants de transactions, même si la table a été récemment l'objet d'un `VACUUM` pour récupérer l'espace, alors que des valeurs basses amènent à des `VACUUM` agressifs plus fréquents.

Le seul inconvénient à augmenter `autovacuum_freeze_max_age` (et `vacuum_freeze_table_age` avec elle) est que le sous-répertoire `pg_clog` du cluster prend plus de place car il doit stocker le statut du `COMMIT` pour toutes les transactions depuis `autovacuum_freeze_max_age`. L'état de `COMMIT` utilise deux bits par transaction, donc si `autovacuum_freeze_max_age` et `vacuum_freeze_table_age` ont une valeur maximum permise de deux milliards, `pg_clog` peut grossir jusqu'à la moitié d'un Go. Si c'est rien comparé à votre taille de base totale, configurer `autova-`

`cuum_freeze_max_age` à son maximum permis est recommandé. Sinon, le configurer suivant ce que vous voulez comme stockage maximum dans `pg_clog`. (La valeur par défaut, 200 millions de transactions, se traduit en à peu près 50 Mo de stockage dans `pg_clog`.)

Un inconvénient causé par la diminution de `vacuum_freeze_min_age` est que cela pourrait faire que **VACUUM** travaille sans raison : geler une version de ligne est une perte de temps si la ligne est modifiée rapidement après (ce qui fait qu'elle obtiendra un nouveau XID). Donc ce paramètre doit être suffisamment important pour que les lignes ne soient pas gelées jusqu'à ce qu'il soit pratiquement certain qu'elles ne seront plus modifiées.

Pour tracer l'âge des plus anciens XID non gelés de la base, **VACUUM** stocke les statistiques sur XID dans les tables systèmes `pg_class` et `pg_database`. En particulier, la colonne `relfrozenxid` de la ligne `pg_class` d'une table contient le XID final du gel qui a été utilisé par le dernier **VACUUM** agressif pour cette table. Il est garanti que tous les XID plus anciens que ce XID ont été remplacés par `FrozenXID` pour cette table. Toutes les lignes insérées par des transactions dont le XID est plus ancien que ce XID sont garanties d'avoir été gelées. De façon similaire, la colonne `datfrozenxid` de la ligne `pg_database` de la base est une limite inférieure des XID non gelés apparaissant dans cette base -- c'est tout simplement le minimum des valeurs `relfrozenxid` par table dans cette base. Pour examiner cette information, le plus simple est d'exécuter des requêtes comme :

```
SELECT c.oid::regclass as table_name,
       greatest(age(c.relfrozenxid), age(t.relfrozenxid)) as age
  FROM pg_class c
 LEFT JOIN pg_class t ON c.reloastrelid = t.oid
 WHERE c.relkind IN ('r', 'm');

SELECT datname, age(datfrozenxid) FROM pg_database;
```

La colonne `age` mesure le nombre de transactions à partir du XID final vers le XID de transaction en cours.

Habituellement, **VACUUM** parcourt seulement les blocs qui ont été modifiés depuis le dernier vacuum mais `relfrozenxid` peut seulement être avancé quand tous les blocs d'une table pouvant contenir des XID gelés sont parcourus. Ceci survient quand `relfrozenxid` a plus de `vacuum_freeze_table_age` transactions antérieures, quand l'option `FREEZE` de **VACUUM** est utilisée ou quand tous les blocs qui ne sont pas encore gelés nécessitent un nettoyage pour supprimer les versions de lignes mortes. Quand **VACUUM** parcourt chaque bloc d'une table qui n'est pas déjà entièrement gelé, il doit configurer `age(relfrozenxid)` à une valeur un peu au-dessus de la configuration utilisée pour `vacuum_freeze_min_age` (plus par le nombre de transactions démarquées depuis le lancement de **VACUUM**). Si aucun **VACUUM** avec avancement de `relfrozenxid` n'est lancé sur la table, une fois arrivé à `autovacuum_freeze_max_age`, un autovacuum est forcé sur la table.

Si, pour une certaine raison, l'autovacuum échoue à effacer les anciens XID d'une table, le système commencera à émettre des messages d'avertissement comme ceci quand les plus anciens XID de la base atteignent les 10 millions de transactions à partir du point de réinitialisation :

```
WARNING: database "mydb" must be vacuumed within 177009986 transactions
HINT: To avoid a database shutdown, execute a database-wide VACUUM in "mydb".
```

(Une commande **VACUUM** manuelle devrait résoudre le problème, comme suggéré par l'indice ; mais notez que la commande **VACUUM** doit être exécutée par un superutilisateur, sinon elle échouera à mettre à jour les catalogues systèmes et ne pourra donc pas faire avancer le `datfrozenxid` de la base.) Si ces avertissements sont ignorés, le système s'arrêtera et refusera de commencer toute nouvelle transaction dès qu'il n'en restera qu'un million avant la réinitialisation :

```
ERROR: database is not accepting commands to avoid wraparound data loss in database
"mydb"
HINT: Stop the postmaster and vacuum that database in single-user mode.
```

La marge de sécurité de un million de transactions existe pour permettre à l'administrateur de récupérer ces données sans perte en exécutant manuellement les commandes **VACUUM** requises. Néanmoins, comme le système n'exécute pas de commandes tant qu'il n'est pas sorti du mode d'arrêt par sécurité, la seule façon de le faire est de stopper le serveur et de démarrer le serveur en mode simple utilisateur pour exécuter le **VACUUM**. Le mode d'arrêt n'est pas pris en compte par le moteur en mode simple utilisateur. Voir la page de référence de `postgres(1)` pour des détails sur l'utilisation du moteur en mode simple utilisateur.

24.1.5.1. Multixacts et cycle

Les *identifiants multixact* sont utilisés pour supporter le verrouillage de lignes par des transactions multiples. Comme l'espace est limité dans un en-tête de ligne pour y stocker des informations, cette information est codée sous la forme d'un « identifiant de transaction multiple », ou ID multixact pour faire court, à chaque fois qu'il y a plus d'une transaction cherchant à verrouiller en parallèle une ligne. Les informations sur les identifiants de transactions inclus dans tout identifiant multixact sont enregistrées séparément dans le sous-répertoire `pg_multixact` et seul l'identifiant multixact apparaît dans le champ `xmax` de l'en-tête de ligne.

Comme les identifiants de transactions, les identifiants multi-transactions sont implémentés avec un compteur 32 bits et le stockage correspondant, ce qui nécessite une gestion attentive, un nettoyage du stockage et la gestion du cycle (plus exactement de la ré-utilisation des identifiants). Il existe un espace de stockage séparé qui détient la liste des membres dans chaque multixact, qui utilise aussi un compteur sur 32 bits et qui doit aussi être géré.

Quand **VACUUM** parcourt une partie d'une table, il remplacera tout ID multixact qu'il rencontre, plus âgé que `vacuum_multixact_freeze_min_age`, par une valeur différente, qui peut être la valeur zéro, un identifiant de transaction ou un nouvel identifiant multixact. Pour chaque table, `pg_class.re1minmxid` enregistre le plus ancien identifiant multixact possible apparaissant déjà dans un enregistrement de cette table. Si cette valeur est plus ancienne que `vacuum_multixact_freeze_table_age`, un vacuum agressif est forcé. Comme indiqué dans la section précédente, un vacuum agressif signifie que seuls les blocs connus pour être entièrement gelés seront ignorés. `mxid_age()` peut être utilisé sur `pg_class.re1minmxid` pour trouver son âge.

Les **VACUUM** agressifs, quelqu'en soit la cause, permet d'avancer la valeur pour cette table. Comme toutes les tables de toutes les bases sont parcourues et que leur plus anciennes valeurs multixact sont avancées, le stockage sur disque pour les anciens multixacts peut être supprimé.

Comme moyen de sécurité supplémentaire, un **VACUUM** agressif surviendra pour toute table dont l'âge en identifiant multixact est supérieur à `autovacuum_multixact_freeze_max_age`. Des **VACUUM** agressifs surviendront aussi progressivement pour toutes les tables, en commençant par ceux qui ont le multixact le plus ancien, si la quantité d'espace disque utilisé pour le membre dépasse 50% de l'espace de stockage accessible. Ces deux types de parcours agressifs de tables surviendront seulement si l'autovacuum est désactivé spécifiquement.

24.1.6. Le démon auto-vacuum

PostgreSQL™ dispose d'une fonctionnalité optionnelle mais hautement recommandée appelée *autovacuum*, dont le but est d'automatiser l'exécution des commandes **VACUUM** et **ANALYZE**. Une fois activé, autovacuum vérifie les tables ayant un grand nombre de lignes insérées, mises à jour ou supprimées. Ces vérifications utilisent la fonctionnalité de récupération de statistiques ; du coup, autovacuum ne peut pas être utilisé sauf si `track_counts` est configuré à `true`. Dans la configuration par défaut, l'autovacuum est activé et les paramètres liés sont correctement configurés.

Le « démon autovacuum » est constitué de plusieurs processus. Un processus démon permanent appelé *autovacuum launcher* (autrement dit le lanceur d'autovacuum) est en charge de lancer des processus travailleur (*autovacuum worker*) pour toutes les bases de données. Le lanceur distribuera le travail dans le temps mais essaiera de lancer un nouveau travailleur sur chaque base de données chaque `autovacuum_naptime` secondes. (Du coup, si l'installation a N bases de données, un nouveau *autovacuum worker* sera lancé tous les $\text{autovacuum_naptime}/N$ secondes.) Un maximum de `autovacuum_max_workers` processus *autovacuum worker* est autorisé à s'exécuter en même temps. S'il y a plus de `autovacuum_max_workers` bases à traiter, la prochaine base de données sera traitée dès qu'un autre travailleur a terminé. Chaque processus travailleur vérifiera chaque table de leur base de données et exécutera un **VACUUM** et/ou un **ANALYZE** suivant les besoins. `log_autovacuum_min_duration` peut être utilisé pour superviser l'activité des processus autovacuum worker.

Si plusieurs grosses tables deviennent toutes éligibles pour un **VACUUM** dans un court espace de temps, tous les processus travailleurs pourraient avoir à exécuter des **VACUUM** sur ces tables pendant un long moment. Ceci aura pour résultat que d'autres tables et d'autres bases de données ne pourront pas être traitées tant qu'un processus travailleur ne sera pas disponible. Il n'y a pas de limite sur le nombre de processus travailleurs sur une seule base, mais ils essaient d'éviter de répéter le travail qui a déjà été fait par d'autres. Notez que le nombre de processus travailleurs en cours d'exécution n'est pas décompté des limites `max_connections` et `superuser_reserved_connections`.

Les tables dont la valeur de `relfrozenxid` est plus importante que `autovacuum_freeze_max_age` sont toujours l'objet d'un **VACUUM** (cela s'applique aux tables dont le 'freeze max age' a été modifié par les paramètres de stockage ; voyez plus bas). Sinon, si le nombre de lignes obsolètes depuis le dernier **VACUUM** dépasse une « limite de vacuum », la table bénéficie d'un **VACUUM**. La limite est définie ainsi :

```
limite du vacuum = limite de base du vacuum + facteur d'échelle du vacuum * nombre de lignes
```

où la limite de base du vacuum est `autovacuum_vacuum_threshold`, le facteur d'échelle du vacuum est `autovacuum_vacuum_scale_factor` et le nombre de lignes est `pg_class.reltuples`. Le nombre de lignes obsolètes est obtenu à partir du récupérateur de statistiques ; c'est un nombre à peu près précis, mis à jour après chaque instruction **UPDATE** et **DELETE** (il est seulement à peu près précis car certaines informations pourraient être perdues en cas de grosse charge). Si la valeur de `relfrozenxid` pour la table est supérieure à `vacuum_freeze_table_age`, un **VACUUM** agressif est exécuté pour geler les anciennes lignes et pour avancer `relfrozenxid`, sinon seules les pages qui ont été modifiées depuis le dernier **VACUUM** sont parcourues par l'opération de **VACUUM**.

Pour **ANALYZE**, une condition similaire est utilisée : la limite, définie comme

```
limite du analyze = limite de base du analyze + facteur d'échelle du analyze * nombre de lignes
```

est comparée au nombre de lignes insérées, mises à jour et supprimées depuis le dernier **ANALYZE**.

Les tables temporaires ne peuvent pas être accédées par l'autovacuum. Du coup, les opérations appropriées de VACUUM et d'ANALYZE devraient être traitées par des commandes SQL de session.

Les limites et facteurs d'échelle par défaut (et beaucoup d'autres paramètres de contrôle de l'autovacuum) sont pris dans `postgresql.conf`, mais il est possible de les surcharger table par table ; voir la section intitulée « Paramètres de stockage » pour plus d'informations.

Si une configuration a été modifiée via les paramètres de stockage d'une table, cette valeur est utilisée lors du traitement de cette table. Dans le cas contraire, les paramètres globaux sont utilisés. Voir Section 19.10, « Nettoyage (**vacuum**) automatique » pour plus de détails sur les paramètres globaux.

Quand plusieurs autovacuum workers travaillent, les paramètres de délai de coût de l'autovacuum (voir Section 19.4.3, « Report du VACUUM en fonction de son coût ») sont « réparties » parmi tous les processus pour que l'impact total en entrée/sortie sur le système soit identique quelque soit le nombre de processus en cours d'exécution. Néanmoins, tout autovacuum worker traitant des tables dont les paramètres de stockage `autovacuum_vacuum_cost_delay` ou `autovacuum_vacuum_cost_limit` ont été configurés spécifiquement ne sont pas considérés dans l'algorithme de balance.

24.2. Ré-indexation régulière

Dans certains cas, reconstruire périodiquement les index par la commande `REINDEX(7)` ou une série d'étapes individuelles de reconstruction en vaut la peine.

Les pages de l'index B-tree, qui sont devenues complètement vides, sont réclamées pour leur ré-utilisation. Mais, il existe toujours une possibilité d'utilisation peu efficace de l'espace : si, sur une page, seulement plusieurs clés d'index ont été supprimés, la page reste allouée. En conséquence, si seulement quelques clés sont supprimées, vous devrez vous attendre à ce que l'espace disque soit très mal utilisé. Dans de tels cas, la réindexation périodique est recommandée.

Le potentiel d'inflation des index qui ne sont pas des index B-tree n'a pas été particulièrement analysé. Surveiller périodiquement la taille physique de ces index est une bonne idée.

De plus, pour les index B-tree, un index tout juste construit est légèrement plus rapide qu'un index qui a été mis à jour plusieurs fois parce que les pages adjacentes logiquement sont habituellement aussi physiquement adjacentes dans un index nouvellement créé (cette considération ne s'applique pas aux index non B-tree). Il pourrait être intéressant de ré-indexer périodiquement simplement pour améliorer la vitesse d'accès.

`REINDEX(7)` peut être utilisé en toute sécurité et très facilement dans tous les cas. Mais comme cette commande nécessite un verrou exclusif sur la table, il est souvent préférable d'exécuter une reconstruction d'index avec une séquence d'étapes de création et remplacement. Les types d'index qui supportent `CREATE INDEX(7)` avec l'option `CONCURRENTLY` peuvent être recréés de cette façon. Si cela fonctionne et que l'index résultant est valide, l'index original peut être remplacé par le nouveau construit en utilisant une combinaison de `ALTER INDEX(7)` et `DROP INDEX(7)`. Quand un index est utilisé pour forcer une contrainte d'unicité ou toute autre contrainte, `ALTER TABLE(7)` pourrait être nécessaire pour basculer la contrainte existante sur celle forcée par le nouvel index. Il faut mettre beaucoup d'attention dans la mise en place de cette reconstruction alternative à plusieurs étapes avant de l'utiliser car il existe des limitations pour lesquelles les index peuvent être réindexés de cette façon et les erreurs doivent être gérées.

24.3. Maintenance du fichier de traces

Sauvegarder les journaux de trace du serveur de bases de données dans un fichier plutôt que dans `/dev/NULL` est une bonne idée. Les journaux sont d'une utilité incomparable lorsqu'arrive le moment où des problèmes surviennent. Néanmoins, les journaux ont tendance à être volumineux (tout spécialement à des niveaux de débogage importants) et vous ne voulez pas les sauvegarder indéfiniment. Vous avez besoin de faire une « rotation » des journaux pour que les nouveaux journaux sont commencés et que les anciens soient supprimés après une période de temps raisonnable.

Si vous redirigez simplement `stderr` du **postgres** dans un fichier, vous aurez un journal des traces mais la seule façon de le tronquer sera d'arrêter et de relancer le serveur. Ceci peut convenir si vous utilisez PostgreSQL™ dans un environnement de développement mais peu de serveurs de production trouveraient ce comportement acceptable.

Une meilleure approche est d'envoyer la sortie `stderr` du serveur dans un programme de rotation de journaux. Il existe un programme interne de rotation que vous pouvez utiliser en configurant le paramètre `logging_collector` à `true` dans `postgresql.conf`. Les paramètres de contrôle pour ce programme sont décrits dans Section 19.8.1, « Où tracer ». Vous pouvez aussi utiliser cette approche pour capturer les données des journaux applicatifs dans un format CSV (valeurs séparées par des virgules) lisible par une machine.

Sinon, vous pourriez préférer utiliser un programme externe de rotation de journaux si vous en utilisez déjà un avec d'autres serveurs. Par exemple, l'outil `rotatelogs` inclus dans la distribution Apache™ peut être utilisé avec PostgreSQL™. Pour cela, envoyez via un tube la sortie `stderr` du serveur dans le programme désiré. Si vous lancez le serveur avec `pg_ctl`, alors `stderr` est déjà

directement renvoyé dans `stdout`, donc vous avez juste besoin d'ajouter la commande via un tube, par exemple :

```
pg_ctl start | rotatelogs /var/log/pgsql_log 86400
```

Une autre approche de production pour la gestion des journaux de trace est de les envoyer à `syslog` et de laisser `syslog` gérer la rotation des fichiers. Pour cela, initialisez le paramètre de configuration `log_destination` à `syslog` (pour tracer uniquement via `syslog`) dans `postgresql.conf`. Ensuite, vous pouvez envoyer un signal `SIGHUP` au démon `syslog` quand vous voulez le forcer à écrire dans un nouveau fichier. Si vous voulez automatiser la rotation des journaux, le programme `logrotate` peut être configuré pour fonctionner avec les journaux de traces provenant de `syslog`.

Néanmoins, sur beaucoup de systèmes, `syslog` n'est pas très fiable, particulièrement avec les messages très gros ; il pourrait tronquer ou supprimer des messages au moment où vous en aurez le plus besoin. De plus, sur Linux™, `syslog` synchronisera tout message sur disque, amenant des performances assez pauvres. (Vous pouvez utiliser un « - » au début du nom de fichier dans le fichier de configuration `syslog` pour désactiver la synchronisation.)

Notez que toutes les solutions décrites ci-dessus font attention à lancer de nouveaux journaux de traces à des intervalles configurables mais ils ne gèrent pas la suppression des vieux fichiers de traces, qui ne sont probablement plus très utiles. Vous voudrez probablement configurer un script pour supprimer périodiquement les anciens journaux. Une autre possibilité est de configurer le programme de rotation pour que les anciens journaux de traces soient écrasés de façon cyclique.

pgBadger™ est un projet externe qui analyse les journaux applicatifs d'une façon très poussée. *check_postgres*™ fournit des alertes Nagios quand des messages importants apparaît dans les journaux applicatifs, mais détecte aussi de nombreux autres cas.

Chapitre 25. Sauvegardes et restaurations

Comme tout ce qui contient des données importantes, les bases de données PostgreSQL™ doivent être sauvegardées régulièrement. Bien que la procédure soit assez simple, il est important de comprendre les techniques et hypothèses sous-jacentes.

Il y a trois approches fondamentalement différentes pour sauvegarder les données de PostgreSQL™ :

- la sauvegarde SQL ;
- la sauvegarde au niveau du système de fichiers ;
- l'archivage continu.

Chacune a ses avantages et ses inconvénients. Elles sont toutes analysées, chacune leur tour, dans les sections suivantes.

25.1. Sauvegarde SQL

Le principe est de produire un fichier texte de commandes SQL (appelé « fichier dump »), qui, si on le renvoie au serveur, re-crée une base de données identique à celle sauvegardée. PostgreSQL™ propose pour cela le programme utilitaire pg_dump(1). L'usage basique est :

```
pg_dump base_de_donnees > fichier_de_sortie
```

pg_dump écrit son résultat sur la sortie standard. Son utilité est expliquée plus loin. Bien que la commande ci-dessus crée un fichier texte, pg_dump peut créer des fichiers dans d'autres formats qui permettent le parallélisme et un contrôle plus fin de la restauration des objets.

pg_dump est un programme client PostgreSQL™ classique (mais plutôt intelligent). Cela signifie que la sauvegarde peut être effectuée depuis n'importe quel ordinateur ayant accès à la base. Mais pg_dump n'a pas de droits spéciaux. En particulier, il doit avoir un accès en lecture à toutes les tables que vous voulez sauvegarder, donc pour sauvegarder une base complète, vous devez pratiquement toujours utiliser un superutilisateur. Si vous n'avez pas les droits suffisants pour sauvegarder la base entière, vous pouvez toujours sauvegarder les parties pour lesquels vous avez le droit d'accès en utilisant des options telles que `-n schéma` et `-t table`.)

Pour préciser le serveur de bases de données que pg_dump doit contacter, on utilise les options de ligne de commande `-h serveur` et `-p port`. Le serveur par défaut est le serveur local ou celui indiqué par la variable d'environnement PGHOST. De la même façon, le port par défaut est indiqué par la variable d'environnement PGPORT ou, en son absence, par la valeur par défaut précisée à la compilation. Le serveur a normalement reçu les mêmes valeurs par défaut à la compilation.

Comme tout programme client PostgreSQL™, pg_dump se connecte par défaut avec l'utilisateur de base de données de même nom que l'utilisateur système courant. L'utilisation de l'option `-U` ou de la variable d'environnement PGUSER permettent de modifier le comportement par défaut. Les connexions de pg_dump sont soumises aux mécanismes normaux d'authentification des programmes clients (décris dans le Chapitre 20, Authentification du client).

Un des gros avantages de pg_dump sur les autres méthodes de sauvegarde décrites après est que la sortie de pg_dump peut être généralement rechargée dans des versions plus récentes de PostgreSQL™, alors que les sauvegardes au niveau fichier et l'archivage continu sont tous les deux très spécifique à la version du serveur. pg_dump est aussi la seule méthode qui fonctionnera lors du transfert d'une base de données vers une machine d'une architecture différente (comme par exemple d'un serveur 32 bits à un serveur 64 bits).

Les sauvegardes créées par pg_dump sont cohérentes, ce qui signifie que la sauvegarde représente une image de la base de données au moment où commence l'exécution de pg_dump. pg_dump ne bloque pas les autres opérations sur la base lorsqu'il fonctionne (sauf celles qui nécessitent un verrou exclusif, comme la plupart des formes d'**ALTER TABLE**.)

25.1.1. Restaurer la sauvegarde

Les fichiers texte créés par pg_dump peuvent être lus par le programme psql. La syntaxe générale d'une commande de restauration est

```
psql base_de_donnees < fichier_d_entree
```

où `fichier_d_entree` est le fichier en sortie de la commande pg_dump. La base de données `base_de_donnees` n'est pas créée par cette commande. Elle doit être créée à partir de `template0` avant d'exécuter psql (par exemple avec `createdb -T template0 base_de_donnees`). psql propose des options similaires à celles de pg_dump pour indiquer le serveur de bases de données sur lequel se connecter et le nom d'utilisateur à utiliser. La page de référence de psql(1) donne plus d'informations. Les sauvegardes binaires sont restaurées en utilisant l'outil pg_restore(1).

Tous les utilisateurs possédant des objets ou ayant certains droits sur les objets de la base sauvegardée doivent exister préalable-

ment à la restauration de la sauvegarde. S'ils n'existent pas, la restauration échoue pour la création des objets dont ils sont propriétaires ou sur lesquels ils ont des droits (quelque fois, cela est souhaitable mais ce n'est habituellement pas le cas).

Par défaut, le script psql continue de s'exécuter après la détection d'une erreur SQL. Vous pouvez exécuter psql avec la variable `ON_ERROR_STOP` configurée pour modifier ce comportement. psql quitte alors avec un code d'erreur 3 si une erreur SQL survient :

```
psql --set ON_ERROR_STOP=on base_de_données < infile
```

Dans tous les cas, une sauvegarde partiellement restaurée est obtenue. Si cela n'est pas souhaitable, il est possible d'indiquer que la sauvegarde complète doit être restaurée au cours d'une transaction unique. De ce fait, soit la restauration est validée dans son ensemble, soit elle est entièrement annulée. Ce mode est choisi en passant l'option `-1` ou `--single-transaction` en ligne de commande à psql. Dans ce mode, la plus petite erreur peut annuler une restauration en cours depuis plusieurs heures. Néanmoins, c'est probablement préférable au nettoyage manuel d'une base rendue complexe par une sauvegarde partiellement restaurée.

La capacité de pg_dump et psql à écrire et à lire dans des tubes permet de sauvegarder une base de données directement d'un serveur sur un autre. Par exemple :

```
pg_dump -h serveur1 base_de_donnees | psql -h serveur2 base_de_donnees
```



Important

Les fichiers de sauvegarde produits par pg_dump sont relatifs à `template0`. Cela signifie que chaque langage, procédure, etc. ajouté à `template1` est aussi sauvegardé par pg_dump. En conséquence, si une base `template1` modifiée est utilisée lors de la restauration, il faut créer la base vide à partir de `template0`, comme dans l'exemple plus haut.

Après la restauration d'une sauvegarde, il est conseillé d'exécuter `ANALYZE(7)` sur chaque base de données pour que l'optimiseur de requêtes dispose de statistiques utiles ; voir Section 24.1.3, « Maintenir les statistiques du planificateur » et Section 24.1.6, « Le démon auto-vacuum » pour plus d'informations. Pour plus de conseils sur le chargement efficace de grosses quantités de données dans PostgreSQL™, on peut se référer à la Section 14.4, « Remplir une base de données ».

25.1.2. Utilisation de pg_dumpall

pg_dump ne sauvegarde qu'une seule base à la fois, et ne sauvegarde pas les informations relatives aux rôles et *tablespaces* (parce que ceux-ci portent sur l'ensemble des bases du cluster, et non sur une base particulière). Pour permettre une sauvegarde aisée de tout le contenu d'un cluster, le programme pg_dumpall(1) est fourni. pg_dumpall sauvegarde toutes les bases de données d'un cluster (ensemble des bases d'une instance) PostgreSQL™ et préserve les données communes au cluster, telles que les rôles et tablespaces. L'utilisation basique de cette commande est :

```
pg_dumpall > fichier_de_sortie
```

Le fichier de sauvegarde résultant peut être restauré avec psql :

```
psql -f fichier_d_entree postgres
```

(N'importe quelle base de données peut être utilisée pour la connexion mais si le rechargement est exécuté sur un cluster vide, il est préférable d'utiliser `postgres`.) Il faut obligatoirement avoir le profil superutilisateur pour restaurer une sauvegarde faite avec pg_dumpall, afin de pouvoir restaurer les informations sur les rôles et les tablespaces. Si les *tablespaces* sont utilisés, il faut s'assurer que leurs chemins sauvegardés sont appropriés à la nouvelle installation.

pg_dumpall fonctionne en émettant des commandes pour recréer les rôles, les *tablespaces* et les bases vides, puis en invoquant pg_dump pour chaque base de données. Cela signifie que, bien que chaque base de données est cohérente en interne, les images des différentes bases de données ne sont pas synchronisées.

Les données globales à l'instance peuvent être sauvegardées seules en utilisant l'option `--globals-only` de pg_dumpall. Ceci est nécessaire pour sauvegarder entièrement l'instance si la commande pg_dump est utilisée pour sauvegarder les bases individuelles.

25.1.3. Gérer les grosses bases de données

Certains systèmes d'exploitation ont des limites sur la taille maximum des fichiers qui posent des problèmes lors de la création de gros fichiers de sauvegarde avec pg_dump. Heureusement, pg_dump peut écrire sur la sortie standard, donc vous pouvez utiliser les outils Unix standards pour contourner ce problème potentiel. Il existe plusieurs autres méthodes :

Compresser le fichier de sauvegarde. Tout programme de compression habituel est utilisable. Par exemple gzip :

```
pg_dump base_de_donnees | gzip > nom_fichier.gz
```

Pour restaurer :

```
gunzip -c nom_fichier.gz | psql base_de_donnees
```

ou

```
cat nom_fichier.gz | gunzip | psql base_de_donnees
```

Couper le fichier avec split. La commande **split** permet de découper le fichier en fichiers plus petits, de taille acceptable par le système de fichiers sous-jacent. Par exemple, pour faire des morceaux de 1 Mo :

```
pg_dump base_de_donnees | split -b 1m - nom_fichier
```

Pour restaurer :

```
cat nom_fichier* | psql base_de_donnees
```

Utilisation du format de sauvegarde personnalisé de pg_dump. Si PostgreSQL™ est installé sur un système où la bibliothèque de compression zlib est disponible, le format de sauvegarde personnalisé peut être utilisé pour compresser les données à la volée. Pour les bases de données volumineuses, cela produit un fichier de sauvegarde d'une taille comparable à celle du fichier produit par **gzip**, avec l'avantage supplémentaire de permettre de restaurer des tables sélectivement. La commande qui suit sauvegarde une base de données en utilisant ce format de sauvegarde :

```
pg_dump -Fc base_de_donnees > nom_fichier
```

Le format de sauvegarde personnalisé ne produit pas un script utilisable par **psql**. Ce script doit être restauré avec **pg_restore**, par exemple :

```
pg_restore -d nom_base nom_fichier
```

Voir les pages de référence de **pg_dump(1)** et **pg_restore(1)** pour plus de détails.

Pour les très grosses bases de données, il peut être nécessaire de combiner **split** avec une des deux autres approches.

Utiliser la fonctionnalité de sauvegarde en parallèle de pg_dump. Pour accélérer la sauvegarde d'une grosse base de données, vous pouvez utiliser le mode parallélisé de **pg_dump**. Cela sauvegardera plusieurs tables à la fois. Vous pouvez contrôler le degré de parallélisme avec le paramètre **-j**. Les sauvegardes en parallèle n'acceptent que le format répertoire.

```
pg_dump -j num -F d -f sortie.dir nom_base
```

Vous pouvez utiliser **pg_restore -j** pour restaurer une sauvegarde en parallèle. Ceci fonctionnera pour n'importe quel archive, qu'elle soit dans le mode personnalisé ou répertoire. Elle n'a pas besoin d'avoir été créée avec le mode parallélisé de **pg_dump**.

25.2. Sauvegarde de niveau système de fichiers

Une autre stratégie de sauvegarde consiste à copier les fichiers utilisés par PostgreSQL™ pour le stockage des données. Dans la Section 18.2, « Créez un groupe de base de données », l'emplacement de ces fichiers est précisé. N'importe quelle méthode de sauvegarde peut être utilisée, par exemple :

```
tar -cf sauvegarde.tar /usr/local/pgsql/data
```

Cependant, deux restrictions rendent cette méthode peu pratique ou en tout cas inférieure à la méthode **pg_dump**.

1. Le serveur de base de données *doit* être arrêté pour obtenir une sauvegarde utilisable. Toutes les demi-mesures, comme la suppression des connexions, ne fonctionnent *pas* (principalement parce que **tar** et les outils similaires ne font pas une image atomique de l'état du système de fichiers, mais aussi à cause du tampon interne du serveur). Les informations concernant la façon d'arrêter le serveur PostgreSQL™ se trouvent dans la Section 18.5, « Arrêter le serveur ».

Le serveur doit également être arrêté avant de restaurer les données.

2. Quiconque s'est aventuré dans les détails de l'organisation de la base de données peut être tenté de ne sauvegarder et restaurer que certaines tables ou bases de données particulières. Ce n'est *pas* utilisable sans les fichiers journaux de validation **pg_clog/*** qui contiennent l'état de la validation de chaque transaction. Un fichier de table n'est utilisable qu'avec cette information. Bien entendu, il est impossible de ne restaurer qu'une table et les données **pg_clog** associées car cela rendrait toutes les autres tables du serveur inutilisables. Les sauvegardes du système de fichiers fonctionnent, de ce fait, uniquement pour les

sauvegardes et restaurations complètes d'un cluster de bases de données.

Une autre approche à la sauvegarde du système de fichiers consiste à réaliser une « image cohérente » (*consistent snapshot*) du répertoire des données. Il faut pour cela que le système de fichiers supporte cette fonctionnalité (et qu'il puisse lui être fait confiance). La procédure typique consiste à réaliser une « image gelée » (*frozen snapshot*) du volume contenant la base de données et ensuite de copier entièrement le répertoire de données (pas seulement quelques parties, voir plus haut) de l'image sur un périphérique de sauvegarde, puis de libérer l'image gelée. Ceci fonctionne même si le serveur de la base de données est en cours d'exécution. Néanmoins, une telle sauvegarde copie les fichiers de la base de données dans un état où le serveur n'est pas correctement arrêté ; du coup, au lancement du serveur à partir des données sauvegardées, PostgreSQL peut penser que le serveur s'est stoppé brutalement et rejouer les journaux WAL. Ce n'est pas un problème, mais il faut en être conscient (et s'assurer d'inclure les fichiers WAL dans la sauvegarde). Vous pouvez réaliser un **CHECKPOINT** avant de prendre la sauvegarde pour réduire le temps de restauration.

Si la base de données est répartie sur plusieurs systèmes de fichiers, il n'est peut-être pas possible d'obtenir des images gelées exactement simultanées de tous les disques. Si les fichiers de données et les journaux WAL sont sur des disques différents, par exemple, ou si les tablespaces sont sur des systèmes de fichiers différents, une sauvegarde par images n'est probablement pas utilisable parce que ces dernières *doivent* être simultanées. La documentation du système de fichiers doit être étudiée avec attention avant de faire confiance à la technique d'images cohérentes dans de telles situations.

S'il n'est pas possible d'obtenir des images simultanées, il est toujours possible d'éteindre le serveur de bases de données suffisamment longtemps pour établir toutes les images gelées. Une autre possibilité est de faire une sauvegarde de la base en archivage continu (Section 25.3.2, « Réaliser une sauvegarde de base ») parce que ces sauvegardes ne sont pas sensibles aux modifications des fichiers pendant la sauvegarde. Cela n'impose d'activer l'archivage en continu que pendant la période de sauvegarde ; la restauration est faite en utilisant la restauration d'archive en ligne (Section 25.3.4, « Récupération à partir d'un archivage continu »).

Une autre option consiste à utiliser rsync pour réaliser une sauvegarde du système de fichiers. Ceci se fait tout d'abord en lançant rsync alors que le serveur de bases de données est en cours d'exécution, puis en arrêtant le serveur juste assez longtemps pour lancer **rsync --checksum** une deuxième fois (--checksum est nécessaire car rsync n'a une granularité d'une seconde quand il teste par horodatage de modification. Le deuxième rsync est beaucoup plus rapide que le premier car il a relativement peu de données à transférer et le résultat final est cohérent, le serveur étant arrêté. Cette méthode permet de réaliser une sauvegarde du système de fichiers avec un arrêt minimal.

Une sauvegarde des fichiers de données va être généralement plus volumineuse qu'une sauvegarde SQL. (pg_dump ne sauvegarde pas le contenu des index, mais la commande pour les recréer). Cependant, une sauvegarde des fichiers de données peut être plus rapide.

25.3. Archivage continu et récupération d'un instantané (PITR)

PostgreSQL™ maintient en permanence des journaux WAL (*write ahead log*) dans le sous-répertoire pg_xlog/ du répertoire de données du cluster. Ces journaux enregistrent chaque modification effectuée sur les fichiers de données des bases. Ils existent principalement pour se prémunir des suites d'un arrêt brutal : si le système s'arrête brutalement, la base de données peut être restaurée dans un état cohérent en « rejouant » les entrées des journaux enregistrées depuis le dernier point de vérification. Néanmoins, l'existence de ces journaux rend possible l'utilisation d'une troisième stratégie pour la sauvegarde des bases de données : la combinaison d'une sauvegarde de niveau système de fichiers avec la sauvegarde des fichiers WAL. Si la récupération est nécessaire, la sauvegarde des fichiers est restaurée, puis les fichiers WAL sauvegardés sont rejoués pour amener la sauvegarde jusqu'à la date actuelle. Cette approche est plus complexe à administrer que toutes les autres approches mais elle apporte des bénéfices significatifs :

- Il n'est pas nécessaire de disposer d'une sauvegarde des fichiers parfaitement cohérente comme point de départ. Toute incohérence dans la sauvegarde est corrigée par la ré-exécution des journaux (ceci n'est pas significativement différent de ce qu'il se passe lors d'une récupération après un arrêt brutal). La fonctionnalité d'image du système de fichiers n'est alors pas nécessaire, tar ou tout autre outil d'archivage est suffisant.
- Puisqu'une longue séquence de fichiers WAL peut être assemblée pour être rejouée, une sauvegarde continue est obtenue en continuant simplement à archiver les fichiers WAL. C'est particulièrement intéressant pour les grosses bases de données dont une sauvegarde complète fréquente est difficilement réalisable.
- Les entrées WAL ne doivent pas obligatoirement être rejouées intégralement. La ré-exécution peut être stoppée en tout point, tout en garantissant une image cohérente de la base de données telle qu'elle était à ce moment-là. Ainsi, cette technique autorise la *récupération d'un instantané* (PITR) : il est possible de restaurer l'état de la base de données telle qu'elle était en tout point dans le temps depuis la dernière sauvegarde de base.
- Si la série de fichiers WAL est fournie en continu à une autre machine chargée avec le même fichier de sauvegarde de base, on obtient un système « de reprise intermédiaire » (*warm standby*) : à tout moment, la deuxième machine peut être montée et disposer d'une copie quasi-complète de la base de données.



Note

`pg_dump` et `pg_dumpall` ne font pas de sauvegardes au niveau système de fichiers. Ce type de sauvegarde est qualifié de *logique* et ne contiennent pas suffisamment d'informations pour permettre le rejet des journaux de transactions.

Tout comme la technique de sauvegarde standard du système de fichiers, cette méthode ne supporte que la restauration d'un cluster de bases de données complet, pas d'un sous-ensemble. De plus, un espace d'archivage important est requis : la sauvegarde de la base peut être volumineuse et un système très utilisé engendre un trafic WAL à archiver de plusieurs Mo. Malgré tout, c'est la technique de sauvegarde préférée dans de nombreuses situations où une haute fiabilité est requise.

Une récupération fructueuse à partir de l'archivage continu (aussi appelé « sauvegarde à chaud » par certains vendeurs de SGBD) nécessite une séquence ininterrompue de fichiers WAL archivés qui s'étend au moins jusqu'au point de départ de la sauvegarde. Pour commencer, il faut configurer et tester la procédure d'archivage des journaux WAL *avant* d'effectuer la première sauvegarde de base. C'est pourquoi la suite du document commence par présenter les mécanismes d'archivage des fichiers WAL.

25.3.1. Configurer l'archivage WAL

Au sens abstrait, un système PostgreSQL™ fonctionnel produit une séquence infinie d'enregistrements WAL. Le système divise physiquement cette séquence en *fichiers de segment* WAL de 16 Mo chacun (en général, mais cette taille peut être modifiée lors de la construction de PostgreSQL™). Les fichiers segment reçoivent des noms numériques pour refléter leur position dans la séquence abstraite des WAL. Lorsque le système n'utilise pas l'archivage des WAL, il ne crée que quelques fichiers segment, qu'il « recycle » en renommant les fichiers devenus inutiles. Un fichier segment dont le contenu précède le dernier point de vérification est supposé inutile et peut être recyclé.

Lors de l'archivage des données WAL, le contenu de chaque fichier segment doit être capturé dès qu'il est rempli pour sauvegarder les données ailleurs avant son recyclage. En fonction de l'application et du matériel disponible, « sauvegarder les données ailleurs » peut se faire de plusieurs façons : les fichiers segment peuvent être copiés dans un répertoire NFS monté sur une autre machine, être écrits sur une cartouche (après s'être assuré qu'il existe un moyen d'identifier le nom d'origine de chaque fichier) ou être groupés pour gravure sur un CD, ou toute autre chose. Pour fournir autant de flexibilité que possible à l'administrateur de la base de données, PostgreSQL™ essaie de ne faire aucune supposition sur la façon dont l'archivage est réalisé. À la place, PostgreSQL™ permet de préciser la commande shell à exécuter pour copier le fichier segment complet à l'endroit désiré. La commande peut être aussi simple qu'un `cp` ou impliquer un shell complexe -- c'est l'utilisateur qui décide.

Pour activer l'archivage des journaux de transaction, on positionne le paramètre de configuration `wal_level` à `replica` ou supérieur, `archive_mode` à `on`, et on précise la commande shell à utiliser dans le paramètre `archive_command` de la configuration. En fait, ces paramètres seront toujours placés dans le fichier `postgresql.conf`. Dans cette chaîne, un `%p` est remplacé par le chemin absolu de l'archive alors qu'un `%f` n'est remplacé que par le nom du fichier. (Le nom du chemin est relatif au répertoire de travail du serveur, c'est-à-dire le répertoire des données du cluster.) `%%` est utilisé pour écrire le caractère `%` dans la commande. La commande la plus simple ressemble à :

```
archive_command = 'test ! -f /mnt/serveur/repertoire_archive/%f && cp %p
/mnt/serveur/repertoire_archive/%f' # Unix
archive_command = 'copy "%p" "C:\serveur\repertoire_archive\%f"' # Windows
```

qui copie les segments WAL archivables dans le répertoire `/mnt/serveur/repertoire_archive`. (Ceci est un exemple, pas une recommandation, et peut ne pas fonctionner sur toutes les plateformes.) Après le remplacement des paramètres `%p` et `%f`, la commande réellement exécutée peut ressembler à :

```
test ! -f /mnt/serveur/repertoire_archive/0000000100000A90000065 && cp
pg_xlog/0000000100000A90000065
/mnt/serveur/repertoire_archive/0000000100000A90000065
```

Une commande similaire est produite pour chaque nouveau fichier à archiver.

La commande d'archivage est exécutée sous l'identité de l'utilisateur propriétaire du serveur PostgreSQL™. La série de fichiers WAL en cours d'archivage contient absolument tout ce qui se trouve dans la base de données, il convient donc de s'assurer que les données archivées sont protégées des autres utilisateurs ; on peut, par exemple, archiver dans un répertoire sur lequel les droits de lecture ne sont positionnés ni pour le groupe ni pour le reste du monde.

Il est important que la commande d'archivage ne renvoie le code de sortie zéro que si, et seulement si, l'exécution a réussi. En obtenant un résultat zéro, PostgreSQL™ suppose que le fichier segment WAL a été archivé avec succès et qu'il peut le supprimer ou le recycler. Un statut différent de zéro indique à PostgreSQL™ que le fichier n'a pas été archivé ; il essaie alors périodiquement jusqu'à la réussite de l'archivage.

La commande d'archivage doit, en général, être conçue pour refuser d'écraser tout fichier archive qui existe déjà. C'est une fonc-

tionalité de sécurité importante pour préserver l'intégrité de l'archive dans le cas d'une erreur de l'administrateur (comme l'envoi de la sortie de deux serveurs différents dans le même répertoire d'archivage).

Il est conseillé de tester la commande d'archivage proposée pour s'assurer, qu'en effet, elle n'écrase pas un fichier existant, *et qu'elle retourne un statut différent de zéro dans ce cas*. La commande pour Unix en exemple ci-dessus le garantit en incluant une étape **test** séparée. Sur certaines plateformes Unix, la commande **cp** dispose d'une option, comme **-i** pouvant être utilisé pour faire la même chose, mais en moins verbeux. Cependant, vous ne devriez pas vous baser là-dessus sans vous assurer que le code de sortie renvoyé est le bon. (en particulier, la commande **cp** de GNU renvoie un code zéro quand **-i** est utilisé et que le fichier cible existe déjà, ce qui n'est *pas* le comportement désiré.)

Lors de la conception de la configuration d'archivage, il faut considérer ce qui peut se produire si la commande d'archivage échoue de façon répétée, que ce soit parce qu'une intervention de l'opérateur s'avère nécessaire ou par manque d'espace dans le répertoire d'archivage. Ceci peut arriver, par exemple, lors de l'écriture sur une cartouche sans changeur automatique ; quand la cartouche est pleine, rien ne peut être archivé tant que la cassette n'est pas changée. Toute erreur ou requête à un opérateur humain doit être rapportée de façon appropriée pour que la situation puisse être résolue rapidement. Le répertoire **pg_xlog/** continue à se remplir de fichiers de segment WAL jusqu'à la résolution de la situation. (Si le système de fichiers contenant **pg_xlog/** se remplit, PostgreSQL™ s'arrête en mode PANIC. Aucune transaction validée n'est perdue mais la base de données est inaccessible tant que de l'espace n'a pas été libéré.)

La vitesse de la commande d'archivage n'est pas importante, tant qu'elle suit le rythme de génération des données WAL du serveur. Les opérations normales continuent même si le processus d'archivage est un peu plus lent. Si l'archivage est significativement plus lent, alors la quantité de données qui peut être perdue croît. Cela signifie aussi que le répertoire **pg_xlog/** contient un grand nombre de fichiers segment non archivés, qui peuvent finir par dépasser l'espace disque disponible. Il est conseillé de surveiller le processus d'archivage pour s'assurer que tout fonctionne normalement.

Lors de l'écriture de la commande d'archivage, il faut garder à l'esprit que les noms de fichier à archiver peuvent contenir jusqu'à 64 caractères et être composés de toute combinaison de lettres ASCII, de chiffres et de points. Il n'est pas nécessaire de conserver le chemin relatif original (**%p**) mais il est nécessaire de se rappeler du nom du fichier (**%f**).

Bien que l'archivage WAL autorise à restaurer toute modification réalisée sur les données de la base, il ne restaure pas les modifications effectuées sur les fichiers de configuration (c'est-à-dire **postgresql.conf**, **pg_hba.conf** et **pg_ident.conf**) car ceux-ci sont édités manuellement et non au travers d'opérations SQL. Il est souhaitable de conserver les fichiers de configuration à un endroit où ils sont sauvegardés par les procédures standard de sauvegarde du système de fichiers. Voir la Section 19.2, « Emplacement des fichiers » pour savoir comment modifier l'emplacement des fichiers de configuration.

La commande d'archivage n'est appelée que sur les segments WAL complets. Du coup, si le serveur engendre peu de trafic WAL (ou qu'il y a des périodes de calme où le trafic WAL est léger), il peut y avoir un long délai entre la fin d'une transaction et son enregistrement sûr dans le stockage d'archive. Pour placer une limite sur l'ancienneté des données archivées, on configure **archive_timeout** qui force le serveur à changer de fichier segment WAL passé ce délai. Les fichiers archivés lors d'un tel forçage ont toujours la même taille que les fichiers complets. Il est donc déconseillé de configurer un délai **archive_timeout** trop court -- cela fait grossir anormalement le stockage. Une minute pour **archive_timeout** est généralement raisonnable.

De plus, le changement d'un segment peut être forcé manuellement avec **pg_switch_xlog**. Cela permet de s'assurer qu'une transaction tout juste terminée est archivée aussi vite que possible. D'autres fonctions utilitaires relatives à la gestion des WAL sont disponibles dans Tableau 9.78, « Fonctions de contrôle de la sauvegarde ».

Quand **wal_level** est configuré à **minimal**, certaines commandes SQL sont optimisées pour éviter la journalisation des transactions, de la façon décrite dans Section 14.4.7, « Désactiver l'archivage des journaux de transactions et la réPLICATION en flux ». Si l'archivage ou la réPLICATION en flux est activé lors de l'exécution d'une de ces instructions, les journaux de transaction ne contiennent pas suffisamment d'informations pour une récupération via les archives. (La récupération après un arrêt brutal n'est pas affectée.) Pour cette raison, **wal_level** ne peut être modifié qu'au lancement du serveur. Néanmoins, **archive_command** peut être modifié par rechargement du fichier de configuration. Pour arrêter temporairement l'archivage, on peut placer une chaîne vide (' ') pour **archive_command**. Les journaux de transaction sont alors accumulés dans **pg_xlog/** jusqu'au rétablissement d'un paramètre **archive_command** fonctionnel.

25.3.2. Réaliser une sauvegarde de base

La manière la plus simple pour effectuer une sauvegarde d'utiliser l'outil **pg_basebackup(1)**. Il peut créer une sauvegarde de base soit sous la forme de fichiers standards, soit dans une archive tar. Pour les cas plus complexes, il est possible de réaliser une sauvegarde de base en utilisant l'API bas niveau (voir Section 25.3.3, « Effectuer une sauvegarde de base avec l'API bas niveau »).

La durée d'une sauvegarde de base n'est pas toujours un critère déterminant. Toutefois, si vous exploitez votre serveur avec l'option **full_page_writes** désactivée, vous constaterez une baisse des performances lorsque la sauvegarde est effectuée car l'option **full_page_writes** est activée de force pendant les opérations de sauvegarde.

Pour utiliser une sauvegarde, vous devez conserver tous les segments WAL générés pendant et après la sauvegarde des fichiers. Pour vous aider dans cette tâche, le processus de sauvegarde crée un *fichier historique de sauvegarde* qui est immédiatement enre-

gistré dans la zone d'archivage des WAL. Le nom de ce fichier reprend le nom du premier fichier WAL que vous devez conserver. Par exemple, si le premier fichier WAL à garder est 0000000100001234000055CD, alors le fichier historique de sauvegarde sera nommé de la manière suivante 0000000100001234000055CD.007C9330.backup. (La seconde partie du nom de fichier indique la position exacte à l'intérieur du fichier WAL. Cette information peut être ignorée). Une fois que vous avez archivé avec précaution la sauvegarde de base et les fichiers WAL générés pendant la sauvegarde (tel qu'indiqué par le fichier historique de sauvegarde), tous les fichiers WAL antérieurs ne sont plus nécessaires pour restaurer votre sauvegarde de base. Ils peuvent être supprimés. Toutefois il est conseillé de conserver plusieurs groupes de sauvegardes pour être absolument certain de récupérer vos données.

Le fichier historique de sauvegarde est un simple fichier texte. Il contient le label que vous avez attribué à l'opération pg_basebackup(1), ainsi que les dates de début, de fin et la liste des segments WAL de la sauvegarde. Si vous avez utilisé le label pour identifier le fichier de sauvegarde associé, alors le fichier historique vous permet de savoir quel fichier de sauvegarde vous devez utiliser pour la restauration.

Puisque vous devez archiver tous les fichiers WAL depuis votre dernière sauvegarde de base, l'intervalle entre deux sauvegardes de base doit être déterminé en fonction de l'espace de stockage que vous avez alloué pour l'archivage des fichiers WAL. Vous devez également prendre en compte le temps de restauration (Le système devra rejouer tous les segments WAL, cela prendra un certain temps si la sauvegarde de base est ancienne).

25.3.3. Effectuer une sauvegarde de base avec l'API bas niveau

La procédure pour créer une sauvegarde de base en utilisant l'API bas niveau contient plus d'étapes que la méthode pg_basebackup(1) mais elle est relativement simple. Il est très important que ces étapes soit exécutées séquentiellement et de vérifier que chaque étape s'est déroulée correctement avant de passer à la suivante.

Les sauvegardes bas niveau peuvent être réalisées de façon exclusive ou non-exclusive. La méthode non-exclusive est recommandée alors que l'exclusive est obsolète et sera à la longue supprimée.

25.3.3.1. Créer une sauvegarde non-exclusive bas niveau

Une sauvegarde non-exclusive bas niveau permet à d'autres sauvegardes concurrentes d'être lancées (à la fois celles utilisant la même API et celles utilisant pg_basebackup(1)).

1. S'assurer que l'archivage WAL est activé et fonctionnel.
2. Se connecter au serveur (peu importe la base) en tant qu'utilisateur ayant les droits d'exécuter pg_start_backup (superutilisateur, ou un utilisateur ayant été autorisé à EXECUTE la fonction) et lancer la commande :

```
SELECT pg_start_backup('label', false, false);
```

où label est une chaîne utilisée pour identifier de façon unique l'opération de sauvegarde. La connexion appelant pg_start_backup doit être maintenue jusqu'à la fin de la sauvegarde, ou la sauvegarde sera automatiquement avortée.

Par défaut, pg_start_backup peut prendre beaucoup de temps pour arriver à son terme. Ceci est dû au fait qu'il réalise un point de vérification (*checkpoint*), et que les entrées/sorties pour l'établissement de ce point de vérification seront réparties sur une grande durée, par défaut la moitié de l'intervalle entre deux points de vérification (voir le paramètre de configuration checkpoint_completion_target). Habituellement, ce comportement est appréciable, car il minimise l'impact du traitement des requêtes. Pour commencer la sauvegarde dès que possible, changer le second paramètre à true, ce qui exécutera un checkpoint immédiat en utilisant autant d'entrées/sorties disque que disponible.

Le troisième paramètre étant false signifie que pg_start_backup initiera une sauvegarde de base non-exclusive.

3. Effectuer la sauvegarde à l'aide de tout outil de sauvegarde du système de fichiers, tel tar ou cpio (mais ni pg_dump ni pg_dumpall). Il n'est ni nécessaire ni désirable de stopper les opérations normales de la base de données pour cela. Voir la section Section 25.3.3.3, « Sauvegarder le répertoire de données » pour les considérations à prendre en compte durant cette sauvegarde.

4. Dans la même connexion que précédemment, lancer la commande :

```
SELECT * FROM pg_stop_backup(false);
```

Cela met fin au processus de sauvegarde et réalise une bascule automatique vers le prochain segment WAL. Cette bascule est nécessaire pour permettre au dernier fichier de segment WAL écrit pendant la sauvegarde d'être immédiatement archivable.

La fonction pg_stop_backup retournera une ligne avec trois valeurs. Le second de ces champs devrait être écrit dans un fichier nommé backup_label dans le répertoire racine de la sauvegarde. Le troisième champ devrait être écrit dans un fichier nommé tablespace_map sauf si le champ est vide. Ces fichiers sont vitaux pour le fonctionnement de la sauvegarde et

doivent être écrits sans modification.

- Une fois que les fichiers de segment WAL utilisés lors de la sauvegarde sont archivés, c'est terminé. Le fichier identifié par le résultat de `pg_stop_backup` est le dernier segment nécessaire pour produire un jeu complet de fichiers de sauvegarde. Si `archive_mode` est activé, `pg_stop_backup` ne rend pas la main avant que le dernier segment n'ait été archivé. L'archivage de ces fichiers est automatique puisque `archive_command` est déjà configuré. Dans la plupart des cas, c'est rapide, mais il est conseillé de surveiller le système d'archivage pour s'assurer qu'il n'y a pas de retard. Si le processus d'archivage a pris du retard en raison d'échecs de la commande d'archivage, il continuera d'essayer jusqu'à ce que l'archivage réussisse et que la sauvegarde soit complète. Pour positionner une limite au temps d'exécution de `pg_stop_backup`, il faut positionner `statement_timeout` à une valeur appropriée, mais il faut noter que si `pg_stop_backup` est interrompu à cause de cette configuration, la sauvegarde peut ne pas être correcte.

25.3.3.2. Créer une sauvegarde exclusive de bas niveau

Le procédé pour une sauvegarde exclusive est majoritairement le même que pour la non-exclusive, mais il diffère en quelques étapes clés. Il ne permet pas à plus d'une seule sauvegarde concurrente de s'exécuter, et il peut y avoir quelques problèmes sur le serveur s'il s'arrête brutalement pendant la sauvegarde. Avant la version 9.6 de PostgreSQL, il s'agissait de la seule méthode bas niveau disponible, mais il est maintenant recommandé que tous les utilisateurs mettent à jour leurs scripts pour utiliser une sauvegarde non-exclusive si possible.

- S'assurer que l'archivage des WAL est activé et fonctionnel.
- Se connecter au serveur (peu importe la base) en tant qu'utilisateur ayant les droits d'exécuter `pg_start_backup` (superutilisateur, ou un utilisateur ayant le droit `EXECUTE` sur cette fonction) et lancer la commande :

```
SELECT pg_start_backup('label');
```

où `label` est une chaîne utilisée pour identifier de façon unique l'opération de sauvegarde. `pg_start_backup` crée un fichier *de label de sauvegarde* nommé `backup_label` dans le répertoire du cluster. Ce fichier contient les informations de la sauvegarde, ceci incluant le moment du démarrage et le label. La fonction crée aussi un fichier *tablespace map*, appelé `tablespace_map`, dans le répertoire principal des données avec des informations sur les liens symboliques des tablespaces contenus dans `pg_tblspc` si au moins un lien est présent. Ces fichiers sont critiques à l'intégrité de la sauvegarde, vous devez vous assurer de leur restauration.

Par défaut, `pg_start_backup` peut prendre beaucoup de temps pour arriver à son terme. Ceci est dû au fait qu'il réalise un point de vérification (*checkpoint*), et que les entrées/sorties pour l'établissement de ce point de vérification seront réparties sur une grande durée, par défaut la moitié de l'intervalle entre deux points de vérification (voir le paramètre de configuration `checkpoint_completion_target`). Habituellement, ce comportement est appréciable, car il minimise l'impact du traitement des requêtes. Pour commencer la sauvegarde aussi rapidement que possible, utiliser :

```
SELECT pg_start_backup('label', true);
```

Cela force l'exécution du point de vérification aussi rapidement que possible.

- Effectuer la sauvegarde à l'aide de tout outil de sauvegarde du système de fichiers, tel `tar` ou `cpio` (mais ni `pg_dump` ni `pg_dumpall`). Il n'est ni nécessaire ni désirable de stopper les opérations normales de la base de données pour cela. Voir la section Section 25.3.3.3, « Sauvegarder le répertoire de données » pour les considérations à prendre en compte durant cette sauvegarde.
- Se connecter à nouveau à la base de données en tant qu'utilisateur ayant le droit d'exécuter `pg_stop_backup` (superutilisateur, ou un utilisateur ayant le droit `EXECUTE` sur cette fonction) et lancer la commande :

```
SELECT pg_stop_backup();
```

Cela met fin au processus de sauvegarde et réalise une bascule automatique vers le prochain segment WAL. Cette bascule est nécessaire pour permettre au dernier fichier de segment WAL écrit pendant la sauvegarde d'être immédiatement archivable.

- Une fois que les fichiers des segments WAL utilisés lors de la sauvegarde sont archivés, c'est terminé. Le fichier identifié par le résultat de `pg_stop_backup` est le dernier segment nécessaire pour produire un jeu complet de fichiers de backup. Si `archive_mode` est activé, `pg_stop_backup` ne rend pas la main avant que le dernier segment n'ait été archivé. L'archivage de ces fichiers est automatique puisque `archive_command` est configuré. Dans la plupart des cas, c'est rapide, mais il est conseillé de surveiller le système d'archivage pour s'assurer qu'il n'y a pas de retard. Si le processus d'archivage a pris du retard en raison d'échecs de la commande d'archivage, il continuera d'essayer jusqu'à ce que l'archive réussisse et que le backup soit complet. Pour positionner une limite au temps d'exécution de `pg_stop_backup`, il faut positionner `statement_timeout` à une valeur appropriée, mais il faut noter que si `pg_stop_backup` est interrompu du fait de cette config-

guration, la sauvegarde peut ne pas être correcte.

25.3.3. Sauvegarder le répertoire de données

Certains outils de sauvegarde de fichiers émettent des messages d'avertissement ou d'erreur si les fichiers qu'ils essaient de copier sont modifiés au cours de la copie. Cette situation, normale lors de la sauvegarde d'une base active, ne doit pas être considérée comme une erreur ; il suffit de s'assurer que ces messages puissent être distingués des autres messages. Certaines versions de rsync, par exemple, renvoient un code de sortie distinct en cas de « disparition de fichiers source ». Il est possible d'écrire un script qui considère ce code de sortie comme normal.

De plus, certaines versions de GNU tar retournent un code d'erreur qu'on peut confondre avec une erreur fatale si le fichier a été tronqué pendant sa copie par tar. Heureusement, les versions 1.16 et suivantes de GNU tar retournent 1 si le fichier a été modifié pendant la sauvegarde et 2 pour les autres erreurs. Avec GNU tar version 1.23 et les versions ultérieures, vous pouvez utiliser les options d'avertissement `--warning=no-file-changed` `--warning=no-file-removed` pour cacher les messages d'avertissement en relation.

La sauvegarde doit inclure tous les fichiers du répertoire du groupe de bases de données (`/usr/local/pgsql/data`, par exemple). Si des *tablespaces* qui ne se trouvent pas dans ce répertoire sont utilisés, il ne faut pas oublier de les inclure (et s'assurer également que la sauvegarde archive les liens symboliques comme des liens, sans quoi la restauration va corrompre les *tablespaces*).

Néanmoins, les fichiers du sous-répertoire `pg_xlog/`, contenu dans le répertoire du cluster, devraient être omis. Ce léger ajustement permet de réduire le risque d'erreurs lors de la restauration. C'est facile à réaliser si `pg_xlog/` est un lien symbolique vers quelque endroit extérieur au répertoire du cluster, ce qui est toutefois une configuration courante, pour des raisons de performance. Il peut être intéressant d'exclure `postmaster.pid` et `postmaster.opts`, qui enregistrent des informations sur le postmaster en cours d'exécution, mais pas sur le postmaster qui va utiliser cette sauvegarde. De plus, ces fichiers peuvent poser problème à `pg_ctl`.

C'est souvent une bonne idée d'omettre de la sauvegarde les fichiers provenant du répertoire `pg_replslot/` de l'instance, pour que les slots de réPLICATION existant sur le maître ne deviennent pas partie intégrante de la sauvegarde. Dans le cas contraire, l'utilisation de la sauvegarde pour créer un esclave pourrait résulter en une rétention infinie des journaux de transactions sur l'esclave et aussi de la fragmentation sur le maître si les messages retour d'un esclave en Hot Standby sont activés, parce que les clients qui utilisent ces slots de réPLICATION se connecteront toujours et mettront à jour les slots sur le maître et non pas sur l'esclave. Même si la sauvegarde a pour but d'être utilisée pour la création d'un nouveau maître, copier les slots de réPLICATION n'est pas un comportement attendu car il n'a pas de raison d'être, le contenu de ces slots sera très probablement obsolète au moment où le nouveau maître sera en ligne.

Le fichier de label de la sauvegarde inclut la chaîne de label passée à `pg_start_backup`, l'heure à laquelle `pg_start_backup` a été exécuté et le nom du fichier WAL initial. En cas de confusion, il est ainsi possible de regarder dans le fichier sauvegarde et de déterminer avec précision de quelle session de sauvegarde provient ce fichier. Le fichier des *tablespaces* inclut les noms des liens symboliques s'ils existent dans le répertoire `pg_tblspc/` et le chemin complet de chaque lien symbolique. Néanmoins, ces fichiers n'existent pas uniquement pour vous informer. Leurs présences et contenus sont critiques au bon déroulement du processus de restauration.

Il est aussi possible de faire une sauvegarde alors que le serveur est arrêté. Dans ce cas, `pg_start_backup` et `pg_stop_backup` ne peuvent pas être utilisées. L'utilisateur doit alors se débrouiller pour identifier les fichiers de sauvegarde et déterminer jusqu'où remonter avec les fichiers WAL associés. Il est généralement préférable de suivre la procédure d'archivage continu décrite ci-dessus.

25.3.4. Récupération à partir d'un archivage continu

Le pire est arrivé et il faut maintenant repartir d'une sauvegarde. Voici la procédure :

1. Arrêter le serveur s'il est en cours d'exécution.
2. Si la place nécessaire est disponible, copier le répertoire complet de données du cluster et tous les *tablespaces* dans un emplacement temporaire en prévision d'un éventuel besoin ultérieur. Cette précaution nécessite qu'un espace suffisant sur le système soit disponible pour contenir deux copies de la base de données existante. S'il n'y a pas assez de place disponible, il faut au minimum copier le contenu du sous-répertoire `pg_xlog` du répertoire des données du cluster car il peut contenir des journaux qui n'ont pas été archivés avant l'arrêt du serveur.
3. Effacer tous les fichiers et sous-répertoires existant sous le répertoire des données du cluster et sous les répertoires racines des *tablespaces*.
4. Restaurer les fichiers de la base de données à partir de la sauvegarde des fichiers. Il faut veiller à ce qu'ils soient restaurés avec le bon propriétaire (l'utilisateur système de la base de données, et non pas `root` !) et avec les bons droits. Si des *tablespaces*

sont utilisés, il faut s'assurer que les liens symboliques dans `pg_tblspc/` ont été correctement restaurés.

5. Supprimer tout fichier présent dans `pg_xlog/` ; ils proviennent de la sauvegarde et sont du coup probablement obsolètes. Si `pg_xlog/` n'a pas été archivé, il suffit de recréer ce répertoire en faisant attention à le créer en tant que lien symbolique, si c'était le cas auparavant.
6. Si des fichiers de segment WAL non archivés ont été sauvegardés dans l'étape 2, les copier dans `pg_xlog/`. Il est préférable de les copier plutôt que de les déplacer afin qu'une version non modifiée de ces fichiers soit toujours disponible si un problème survient et qu'il faille recommencer.
7. Créer un fichier de commandes de récupération `recovery.conf` dans le répertoire des données du cluster (voir Chapitre 27, Configuration de la récupération). Il peut, de plus, être judicieux de modifier temporairement le fichier `pg_hba.conf` pour empêcher les utilisateurs ordinaires de se connecter tant qu'il n'est pas certain que la récupération a réussi.
8. Démarrer le serveur. Le serveur se trouve alors en mode récupération et commence la lecture des fichiers WAL archivés dont il a besoin. Si la récupération se termine sur une erreur externe, le serveur peut tout simplement être relancé. Il continue alors la récupération. À la fin du processus de récupération, le serveur renomme `recovery.conf` en `recovery.done` (pour éviter de retourner accidentellement en mode de récupération), puis passe en mode de fonctionnement normal.
9. Inspecter le contenu de la base de données pour s'assurer que la récupération a bien fonctionné. Dans le cas contraire, retourner à l'étape 1. Si tout va bien, le fichier `pg_hba.conf` peut-être restauré pour autoriser les utilisateurs à se reconnecter.

Le point clé de tout ceci est l'écriture d'un fichier de configuration de récupération qui décrit comment et jusqu'où récupérer. Le fichier `recovery.conf.sample` (normalement présent dans le répertoire d'installation `share/`) peut être utilisé comme prototype. La seule chose qu'il faut absolument préciser dans `recovery.conf`, c'est `restore_command` qui indique à PostgreSQL™ comment récupérer les fichiers de segment WAL archivés. À l'instar d'`archive_command`, c'est une chaîne de commande shell. Elle peut contenir `%f`, qui est remplacé par le nom du journal souhaité, et `%p`, qui est remplacé par le chemin du répertoire où copier le journal. (Le nom du chemin est relatif au répertoire de travail du serveur, c'est-à-dire le répertoire des données du cluster.) Pour écrire le caractère `%` dans la commande, on utilise `%%`. La commande la plus simple ressemble à :

```
restore_command = 'cp /mnt/serveur/répertoire_archive/%f %p'
```

qui copie les segments WAL précédemment archivés à partir du répertoire `/mnt/serveur/répertoire_archive`. Il est toujours possible d'utiliser une commande plus compliquée, voire même un script shell qui demande à l'utilisateur de monter la cassette appropriée.

Il est important que la commande retourne un code de sortie différent de zéro en cas d'échec. Des fichiers absents de l'archive seront demandés à la commande ; elle doit renvoyer autre chose que zéro dans ce cas. Ce n'est pas une condition d'erreur. Une exception est possible si la commande a été terminée par un signa (autre que SIGTERM, qui est utilisé pour l'arrêt du serveur) ou si une erreur shell (comme une commande introuvable). Dans ces cas, la restauration va s'arrêter et le serveur ne démarrera plus.

Tous les fichiers demandés ne seront pas des segments WAL ; vous pouvez aussi vous attendre à des demandes de fichiers suffisés par `.backup` ou `.history`. Il faut également garder à l'esprit que le nom de base du chemin `%p` diffère de `%f` ; ils ne sont pas interchangeables.

Les segments WAL qui ne se trouvent pas dans l'archive sont recherchés dans `pg_xlog/` ; cela autorise l'utilisation de segments récents non archivés. Néanmoins, les segments disponibles dans l'archive sont utilisés de préférence aux fichiers contenus dans `pg_xlog/`.

Normalement, la récupération traite tous les segments WAL disponibles, restaurant du coup la base de données à l'instant présent (ou aussi proche que possible, en fonction des segments WAL disponibles). Une récupération normale se finit avec un message « fichier non trouvé », le texte exact du message d'erreur dépendant du choix de `restore_command`. Un message d'erreur au début de la récupération peut également apparaître concernant un fichier nommé dont le nom ressemble à `00000001.history`. Ceci est aussi normal et n'indique pas un problème dans les situations de récupération habituelles. Voir Section 25.3.5, « Lignes temporales (*Timelines*) » pour plus d'informations.

Pour récupérer à un moment précis (avant que le DBA junior n'ait supprimé la table principale), il suffit d'indiquer le point d'arrêt requis dans `recovery.conf`. Le point d'arrêt, aussi nommé « recovery target » (cible de récupération), peut être précisé par une combinaison date/heure, un point de récupération nommé ou par le dernier identifiant de transaction. Actuellement, seules les options date/heure et point de récupération nommé sont vraiment utilisables car il n'existe pas d'outils permettant d'identifier avec précision l'identifiant de transaction à utiliser.



Note

Le point d'arrêt doit être postérieur à la fin de la sauvegarde de la base (le moment où `pg_stop_backup` se termine). Une sauvegarde ne peut pas être utilisée pour repartir d'un instant où elle était encore en cours (pour ce faire, il faut récupérer la sauvegarde précédente et rejouer à partir de là).

Si la récupération fait face à une corruption des données WAL, elle se termine à ce point et le serveur ne démarre pas. Dans un tel cas, le processus de récupération peut alors être ré-exécuté à partir du début en précisant une « cible de récupération » antérieure au point de récupération pour permettre à cette dernière de se terminer correctement. Si la récupération échoue pour une raison externe (arrêt brutal du système ou archive WAL devenue inaccessible), la récupération peut être simplement relancée. Elle redémarre alors quasiment là où elle a échoué. Le redémarrage de la restauration fonctionne comme les points de contrôle du déroulement normal : le serveur force une écriture régulière de son état sur les disques et actualise alors le fichier `pg_control` pour indiquer que les données WAL déjà traitées n'ont plus à être parcourues.

25.3.5. Lignes temporelles (*Timelines*)

La possibilité de restaurer la base de données à partir d'un instantané crée une complexité digne des histoires de science-fiction traitant du voyage dans le temps et des univers parallèles.

Par exemple, dans l'historique original de la base de données, supposez qu'une table critique ait été supprimée à 17h15 mardi soir, mais personne n'a réalisé cette erreur avant mercredi midi. Sans stress, la sauvegarde est récupérée et restaurée dans l'état où elle se trouvait à 17h14 mardi soir. La base est fonctionnelle. Dans *cette* histoire de l'univers de la base de données, la table n'a jamais été supprimée. Or, l'utilisateur réalise peu après que ce n'était pas une si grande idée et veut revenir à un quelconque moment du mercredi matin. Cela n'est pas possible, si, alors que la base de données est de nouveau fonctionnelle, elle réutilise certaines séquences de fichiers WAL qui permettent de retourner à ce point. Il est donc nécessaire de pouvoir distinguer les séries d'enregistrements WAL engendrées après la récupération de l'instantané de celles issues de l'historique originel de la base.

Pour gérer ces difficultés, PostgreSQL™ inclut la notion de *lignes temporelles* (ou *timelines*). Quand une récupération d'archive est terminée, une nouvelle ligne temporelle est créée pour identifier la série d'enregistrements WAL produits après cette restauration. Le numéro d'identifiant de la timeline est inclus dans le nom des fichiers de segment WAL. De ce fait, une nouvelle timeline ne réécrit pas sur les données engendrées par des timelines précédentes. En fait, il est possible d'archiver plusieurs timelines différentes. Bien que cela semble être une fonctionnalité inutile, cela peut parfois sauver des vies. Dans une situation où l'instantané à récupérer n'est pas connu avec certitude, il va falloir tester les récupérations de différents instantanés jusqu'à trouver le meilleur. Sans les timelines, ce processus engendre vite un bazar ingérable. Avec les timelines, il est possible de récupérer *n'importe quel* état précédent, même les états de branches temporelles abandonnées.

Chaque fois qu'une nouvelle timeline est créée, PostgreSQL™ crée un fichier d'« historique des timelines » qui indique à quelle timeline il est attaché, et depuis quand. Ces fichiers d'historique sont nécessaires pour permettre au système de choisir les bons fichiers de segment WAL lors de la récupération à partir d'une archive qui contient plusieurs timelines. Ils sont donc archivés comme tout fichier de segment WAL. Puisque ce sont de simples fichiers texte, il est peu coûteux et même judicieux de les conserver indéfiniment (contrairement aux fichiers de segment, volumineux). Il est possible d'ajouter des commentaires au fichier d'historique expliquant comment et pourquoi cette timeline a été créée. De tels commentaires s'avèrent précieux lorsque l'expérimentation conduit à de nombreuses timelines.

Par défaut, la récupération s'effectue sur la timeline en vigueur au cours de la sauvegarde. Si l'on souhaite effectuer la récupération dans une timeline fille (c'est-à-dire retourner à un état enregistré après une tentative de récupération), il faut préciser l'identifiant de la timeline dans `recovery.conf`. Il n'est pas possible de récupérer dans des timelines antérieures à la sauvegarde.

25.3.6. Conseils et exemples

Quelques conseils de configuration de l'archivage continu sont donnés ici.

25.3.6.1. Configuration de la récupération

Il est possible d'utiliser les capacités de sauvegarde de PostgreSQL™ pour produire des sauvegardes autonomes à chaud. Ce sont des sauvegardes qui ne peuvent pas être utilisées pour la récupération à un instant donné, mais ce sont des sauvegardes qui sont typiquement plus rapide à obtenir et à restaurer que ceux issus de `pg_dump`. (Elles sont aussi bien plus volumineuses qu'un export `pg_dump`, il se peut donc que l'avantage de rapidité soit négatif.)

Comme pour les sauvegarde de base, la manière la plus simple de créer une sauvegarde à chaud autonome est d'utiliser l'outil `pg_basebackup(1)`. Si vous ajoutez le paramètre `-X` au lancement de la sauvegarde, tout l'historique de transaction ("transaction log") nécessaire sera inclus automatiquement dans la sauvegarde et vous n'aurez pas d'action supplémentaire à effectuer pour restaurer votre sauvegarde.

Si vous avez besoin de plus de flexibilité pour copier les fichiers de sauvegarde, un processus bas niveau peut être utilisé pour les sauvegardes à chaud autonomes. En vue d'effectuer des sauvegardes à chaud autonomes, on positionne `wal_level` à `replica` ou supérieur, `archive_mode` à `on`, et on configure `archive_command` de telle sorte que l'archivage ne soit réalisé que lorsqu'un *fichier de bascule* existe. Par exemple :

```
archive_command = 'test ! -f /var/lib/pgsql/backup_in_progress || (test ! -f /var/lib/pgsql/archive/%f && cp %p /var/lib/pgsql/archive/%f)'
```

Cette commande réalise l'archivage dès lors que `/var/lib/pgsql/backup_in_progress` existe. Dans le cas contraire, elle renvoie silencieusement le code de statut zéro (permettant à PostgreSQL™ de recycler le journal de transactions non désiré).

Avec cette préparation, une sauvegarde peut être prise en utilisant un script comme celui-ci :

```
touch /var/lib/pgsql/backup_in_progress
psql -c "select pg_start_backup('hot_backup');"
tar -cf /var/lib/pgsql/backup.tar /var/lib/pgsql/data/
psql -c "select pg_stop_backup();"
rm /var/lib/pgsql/backup_in_progress
tar -rf /var/lib/pgsql/backup.tar /var/lib/pgsql/archive/
```

Le fichier de bascule, `/var/lib/pgsql/backup_in_progress`, est créé en premier, activant l'archivage des journaux de transactions pleins. Après la sauvegarde, le fichier de bascule est supprimé. Les journaux de transaction archivés sont ensuite ajoutés à la sauvegarde pour que la sauvegarde de base et les journaux requis fassent partie du même fichier tar. Rappelez vous d'ajouter de la gestion d'erreur à vos scripts.

25.3.6.2. Compression des fichiers archives

Si la taille du stockage des archives est un problème, vous pouvez utiliser gzip pour compresser les fichiers archives :

```
archive_command = 'gzip < %p > /var/lib/pgsql/archive/%f'
```

Vous aurez alors besoin d'utiliser gunzip pendant la récupération :

```
restore_command = 'gunzip < /mnt/server/archivedir/%f > %p'
```

25.3.6.3. Scripts archive_command

Nombreux sont ceux qui choisissent d'utiliser des scripts pour définir leur `archive_command`, de sorte que leur `postgresql.conf` semble très simple :

```
archive_command = 'local_backup_script.sh "%p" "%f"'
```

Utiliser un script séparé est conseillé à chaque fois qu'il est envisagé d'utiliser plusieurs commandes pour le processus d'archivage. Ainsi toute la complexité est gérée dans le script qui peut être écrit dans un langage de scripts populaires comme bash ou perl.

Quelques exemples de besoins résolus dans un script :

- copier des données vers un stockage distant ;
- copier les journaux de transaction en groupe pour qu'ils soient transférés toutes les trois heures plutôt qu'un à la fois ;
- s'interfacer avec d'autres outils de sauvegarde et de récupération ;
- s'interfacer avec un outil de surveillance pour y renvoyer les erreurs.



Astuce

Lors de l'utilisation d'un script `archive_command`, il est préférable d'activer `logging_collector`. Tout message écrit sur `stderr` à partir du script apparaîtra ensuite dans les traces du serveur, permettant un diagnostic facilité de configurations complexes en cas de problème.

25.3.7. Restrictions

Au moment où ces lignes sont écrites, plusieurs limitations de la technique d'achivage continu sont connues. Elles seront probablement corrigées dans une prochaine version :

- Les opérations sur les index de hachage ne sont pas tracées dans les journaux de transactions. Ces index ne sont donc pas ac-

tualisés lorsque la sauvegarde est rejouée. Cela signifie que toute nouvelle insertion sera ignorée par l'index, que les lignes mises à jour sembleront disparaître et que les lignes supprimées auront toujours leur pointeurs. En d'autres termes, si vous modifier une table disposant d'un index hash, alors vous obtiendrez des résultats erronés sur un serveur en attente. Lorsque la restauration se termine, il est recommandé de lancer manuellement la commande REINDEX(7) sur chacun des index à la fin de la récupération.

- Si une commande CREATE DATABASE(7) est exécutée alors qu'une sauvegarde est en cours, et que la base de données modèle utilisée par l'instruction **CREATE DATABASE** est à son tour modifiée pendant la sauvegarde, il est possible que la récupération propage ces modifications dans la base de données créée. Pour éviter ce risque, il est préférable de ne pas modifier les bases de données modèle lors d'une sauvegarde de base.
- Les commandes CREATE TABLESPACE(7) sont tracées dans les WAL avec le chemin absolu et sont donc rejouées en tant que créations de *tablespace* suivant le même chemin absolu. Cela n'est pas forcément souhaitable si le journal est rejoué sur une autre machine. De plus, cela peut s'avérer dangereux même lorsque le journal est rejoué sur la même machine, mais dans un répertoire différent : la ré-exécution surcharge toujours le contenu du *tablespace* original. Pour éviter de tels problèmes, la meilleure solution consiste à effectuer une nouvelle sauvegarde de la base après la création ou la suppression de *tablespace*.

Il faut de plus garder à l'esprit que le format actuel des WAL est extrêmement volumineux car il inclut de nombreuses images des pages disques. Ces images de page sont conçues pour supporter la récupération après un arrêt brutal, puisqu'il peut être nécessaire de corriger des pages disque partiellement écrites. En fonction du matériel et des logiciels composant le système, le risque d'écriture partielle peut être suffisamment faible pour être ignoré, auquel cas le volume total des traces archivées peut être considérablement réduit par la désactivation des images de page à l'aide du paramètre `full_page_writes` (lire les notes et avertissements dans Chapitre 30, Fiabilité et journaux de transaction avant de le faire). Désactiver les images de page n'empêche pas l'utilisation des traces pour les opérations PITR. Un piste éventuelle de développement futur consiste à compresser les données des WAL archivés en supprimant les copies inutiles de pages même si `full_page_writes` est actif. Entre temps, les administrateurs peuvent souhaiter réduire le nombre d'images de pages inclus dans WAL en augmentant autant que possible les paramètres d'intervalle entre les points de vérification.

Chapitre 26. Haute disponibilité, répartition de charge et réPLICATION

Des serveurs de bases de données peuvent travailler ensemble pour permettre à un serveur secondaire de prendre rapidement la main si le serveur principal échoue (haute disponibilité, ou *high availability*), ou pour permettre à plusieurs serveurs de servir les mêmes données (répartition de charge, ou *load balancing*). Idéalement, les serveurs de bases de données peuvent travailler ensemble sans jointure.

Il est aisément de faire coopérer des serveurs web qui traitent des pages web statiques en répartissant la charge des requêtes web sur plusieurs machines. Dans les faits, les serveurs de bases de données en lecture seule peuvent également coopérer facilement. Malheureusement, la plupart des serveurs de bases de données traitent des requêtes de lecture/écriture et, de ce fait, collaborent plus difficilement. En effet, alors qu'il suffit de placer une seule fois les données en lecture seule sur chaque serveur, une écriture sur n'importe quel serveur doit, elle, être propagée à tous les serveurs afin que les lectures suivantes sur ces serveurs renvoient des résultats cohérents.

Ce problème de synchronisation représente la difficulté fondamentale à la collaboration entre serveurs. Comme la solution au problème de synchronisation n'est pas unique pour tous les cas pratiques, plusieurs solutions co-existent. Chacune répond de façon différente et minimise cet impact au regard d'une charge spécifique.

Certaines solutions gèrent la synchronisation en autorisant les modifications des données sur un seul serveur. Les serveurs qui peuvent modifier les données sont appelés serveur en lecture/écriture, *maître* ou serveur *primaire*. Les serveurs qui suivent les modifications du maître sont appelés *standby*, ou serveurs *esclaves*. Un serveur en standby auquel on ne peut pas se connecter tant qu'il n'a pas été promu en serveur maître est appelé un serveur en *warm standby*, et un qui peut accepter des connections et répondre à des requêtes en lecture seule est appelé un serveur en *hot standby*.

Certaines solutions sont synchrones, ce qui signifie qu'une transaction de modification de données n'est pas considérée valide tant que tous les serveurs n'ont pas validé la transaction. Ceci garantit qu'un *failover* ne perd pas de données et que tous les serveurs en répartition de charge retournent des résultats cohérents, quel que soit le serveur interrogé. Au contraire, les solutions asynchrones autorisent un délai entre la validation et sa propagation aux autres serveurs. Cette solution implique une éventuelle perte de transactions lors de la bascule sur un serveur de sauvegarde, ou l'envoi de données obsolètes par les serveurs à charge répartie. La communication asynchrone est utilisée lorsque la version synchrone est trop lente.

Les solutions peuvent aussi être catégorisées par leur granularité. Certaines ne gèrent que la totalité d'un serveur de bases alors que d'autres autorisent un contrôle par table ou par base.

Il importe de considérer les performances dans tout choix. Il y a généralement un compromis à trouver entre les fonctionnalités et les performances. Par exemple, une solution complètement synchrone sur un réseau lent peut diviser les performances par plus de deux, alors qu'une solution asynchrone peut n'avoir qu'un impact minimal sur les performances.

Le reste de cette section souligne différentes solutions de *failover*, de réPLICATION et de répartition de charge.

26.1. Comparaison de différentes solutions

Failover sur disque partagé

Le *failover* (ou bascule sur incident) sur disque partagé élimine la surcharge de synchronisation par l'existence d'une seule copie de la base de données. Il utilise un seul ensemble de disques partagé par plusieurs serveurs. Si le serveur principal échoue, le serveur en attente est capable de monter et démarrer la base comme s'il récupérait d'un arrêt brutal. Cela permet un *failover* rapide sans perte de données.

La fonctionnalité de matériel partagé est commune aux périphériques de stockage en réseau. Il est également possible d'utiliser un système de fichiers réseau bien qu'il faille porter une grande attention au système de fichiers pour s'assurer qu'il a un comportement POSIX complet (voir Section 18.2.2, « Utilisation de systèmes de fichiers réseaux »). Cette méthode comporte une limitation significative : si les disques ont un problème ou sont corrompus, le serveur primaire et le serveur en attente sont tous les deux non fonctionnels. Un autre problème est que le serveur en attente ne devra jamais accéder au stockage partagé tant que le serveur principal est en cours d'exécution.

RéPLICATION de système de fichiers (périphérique bloc)

Il est aussi possible d'utiliser cette fonctionnalité d'une autre façon avec une réPLICATION du système de fichiers, où toutes les modifications d'un système de fichiers sont renvoyées sur un système de fichiers situé sur un autre ordinateur. La seule restriction est que ce miroir doit être construit de telle sorte que le serveur en attente dispose d'une version cohérente du système de fichiers -- spécifiquement, les écritures sur le serveur en attente doivent être réalisées dans le même ordre que celles sur le maître. DRBD™ est une solution populaire de réPLICATION de systèmes de fichiers pour Linux.

Envoi des journaux de transactions

Les serveurs *warm et hot standby* (voir Section 26.2, « Serveurs de Standby par transfert de journaux ») peuvent conserver leur cohérence en lisant un flux d'enregistrements de WAL. Si le serveur principal échoue, le serveur *standby* contient pratiquement toutes les données du serveur principal et peut rapidement devenir le nouveau serveur maître. Ça peut être synchrone mais ça ne peut se faire que pour le serveur de bases complet.

Un serveur de standby peut être implémenté en utilisant la recopie de journaux par fichier (Section 26.2, « Serveurs de Standby par transfert de journaux ») ou la streaming replication (réPLICATION en continu, voir Section 26.2.5, « Streaming Replication »), ou une combinaison des deux. Pour des informations sur le hot standby, voyez Section 26.5, « Hot Standby »..

RéPLICATION maître/esclave basé sur des triggers

Une configuration de réPLICATION maître/esclave envoie toutes les requêtes de modification de données au serveur maître. Ce serveur envoie les modifications de données de façon asynchrone au serveur esclave. L'esclave peut répondre aux requêtes en lecture seule alors que le serveur maître est en cours d'exécution. Le serveur esclave est idéal pour les requêtes vers un entrepôt de données.

Slony-I™ est un exemple de ce type de réPLICATION, avec une granularité par table et un support des esclaves multiples. Comme il met à jour le serveur esclave de façon asynchrone (par lots), il existe une possibilité de perte de données pendant un *failover*.

Middleware de réPLICATION basé sur les instructions

Avec les *middleware* de réPLICATION basés sur les instructions, un programme intercepte chaque requête SQL et l'envoie à un ou tous les serveurs. Chaque serveur opère indépendamment. Les requêtes en lecture/écriture doivent être envoyées à tous les serveurs pour que chaque serveur reçoive les modifications. Les requêtes en lecture seule ne peuvent être envoyées qu'à un seul serveur, ce qui permet de distribuer la charge de lecture.

Si les requêtes sont envoyées sans modification, les fonctions comme `random()`, `CURRENT_TIMESTAMP` ainsi que les séquences ont des valeurs différentes sur les différents serveurs. Cela parce que chaque serveur opère indépendamment alors que les requêtes SQL sont diffusées (et non les données modifiées). Si cette solution est inacceptable, le *middleware* ou l'application doivent demander ces valeurs à un seul serveur, et les utiliser dans des requêtes d'écriture. Une autre solution est d'utiliser cette solution de réPLICATION avec une configuration maître-esclave traditionnelle, c'est à dire que les requêtes de modification de données ne sont envoyées qu'au maître et sont propagées aux esclaves via une réPLICATION maître-esclave, pas par le middleware de réPLICATION. Il est impératif que toute transaction soit validée ou annulée sur tous les serveurs, éventuellement par validation en deux phases (`PREPARE TRANSACTION(7)` et `COMMIT PREPARED(7)`). Pgpool-II™ et Continuent Tungsten™ sont des exemples de ce type de réPLICATION.

RéPLICATION asynchrone multi-maîtres

Pour les serveurs qui ne sont pas connectés en permanence, comme les ordinateurs portables ou les serveurs distants, conserver la cohérence des données entre les serveurs est un challenge. L'utilisation de la réPLICATION asynchrone multi-maîtres permet à chaque serveur de fonctionner indépendamment. Il communique alors périodiquement avec les autres serveurs pour identifier les transactions conflictuelles. La gestion des conflits est alors confiée aux utilisateurs ou à un système de règles de résolution. Bucardo est un exemple de ce type de réPLICATION.

RéPLICATION synchrone multi-maîtres

Dans les réPLICATIONS synchrones multi-maîtres, tous les serveurs acceptent les requêtes en écriture. Les données modifiées sont transmises du serveur d'origine à tous les autres serveurs avant toute validation de transaction.

Une activité importante en écriture peut être la cause d'un verrouillage excessif et conduire à un effondrement des performances. Dans les faits, les performances en écriture sont souvent pis que celles d'un simple serveur.

Tous les serveurs acceptent les requêtes en lecture.

Certaines implantations utilisent les disques partagés pour réduire la surcharge de communication.

Les performances de la réPLICATION synchrone multi-maîtres sont meilleures lorsque les opérations de lecture représentent l'essentiel de la charge, alors que son gros avantage est l'acceptation des requêtes d'écriture par tous les serveurs -- il n'est pas nécessaire de répartir la charge entre les serveurs maîtres et esclaves et, parce que les modifications de données sont envoyées d'un serveur à l'autre, les fonctions non déterministes, comme `random()`, ne posent aucun problème.

PostgreSQL™ n'offre pas ce type de réPLICATION, mais la validation en deux phases de PostgreSQL™ (`PREPARE TRANSACTION(7)` et `COMMIT PREPARED(7)`) autorise son intégration dans une application ou un *middleware*.

Solutions commerciales

Parce que PostgreSQL™ est libre et facilement extensible, certaines sociétés utilisent PostgreSQL™ dans des solutions commerciales fermées (*closed-source*) proposant des fonctionnalités de bascule sur incident (*failover*), réPLICATION et répartition de charge.

La Tableau 26.1, « Matrice de fonctionnalités : haute disponibilité, répartition de charge et réPLICATION » résume les possibilités des différentes solutions listées plus-haut.

Tableau 26.1. Matrice de fonctionnalités : haute disponibilité, répartition de charge et réPLICATION

Fonctionnalité	Bascule par disques partagés (<i>Shared Disk Failover</i>)	RéPLICATION par système de fichiers	Envoi des journaux de transactions	RéPLICATION maître/esclave basé sur les triggers	Middleware de réPLICATION sur instructions	RéPLICATION asynchrone multi-maîtres	RéPLICATION synchrone multi-maîtres
Exemple d'implémentation	NAS	DRBD	RéPLICATION en flux	Slony	pgpool-II	Bucardo	
Méthode de communication	Disque partagé	Blocs disque	WAL	Lignes de tables	SQL	Lignes de tables	Lignes de tables et verrous de ligne
Ne requiert aucun matériel spécial		•	•	•	•	•	•
Autorise plusieurs serveurs maîtres					•	•	•
Pas de surcharge sur le serveur maître	•		•		•		
Pas d'attente entre serveurs	•		avec sync à off	•		•	
Pas de perte de données en cas de panne du maître	•	•	avec sync à on		•		•
Les esclaves acceptent les requêtes en lecture seule			avec un Hot Standby	•	•	•	•
Granularité de niveau table				•		•	•
Ne nécessite pas de résolution de conflit	•	•	•	•			•

Certaines solutions n'entrent pas dans les catégories ci-dessus :

Partitionnement de données

Le partitionnement des données divise les tables en ensembles de données. Chaque ensemble ne peut être modifié que par un seul serveur. Les données peuvent ainsi être partitionnées par bureau, Londres et Paris, par exemple, avec un serveur dans chaque bureau. Si certaines requêtes doivent combiner des données de Londres et Paris, il est possible d'utiliser une application qui requête les deux serveurs ou d'implanter une réPLICATION maître/esclave pour conserver sur chaque serveur une copie en lecture seule des données de l'autre bureau.

Exécution de requêtes en parallèle sur plusieurs serveurs

La plupart des solutions ci-dessus permettent à plusieurs serveurs de répondre à des requêtes multiples, mais aucune ne permet à une seule requête d'être exécutée sur plusieurs serveurs pour se terminer plus rapidement. Cette solution autorisent plusieurs serveurs à travailler ensemble sur une seule requête. Ceci s'accomplit habituellement en répartissant les données entre les serveurs, chaque serveur exécutant une partie de la requête pour renvoyer les résultats à un serveur central qui les combine et les renvoie à l'utilisateur. Pgpool-II™ offre cette possibilité. Cela peut également être implanté en utilisant les outils PL/Proxy™.

26.2. Serveurs de Standby par transfert de journaux

L'archivage en continu peut être utilisé pour créer une configuration de cluster en *haute disponibilité* (HA) avec un ou plusieurs

serveurs de *standby* prêts à prendre la main sur les opérations si le serveur primaire fait défaut. Cette fonctionnalité est généralement appelée *warm standby* ou *log shipping*.

Les serveurs primaire et de *standby* travaillent de concert pour fournir cette fonctionnalité, bien que les serveurs ne soient que faiblement couplés. Le serveur primaire opère en mode d'archivage en continu, tandis que le serveur de *standby* opère en mode de récupération en continu, en lisant les fichiers WAL provenant du primaire. Aucune modification des tables de la base ne sont requises pour activer cette fonctionnalité, elle entraîne donc moins de travail d'administration par rapport à d'autres solutions de réPLICATION. Cette configuration a aussi un impact relativement faible sur les performances du serveur primaire.

Déplacer directement des enregistrements de WAL d'un serveur de bases de données à un autre est habituellement appelé log shipping. PostgreSQL™ implémente le log shipping par fichier, ce qui signifie que les enregistrements de WAL sont transférés un fichier (segment de WAL) à la fois. Les fichiers de WAL (16Mo) peuvent être transférés facilement et de façon peu coûteuse sur n'importe quelle distance, que ce soit sur un système adjacent, un autre système sur le même site, ou un autre système à l'autre bout du globe. La bande passante requise pour cette technique varie en fonction du débit de transactions du serveur primaire. La technique de streaming replication permet d'optimiser cette bande passante en utilisant une granularité plus fine que le log shipping par fichier. Pour cela, les modifications apportées au journal de transactions sont traitées sous forme de flux au travers d'une connexion réseau (voir Section 26.2.5, « Streaming Replication »).

Il convient de noter que le log shipping est asynchrone, c'est à dire que les enregistrements de WAL sont transférés après que la transaction ait été validée. Par conséquent, il y a un laps de temps pendant lequel une perte de données pourrait se produire si le serveur primaire subissait un incident majeur; les transactions pas encore transférées seront perdues. La taille de la fenêtre de temps de perte de données peut être réduite par l'utilisation du paramètre `archive_timeout`, qui peut être abaissé à des valeurs de quelques secondes. Toutefois, un paramètre si bas augmentera de façon considérable la bande passante nécessaire pour le transfert de fichiers. L'utilisation de la technique de streaming replication (voir Section 26.2.5, « Streaming Replication ») permet de diminuer la taille de la fenêtre de temps de perte de données.

La performance de la récupération est suffisamment bonne pour que le *standby* ne soit en général qu'à quelques instants de la pleine disponibilité à partir du moment où il aura été activé. C'est pour cette raison que cette configuration de haute disponibilité est appelée *warm standby*. Restaurer un serveur d'une base de sauvegarde archivée, puis appliquer tous les journaux prendra largement plus de temps, ce qui fait que cette technique est une solution de 'disaster recovery' (reprise après sinistre), pas de haute disponibilité. Un serveur de *standby* peut aussi être utilisé pour des requêtes en lecture seule, dans quel cas il est appelé un serveur de Hot Standby. Voir Section 26.5, « Hot Standby » pour plus d'information.

26.2.1. Préparatifs

Il est habituellement préférable de créer les serveurs primaire et de *standby* de façon à ce qu'ils soient aussi similaires que possible, au moins du point de vue du serveur de bases de données. En particulier, les chemins associés avec les tablespaces seront passés d'un noeud à l'autre sans conversion, ce qui implique que les serveurs primaire et de *standby* doivent avoir les mêmes chemins de montage pour les tablespaces si cette fonctionnalité est utilisée. Gardez en tête que si `CREATE TABLESPACE(7)` est exécuté sur le primaire, tout nouveau point de montage nécessaire pour cela doit être créé sur le primaire et tous les *standby* avant que la commande ne soit exécutée. Le matériel n'a pas besoin d'être exactement le même, mais l'expérience montre que maintenir deux systèmes identiques est plus facile que maintenir deux différents sur la durée de l'application et du système. Quoi qu'il en soit, l'architecture hardware doit être la même -- répliquer par exemple d'un serveur 32 bits vers un 64 bits ne fonctionnera pas.

De manière générale, le log shipping entre serveurs exécutant des versions majeures différentes de PostgreSQL™ est impossible. La politique du PostgreSQL Global Development Group est de ne pas réaliser de changement sur les formats disques lors des mises à jour mineures, il est par conséquent probable que l'exécution de versions mineures différentes sur le primaire et le *standby* fonctionne correctement. Toutefois, il n'y a aucune garantie formelle de cela et il est fortement conseillé de garder le serveur primaire et celui de *standby* au même niveau de version autant que faire se peut. Lors d'une mise à jour vers une nouvelle version mineure, la politique la plus sûre est de mettre à jour les serveurs de *standby* d'abord -- une nouvelle version mineure est davantage susceptible de lire les enregistrements WAL d'une ancienne version mineure que l'inverse.

26.2.2. Fonctionnement du Serveur de Standby

En mode de *standby*, le serveur applique continuellement les WAL reçus du serveur maître. Le serveur de *standby* peut lire les WAL d'une archive WAL (voir `restore_command`) ou directement du maître via une connexion TCP (streaming replication). Le serveur de *standby* essaiera aussi de restaurer tout WAL trouvé dans le répertoire `pg_xlog` du cluster de *standby*. Cela se produit habituellement après un redémarrage de serveur, quand le *standby* rejoue à nouveau les WAL qui ont été reçu du maître avant le redémarrage, mais vous pouvez aussi copier manuellement des fichiers dans `pg_xlog` à tout moment pour qu'ils soient rejoués.

Au démarrage, le serveur de *standby* commence par restaurer tous les WAL disponibles à l'endroit où se trouvent les archives, en appelant la `restore_command`. Une fois qu'il a épuisé tous les WAL disponibles à cet endroit et que `restore_command` échoue, il essaie de restaurer tous les WAL disponibles dans le répertoire `pg_xlog`. Si cela échoue, et que la réPLICATION en flux a été activée, le *standby* essaie de se connecter au serveur primaire et de démarrer la réception des WAL depuis le dernier enregistrement valide trouvé dans les archives ou `pg_xlog`. Si cela échoue ou que la streaming replication n'est pas configurée, ou que la connexion est plus tard déconnectée, le *standby* retourne à l'étape 1 et essaie de restaurer le fichier à partir de l'archive à nou-

veau. Cette boucle de retentatives de l'archive, pg_xlog et par la streaming replication continue jusqu'à ce que le serveur soit stoppé ou que le failover (bascule) soit déclenché par un fichier trigger (déclencheur).

Le mode de standby est quitté et le serveur bascule en mode de fonctionnement normal quand **pg_ctl promote** est exécuté ou qu'un fichier de trigger est trouvé (`trigger_file`). Avant de basculer, tout WAL immédiatement disponible dans l'archive ou le pg_xlog sera restauré, mais aucune tentative ne sera faite pour se connecter au maître.

26.2.3. Préparer le Maître pour les Serveurs de Standby

Mettez en place un archivage en continu sur le primaire vers un répertoire d'archivage accessible depuis le standby, comme décrit dans Section 25.3, « Archivage continu et récupération d'un instantané (PITR) ». La destination d'archivage devrait être accessible du standby même quand le maître est inaccessible, c'est à dire qu'il devrait se trouver sur le serveur de standby lui-même ou un autre serveur de confiance, pas sur le serveur maître.

Si vous voulez utiliser la streaming replication, mettez en place l'authentification sur le serveur primaire pour autoriser les connexions de réPLICATION à partir du (des) serveur de standby ; c'est-à-dire, créez un rôle et mettez en place une ou des entrées appropriées dans pg_hba.conf avec le champ database positionné à `replication`. Vérifiez aussi que `max_wal_senders` est positionné à une valeur suffisamment grande dans le fichier de configuration du serveur primaire. Si des slots de réPLICATION seront utilisés, il faut s'assurer que `max_replication_slots` est également positionné à une valeur suffisamment grande.

Effectuez une sauvegarde de base comme décrit dans Section 25.3.2, « Réaliser une sauvegarde de base » pour initialiser le serveur de standby.

26.2.4. Paramétrier un Serveur de Standby

Pour paramétrier le serveur de standby, restaurez la sauvegarde de base effectué sur le serveur primaire (voir (see Section 25.3.4, « Récupération à partir d'un archivage continu »). Créez un fichier de commande de récupération `recovery.conf` dans le répertoire de données du cluster de standby, et positionnez `standby_mode` à `on`. Positionnez `restore_command` à une simple commande qui recopie les fichiers de l'archive de WAL. Si vous comptez disposer de plusieurs serveurs de stanby pour mettre en œuvre de la haute disponibilité, définissez `recovery_target_timeline` à `latest`, pour indiquer que le serveur de standby devra prendre en compte la ligne temporelle définie lors de la bascule à un autre serveur de standby.



Note

N'utilisez pas pg_standby ou des outils similaires avec le mode de standby intégré décrit ici. `restore_command` devrait retourner immédiatement si le fichier n'existe pas; le serveur essaiera la commande à nouveau si nécessaire. Voir Section 26.4, « Méthode alternative pour le log shipping » pour utiliser des outils tels que pg_standby.

Si vous souhaitez utiliser la streaming replication, renseignez `primary_conninfo` avec une chaîne de connexion libpq, contenant le nom d'hôte (ou l'adresse IP) et tout détail supplémentaire nécessaire pour se connecter au serveur primaire. Si le primaire a besoin d'un mot de passe pour l'authentification, le mot de passe doit aussi être spécifié dans `primary_conninfo`.

Si vous mettez en place le serveur de standby pour des besoins de haute disponibilité, mettez en place l'archivage de WAL, les connexions et l'authentification à l'identique du serveur primaire, parce que le serveur de standby fonctionnera comme un serveur primaire après la bascule.

Si vous utilisez une archive WAL, sa taille peut être réduite en utilisant l'option `archive_cleanup_command` pour supprimer les fichiers qui ne sont plus nécessaires au serveur de standby. L'outil pg_archivecleanup est conçu spécifiquement pour être utilisé avec `archive_cleanup_command` dans des configurations typiques de standby, voir pg_archivecleanup(1). Notez toutefois que si vous utilisez l'archive à des fins de sauvegarde, vous avez besoin de garder les fichiers nécessaires pour restaurer à partir de votre dernière sauvegarde de base, même si ces fichiers ne sont plus nécessaires pour le standby.

If you're using a WAL archive, its size can be minimized using the parameter to remove files that are no longer required by the standby server. Note however, that if you're using the archive for backup purposes, you need to retain files needed to recover from at least the latest base backup, even if they're no longer needed by the standby.

Un simple exemple de `recovery.conf` est:

```
standby_mode = 'on'
primary_conninfo = 'host=192.168.1.50 port=5432 user=foo password=foopass'
restore_command = 'cp /path/to/archive/%f %p'
archive_cleanup_command = 'pg_archivecleanup /path/to/archive %r'
```

Vous pouvez avoir n'importe quel nombre de serveurs de standby, mais si vous utilisez la streaming replication, assurez vous d'avoir positionné `max_wal_senders` suffisamment haut sur le primaire pour leur permettre de se connecter simultanément.

26.2.5. Streaming Replication

La streaming replication permet à un serveur de standby de rester plus à jour qu'il n'est possible avec l'envoi de journaux par fichiers. Le standby se connecte au primaire, qui envoie au standby les enregistrements de WAL dès qu'ils sont générés, sans attendre qu'un fichier de WAL soit rempli.

La streaming replication est asynchrone par défaut (voir Section 26.2.8, « RéPLICATION synchrone »), auquel cas il y a un petit délai entre la validation d'une transaction sur le primaire et le moment où les changements sont visibles sur le standby. Le délai est toutefois beaucoup plus petit qu'avec l'envoi de fichiers, habituellement en dessous d'une seconde en partant de l'hypothèse que le standby est suffisamment puissant pour supporter la charge. Avec la streaming replication, `archive_timeout` n'est pas nécessaire pour réduire la fenêtre de perte de données.

Si vous utilisez la streaming replication sans archivage en continu des fichiers, le serveur pourrait recycler de vieux journaux de transactions avant que le serveur ne les ait reçus. Si cela arrive, le serveur en standby devra être recréé d'une nouvelle sauvegarde de l'instance. Vous pouvez éviter cela en positionnant `wal_keep_segments` à une valeur suffisamment grande pour s'assurer que les journaux de transactions ne sont pas recyclés trop tôt, ou en configurant un slot de réPLICATION pour le serveur en standby. Si un archivage des journaux de transactions est en place, et que les fichiers archivés sont disponibles depuis le serveur en standby, cette solution n'est pas nécessaire, puisque le serveur en standby peut toujours utiliser les fichiers archivés pour rattraper son retard, sous réserve que suffisamment de fichiers soient conservés.

Pour utiliser la streaming replication, mettez en place un serveur de standby en mode fichier comme décrit dans Section 26.2, « Serveurs de Standby par transfert de journaux ». L'étape qui transforme un standby en mode fichier en standby en streaming replication est de faire pointer `primary_conninfo` dans le fichier `recovery.conf` vers le serveur primaire. Positionnez `listen_addresses` et les options d'authentification (voir `pg_hba.conf`) sur le primaire pour que le serveur de standby puisse se connecter à la pseudo-base `replication` sur le serveur primaire (voir Section 26.2.5.1, « Authentification »).

Sur les systèmes qui supportent l'option de `keepalive` sur les sockets, positionner `tcp_keepalives_idle`, `tcp_keepalives_interval` et `tcp_keepalives_count` aide le primaire à reconnaître rapidement une connexion interrompue.

Positionnez le nombre maximum de connexions concurrentes à partir des serveurs de standby (voir `max_wal_senders` pour les détails).

Quand le standby est démarré et que `primary_conninfo` est positionné correctement, le standby se connectera au primaire après avoir rejoué tous les fichiers WAL disponibles dans l'archive. Si la connexion est établie avec succès, vous verrez un processus `walreceiver` dans le standby, et un processus `walsender` correspondant sur le primaire.

26.2.5.1. Authentification

Il est très important que les priviléges d'accès pour la réPLICATION soient paramétrés pour que seuls les utilisateurs de confiance puissent lire le flux WAL, parce qu'il est facile d'en extraire des informations privilégiées. Les serveurs de standby doivent s'authentifier au serveur primaire en tant que superutilisateur ou avec un compte disposant de l'attribut REPLICATION. Il est recommandé de créer un compte utilisateur dédié pour la réPLICATION. Il doit disposer des attributs REPLICATION et LOGIN. Alors que l'attribut REPLICATION donne beaucoup de droits, il ne permet pas à l'utilisateur de modifier de données sur le serveur primaire, contrairement à l'attribut SUPERUSER.

L'authentification cliente pour la réPLICATION est contrôlée par un enregistrement de `pg_hba.conf` spécifiant `replication` dans le champ `database`. Par exemple, si le standby s'exécute sur un hôte d'IP 192.168.1.100 et que le nom de l'utilisateur pour la réPLICATION est `foo`, l'administrateur peut ajouter la ligne suivante au fichier `pg_hba.conf` sur le primaire:

```
# Autoriser l'utilisateur "foo" de l'hôte 192.168.1.100 à se connecter au primaire
# en tant que standby de replication si le mot de passe de l'utilisateur est
correctement fourni
#
# TYPE    DATABASE        USER            ADDRESS                 METHOD
host    replication    foo             192.168.1.100/32      md5
```

Le nom d'hôte et le numéro de port du primaire, le nom d'utilisateur de la connexion, et le mot de passe sont spécifiés dans le fichier `recovery.conf`. Le mot de passe peut aussi être enregistré dans le fichier `~/.pgpass` sur le serveur en attente (en précisant `replication` dans le champ `database`). Par exemple, si le primaire s'exécute sur l'hôte d'IP 192.168.1.50, port 5432, que le nom de l'utilisateur pour la réPLICATION est `foo`, et que le mot de passe est `foopass`, l'administrateur peut ajouter la ligne suivante au fichier `recovery.conf` sur le standby:

```
# Le standby se connecte au primaire qui s'exécute sur l'hôte 192.168.1.50
# et port 5432 en tant qu'utilisateur "foo" dont le mot de passe est "foopass"
primary_conninfo = 'host=192.168.1.50 port=5432 user=foo password=foopass'
```

26.2.5.2. Supervision

Un important indicateur de santé de la streaming replication est le nombre d'enregistrements générés sur le primaire, mais pas encore appliqués sur le standby. Vous pouvez calculer ce retard en comparant le point d'avancement des écritures du WAL sur le primaire avec le dernier point d'avancement reçu par le standby. Ils peuvent être récupérés en utilisant `pg_current_xlog_location` sur le primaire et `pg_last_xlog_receive_location` sur le standby, respectivement (voir Tableau 9.78, « Fonctions de contrôle de la sauvegarde » et Tableau 9.79, « Fonctions d'information sur la restauration » pour plus de détails). Le point d'avancement de la réception dans le standby est aussi affiché dans le statut du processus de réception des WAL (wal receiver), affiché par la commande `ps` (voyez Section 28.1, « Outils Unix standard » pour plus de détails).

Vous pouvez obtenir la liste des processus émetteurs de WAL au moyen de la vue `pg_stat_replication`. D'importantes différences entre les champs `pg_current_xlog_location` et `sent_location` peuvent indiquer que le serveur maître est en surcharge, tandis que des différences entre `sent_location` et `pg_last_xlog_receive_location` sur le standby peuvent soit indiquer une latence réseau importante, soit que le standby est surchargé.

26.2.6. Slots de réPLICATION

Les slots de réPLICATION fournissent une manière automatisée de s'assurer que le maître ne supprime pas les journaux de transactions avant qu'ils n'aient été reçus par tous les serveurs en standby, et que le serveur maître ne supprime pas des lignes qui pourraient causer un conflit de restauration même si le serveur en standby est déconnecté.

Au lieu d'utiliser des slots de réPLICATION, il est possible d'empêcher la suppression des anciens journaux de transactions en utilisant `wal_keep_segments`, ou en les stockant dans un répertoire d'archive en utilisant `archive_command`. Cependant, ces méthodes ont souvent pour résultat le stockage de plus de journaux de transactions que nécessaire, alors que les slots de réPLICATION conservent que le nombre nécessaire de journaux de transactions. Un avantage de ces méthodes est qu'elles limitent l'espace requis pour `pg_xlog`; il n'y a pour le moment aucun moyen d'en faire de même en utilisant les slots de réPLICATION.

De la même manière, `hot_standby` et `vacuum_defer_cleanup_age` fournissent des protections contre la suppression de lignes utiles par `vacuum`, mais le premier paramètre n'offre aucune protection durant la période pendant laquelle le serveur de standby n'est pas connecté, et le second nécessite souvent d'être positionné à une grande valeur pour fournir une protection adéquate. Les slots de réPLICATION surmontent ces désavantages.

26.2.6.1. Requêter et manipuler des slots de réPLICATION

Chaque slot de réPLICATION a un nom, qui peut contenir des lettres en minuscule, des nombres ou un tiret bas.

Les slots de réPLICATION existants et leur états peuvent être vus dans la vue `pg_replication_slots`.

Les slots de réPLICATION peuvent être créés et supprimés soit via le protocole de réPLICATION en flux (voir Section 51.4, « Protocole de réPLICATION en continu ») soit via des fonctions SQL (voir Section 9.26.6, « Fonctions de réPLICATION »).

26.2.6.2. Exemple de configuration

Il est possible de créer un slot de réPLICATION ainsi :

```
postgres=# SELECT * FROM pg_create_physical_replication_slot('node_a_slot');
   slot_name  | xlog_position
-----+-----
 node_a_slot |
```



```
postgres=# SELECT * FROM pg_replication_slots;
   slot_name  | slot_type | datoid | database | active | xmin | restart_lsn | confirmed_flush_lsn
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
 node_a_slot | physical  |        |         | f      |       |           | (1 row)
```

Pour configurer le serveur en standby pour utiliser ce slot, `primary_slot_name` devrait être configuré dans le `recovery.conf` de l'esclave. Voilà un exemple simple :

```
standby_mode = 'on'
primary_conninfo = 'host=192.168.1.50 port=5432 user=foo password=foopass'
primary_slot_name = 'node_a_slot'
```

26.2.7. RéPLICATION en cascade

La fonctionnalité de la réPLICATION en cascade permet à un serveur standard d'accepter les connexions de réPLICATION et d'envoyer un flux d'enregistrements de journaux de transactions à d'autres esclaves, agissant ainsi comme un relai. C'est généralement utilisé pour réduire le nombre de connexions directes au maître et minimise ainsi l'utilisation de bande passante entre sites distants.

Un serveur standby agissant à la fois comme un receveur et comme un émetteur est connu sous le nom de *standby en cascade* (*cascading standby*). Les standbys qui sont plus proches du serveur maître sont connus sous le nom de serveurs *upstream* alors que les serveurs standby en bout de chaîne sont des serveurs *downstream*. La réPLICATION en cascade ne pose pas de limites sur le nombre ou l'arrangement des serveurs *downstream*. Chaque standby se connecte à un seul serveur *upstream*, qui finit par arriver à un seul serveur maître/primaire.

Un standby en cascade envoie non seulement les enregistrements reçus de journaux de transactions mais aussi ceux restaurés des archives. Donc, même si la connexion de réPLICATION d'une connexion *upstream* est rompue, la réPLICATION en flux continue vers le serveur *downstream* tant que de nouveaux enregistrements de journaux de transactions sont disponibles.

La réPLICATION en cascade est actuellement asynchrone. La réPLICATION synchrone (voir Section 26.2.8, « RéPLICATION synchrone ») n'a aucun effet sur la réPLICATION en cascade.

Les messages en retour des serveurs Hot Standby se propagent vers les serveurs *upstream*, quelque soit la configuration de la réPLICATION en cascade.

Si un serveur standby *upstream* est promu pour devenir le nouveau serveur maître, les serveurs *downstream* continueront à recevoir le flux de réPLICATION du nouveau maître si le paramètre `recovery_target_timeline` est configuré à '`latest`'.

Pour utiliser la réPLICATION en cascade, configurez le standby en cascade de façon à ce qu'il accepte les connexions de réPLICATION (configurez `max_wal_senders` et `hot_standby`, ainsi que l'authentification). Vous aurez aussi besoin de configurer la variable `primary_conninfo` dans le standby *downstream* pour qu'elle pointe vers le standby en cascade.

26.2.8. RéPLICATION synchrone

La streaming réPLICATION mise en œuvre par PostgreSQL™ est asynchrone par défaut. Si le serveur primaire est hors-service, les transactions produites alors peuvent ne pas avoir été répliquées sur le serveur de standby, impliquant une perte de données. La quantité de données perdues est proportionnelle au délai de réPLICATION au moment de la bascule.

La réPLICATION synchrone permet de confirmer que tous les changements effectués par une transaction ont bien été transférées à un ou plusieurs serveurs de standby synchrone. Cette propriété étend le niveau de robustesse standard offert par un commit. En science informatique, ce niveau de protection est appelé réPLICATION à deux états (*2-safe replication*) et *group-1-safe* (*group-safe* et *1-safe*) quand `synchronous_commit` est configuré à la valeur `remote_write`.

Lorsque la réPLICATION synchrone est utilisée, chaque validation portant sur une écriture va nécessiter d'attendre la confirmation de l'écriture de cette validation sur les journaux de transaction des disques du serveur primaire et des serveurs en standby. Le seul moyen possible pour que des données soient perdues est que les serveur primaire et de standby soient hors service au même moment. Ce mécanisme permet d'assurer un niveau plus élevé de robustesse, en admettant que l'administrateur système ait pris garde à l'emplacement et à la gestion de ces deux serveurs. Attendre après la confirmation de l'écriture augmente la confiance que l'utilisateur pourra avoir sur la conservation des modifications dans le cas où un serveur serait hors service mais il augmente aussi en conséquence le temps de réponse à chaque requête. Le temps minimum d'attente est celui de l'aller-retour entre les serveurs primaire et de standby.

Les transactions où seule une lecture est effectuée ou qui consistent à annuler une transaction ne nécessitent pas d'attendre les serveurs de standby. Les validations concernant les transactions imbriquées ne nécessitent pas non plus d'attendre la réponse des serveurs de standby, cela n'affecte en fait que les validations principales. De longues opérations comme le chargement de données ou la création d'index n'attendent pas le commit final pour synchroniser les données. Toutes les actions de validation en deux étapes nécessitent d'attendre la validation du standby, incluant autant l'opération de préparation que l'opération de validation.

26.2.8.1. Configuration de base

Une fois la streaming replication configurée, la configuration de la réPLICATION synchrone ne demande qu'une unique étape de configuration supplémentaire : la variable `synchronous_standby_names` doit être définie à une valeur non vide. La variable `synchronous_commit` doit aussi être définie à `on`, mais comme il s'agit d'une valeur par défaut, il n'est pas nécessaire de la modifier. (Voir Section 19.5.1, « Paramètres » et Section 19.6.2, « Serveur maître ».) Cette configuration va entraîner l'attente de la confirmation de l'écriture permanente de chaque validation sur le serveur de standby. La variable `synchronous_commit` peut être définie soit par des utilisateurs, soit par le fichier de configuration pour des utilisateurs ou des bases de données fixées, soit dynamiquement par des applications, pour contrôler la robustesse des échanges transactionnels.

Suite à l'enregistrement sur disque d'une validation sur le serveur primaire, l'enregistrement WAL est envoyé au serveur de standby. Le serveur de standby retourne une réponse à chaque fois qu'un nouveau lot de données WAL est écrit sur disque, à moins que le paramètre `wal_receiver_status_interval` soit défini à zéro sur le serveur standby. Dans le cas où le paramètre `synchronous_commit` est configuré à la valeur `remote_apply`, le serveur standby envoie des messages de réponse quand

l'enregistrement de validation (commit) est rejoué, rendant la transaction visible. Si le serveur standby est configuré en serveur synchrone à partir de la liste de priorité configurée avec le paramètre `synchronous_standby_names` sur le primaire, le message de réponse provenant du standby sera considéré parmi ceux des autres serveurs standby pour décider du moment de libération des transactions attendant la confirmation de la bonne réception de l'enregistrement de commit. Ces paramètres permettent à l'administrateur de spécifier quels serveurs de standby suivront un comportement synchrone. Remarquez ici que la configuration de la réPLICATION synchrone se situe sur le serveur maître. Les serveurs standbys nommés doivent être directement connectés au maître ; le maître ne connaît rien des serveurs standbys utilisant la réPLICATION en cascade.

Configurer `synchronous_commit` à `remote_write` fera que chaque COMMIT attendra la confirmation de la réception en mémoire de l'enregistrement du COMMIT par le standby et son écriture via le système d'exploitation, sans que les données du cache du système ne soient vidées sur disque au niveau du serveur en standby. Cette configuration fournit une garantie moindre de durabilité que la configuration `on` : le standby peut perdre les données dans le cas d'un crash du système d'exploitation, mais pas dans le cas du crash de PostgreSQL™. Cependant, il s'agit d'une configuration utile en pratique car il diminue le temps de réponse pour la transaction. Des pertes de données ne peuvent survenir que si le serveur primaire et le standby tombent en même temps et que la base de données du primaire est corrompue.

Configurer `synchronous_commit` à `remote_apply` fera en sorte que chaque commit devra attendre le retour des standbys synchrones actuels indiquant qu'ils ont bien rejoué la transaction, la rendant visible aux requêtes des utilisateurs. Dans des cas simples, ceci permet une répartition de chaque sans incohérence.

Habituellement, un signal d'arrêt rapide (*fast shutdown*) annule les transactions en cours sur tous les processus serveur. Cependant, dans le cas de la réPLICATION asynchrone, le serveur n'effectuera pas un arrêt complet avant que chaque enregistrement WAL ne soit transféré aux serveurs de standby connectés.

26.2.8.2. Multiple standbys synchrones

La réPLICATION synchrone supporte un ou plusieurs serveurs standbys synchrones. Les transactions attendront que tous les serveurs en standby considérés synchrones confirment la réception de leurs données. Le nombre de standbys dont les transactions doivent attendre la réponse est indiqué dans le paramètre `synchronous_standby_names`. Ce paramètre indique aussi une liste des noms de standbys qui détermine la priorité de chaque standby choisi comme standby synchrone. Les standbys dont le nom apparaît en début de liste ont une priorité plus haute et seront considérés comme synchrones. Les autres serveurs standbys, apparaissant après, représentent les standbys synchrones potentiels. Si un des serveurs standbys synchrones se déconnecte sans raison, il sera immédiatement remplacé par le standby de plus haute priorité.

Voici un exemple de configuration du paramètre `synchronous_standby_names` pour plusieurs serveurs standbys synchrones :

```
synchronous_standby_names = '2 (s1, s2, s3)'
```

Dans cet exemple, si les quatre serveurs standbys `s1`, `s2`, `s3` et `s4` sont fonctionnels et en cours d'exécution, les deux serveurs `s1` et `s2` seront choisis comme standbys synchrones car leurs noms apparaissent en premier dans la liste des serveurs standbys. `s3` est un serveur standby synchrone potentiel et prendra le rôle d'un standby synchrone si `s1` ou `s2` tombe. `s4` est un standby asynchrone comme son nom n'est pas dans la liste.

26.2.8.3. S'organiser pour obtenir de bonnes performances

La réPLICATION synchrone nécessite souvent d'organiser avec une grande attention les serveurs de standby pour apporter un bon niveau de performances aux applications. Les phases d'attente d'écriture n'utilisent pas les ressources systèmes, mais les verrous transactionnels restent positionnés jusqu'à ce que le transfert vers les serveurs de standby soit confirmé. En conséquence, une utilisation non avertie de la réPLICATION synchrone aura pour impact une baisse des performances de la base de donnée d'une application due à l'augmentation des temps de réponses et à un moins bon support de la charge.

PostgreSQL™ permet aux développeurs d'application de spécifier le niveau de robustesse à employer pour la réPLICATION. Cela peut être spécifié pour le système entier, mais aussi pour des utilisateurs ou des connexions spécifiques, ou encore pour des transactions individuelles.

Par exemple, une répartition du travail pour une application pourrait être constituée de : 10 % de modifications concernant des articles de clients importants, et 90 % de modifications de moindre importance et qui ne devraient pas avoir d'impact sur le métier si elles venaient à être perdues, comme des dialogues de messagerie entre utilisateurs.

Les options de réPLICATION synchrone spécifiées par une application (sur le serveur primaire) permettent de n'utiliser la réPLICATION synchrone que pour les modifications les plus importantes, sans affecter les performances sur la plus grosse partie des traitements. Les options modifiables par les applications sont un outil important permettant d'apporter les bénéfices de la réPLICATION synchrone aux applications nécessitant de la haute performance.

Il est conseillé de disposer d'une bande passante réseau supérieure à la quantité de données WAL générées.

26.2.8.4. S'organiser pour la haute disponibilité

`synchronous_standby_names` indique le nombre et les noms des serveurs standbys synchrones pour lesquels les validations de transactions effectuées lorsque `synchronous_commit` est configurée à `on`, `remote_apply` ou `remote_write`, attendront leur réponse. Ces validations de transactions pourraient ne jamais se terminer si un des standbys synchrones s'arrêtait brutalement.

La meilleure solution pour la haute disponibilité est de s'assurer que vous conservez autant de serveurs standbys synchrones que demandés. Ceci se fait en nommant plusieurs standbys synchrones potentiels avec `synchronous_standby_names`. Les serveurs standbys dont le nom apparaît en début de liste seront utilisés comme serveurs standbys synchrones. Les standbys listés après eux prendront le rôle des standbys synchrones qui auraient échoués.

Au moment où le premier serveur de standby s'attache au serveur primaire, il est possible qu'il ne soit pas exactement synchronisé. Cet état est appelé le mode `catchup`. Une fois la différence entre le serveur de standby et le serveur primaire ramenée à zéro, le mode `streaming` est atteint. La durée du mode `catchup` peut être longue surtout juste après la création du serveur de standby. Si le serveur de standby est arrêté sur cette période, alors la durée du mode `CATCHUP` sera d'autant plus longue. Le serveur de standby ne peut devenir un serveur de standby synchrone que lorsque le mode `streaming` est atteint.

Si le serveur primaire redémarre alors que des opérations de commit étaient en attente de confirmation, les transactions en attente ne seront réellement enregistrées qu'au moment où la base de donnée du serveur primaire sera redémarrée. Il n'y a aucun moyen de savoir si tous les serveurs de standby ont reçu toutes les données WAL nécessaires au moment où le serveur primaire est déclaré hors-service. Des transactions pourraient ne pas être considérées comme sauvegardées sur le serveur de standby, même si elles l'étaient sur le serveur primaire. La seule garantie offerte dans ce cadre est que l'application ne recevra pas de confirmation explicite de la réussite d'une opération de validation avant qu'il soit sûr que les données WAL sont reçues proprement par tous les serveurs de standby synchrones.

Si vous ne pouvez vraiment pas conserver autant de serveurs standbys synchrones que demandés, alors vous devriez diminuer le nombre de standbys synchrones dont le système doit attendre les réponses aux validations de transactions, en modifiant `synchronous_standby_names` (ou en le désactivant) et en rechargeant le fichier de configuration du serveur primaire.

Si le serveur primaire n'est pas accessible par les serveurs de standby restants, il est conseillé de basculer vers le meilleur candidat possible parmi ces serveurs de standby.

S'il est nécessaire de recréer un serveur de standby alors que des transactions sont en attente de confirmation, prenez garde à ce que les commandes `pg_start_backup()` et `pg_stop_backup()` soient exécutées dans un contexte où la variable `synchronous_commit` vaut `off` car, dans le cas contraire, ces requêtes attendront indéfiniment l'apparition de ce serveur de standby.

26.2.9. Continuous archiving in standby

When continuous WAL archiving is used in a standby, there are two different scenarios: the WAL archive can be shared between the primary and the standby, or the standby can have its own WAL archive. When the standby has its own WAL archive, set `archive_mode` to `always`, and the standby will call the archive command for every WAL segment it receives, whether it's by restoring from the archive or by streaming replication. The shared archive can be handled similarly, but the `archive_command` must test if the file being archived exists already, and if the existing file has identical contents. This requires more care in the `archive_command`, as it must be careful to not overwrite an existing file with different contents, but return success if the exactly same file is archived twice. And all that must be done free of race conditions, if two servers attempt to archive the same file at the same time.

If `archive_mode` is set to `on`, the archiver is not enabled during recovery or standby mode. If the standby server is promoted, it will start archiving after the promotion, but will not archive any WAL it did not generate itself. To get a complete series of WAL files in the archive, you must ensure that all WAL is archived, before it reaches the standby. This is inherently true with file-based log shipping, as the standby can only restore files that are found in the archive, but not if streaming replication is enabled. When a server is not in recovery mode, there is no difference between `on` and `always` modes.

26.3. Bascule (Failover)

Si le serveur primaire plante alors le serveur de standby devrait commencer les procédures de failover.

Si le serveur de standby plante alors il n'est pas nécessaire d'effectuer un failover. Si le serveur de standby peut être redémarré, même plus tard, alors le processus de récupération peut aussi être redémarré au même moment, en bénéficiant du fait que la récupération sait reprendre où elle en était. Si le serveur de standby ne peut pas être redémarré, alors une nouvelle instance complète de standby devrait être créée.

Si le serveur primaire plante, que le serveur de standby devient le nouveau primaire, et que l'ancien primaire redémarre, vous devez avoir un mécanisme pour informer l'ancien primaire qu'il n'est plus primaire. C'est aussi quelquefois appelé STONITH (Shoot The Other Node In The Head, ou Tire Dans La Tête De L'Autre Noeud), qui est nécessaire pour éviter les situations où les deux

systèmes pensent qu'ils sont le primaire, ce qui amènerait de la confusion, et finalement de la perte de données.

Beaucoup de systèmes de failover n'utilisent que deux systèmes, le primaire et le standby, connectés par un mécanisme de type ligne de vie (heartbeat) pour vérifier continuellement la connexion entre les deux et la viabilité du primaire. Il est aussi possible d'utiliser un troisième système (appelé un serveur témoin) pour éviter certains cas de bascule inappropriés, mais la complexité supplémentaire peut ne pas être justifiée à moins d'être mise en place avec suffisamment de précautions et des tests rigoureux.

PostgreSQL™ ne fournit pas le logiciel système nécessaire pour identifier un incident sur le primaire et notifier le serveur de base de standby. De nombreux outils de ce genre existent et sont bien intégrés avec les fonctionnalités du système d'exploitation nécessaires à la bascule, telles que la migration d'adresse IP.

Une fois que la bascule vers le standby se produit, il n'y a plus qu'un seul serveur en fonctionnement. C'est ce qu'on appelle un état dégradé. L'ancien standby est maintenant le primaire, mais l'ancien primaire est arrêté et pourrait rester arrêté. Pour revenir à un fonctionnement normal, un serveur de standby doit être recréé, soit sur l'ancien système primaire quand il redevient disponible, ou sur un troisième, peut-être nouveau, système. The pg_rewind(1) utility can be used to speed up this process on large clusters. Une fois que ceci est effectué, le primaire et le standby peuvent être considérés comme ayant changé de rôle. Certaines personnes choisissent d'utiliser un troisième serveur pour fournir une sauvegarde du nouveau primaire jusqu'à ce que le nouveau serveur de standby soit recréé, bien que cela complique visiblement la configuration du système et les procédures d'exploitation.

Par conséquent, basculer du primaire vers le serveur de standby peut être rapide mais requiert du temps pour re-préparer le cluster de failover. Une bascule régulière du primaire vers le standby est utile, car cela permet une période d'interruption de production sur chaque système pour maintenance. Cela vous permet aussi pour vous assurer que votre mécanisme de bascule fonctionnera réellement quand vous en aurez besoin. Il est conseillé que les procédures d'administration soient écrites.

Pour déclencher le failover d'un serveur de standby en log-shipping, exécutez la commande **pg_ctl promote** ou créez un fichier trigger (déclencheur) avec le nom de fichier et le chemin spécifiés par le paramètre `trigger_file` de `recovery.conf`. Si vous comptez utiliser la commande **pg_ctl promote** pour effectuer la bascule, la variable `trigger_file` n'est pas nécessaire. S'il s'agit d'ajouter des serveurs qui ne seront utilisés que pour alléger le serveur primaire des requêtes en lecture seule, et non pas pour des considérations de haute disponibilité, il n'est pas nécessaire de les réveiller (*promote*).

26.4. Méthode alternative pour le log shipping

Une alternative au mode de standby intégré décrit dans les sections précédentes est d'utiliser une `restore_command` qui scrute le dépôt d'archives. C'était la seule méthode disponible dans les versions 8.4 et inférieures. Dans cette configuration, positionnez `standby_mode` à off, parce que vous implémentez la scrutation nécessaire au fonctionnement standby vous-mêmes. Voir le module `pg_standby(1)` pour une implémentation de référence de ceci.

Veuillez noter que dans ce mode, le serveur appliquera les WAL fichier par fichier, ce qui entraîne que si vous requêtez sur le serveur de standby (voir Hot Standby), il y a un délai entre une action sur le maître et le moment où cette action devient visible sur le standby, correspondant au temps nécessaire à remplir le fichier de WAL. `archive_timeout` peut être utilisé pour rendre ce délai plus court. Notez aussi que vous ne pouvez combiner la streaming replication avec cette méthode.

Les opérations qui se produisent sur le primaire et les serveurs de standby sont des opérations normales d'archivage et de recovery. Le seul point de contact entre les deux serveurs de bases de données est l'archive de fichiers WAL qu'ils partagent: le primaire écrivant dans l'archive, le secondaire lisant de l'archive. Des précautions doivent être prises pour s'assurer que les archives WAL de serveurs primaires différents ne soient pas mélangées ou confondues. L'archive n'a pas besoin d'être de grande taille si elle n'est utilisée que pour le fonctionnement de standby.

La magie qui permet aux deux serveurs faiblement couplés de fonctionner ensemble est une simple `restore_command` utilisée sur le standby qui quand on lui demande le prochain fichier de WAL, attend que le primaire le mette à disposition. La `restore_command` est spécifiée dans le fichier `recovery.conf` sur le serveur de standby. La récupération normale demanderait un fichier de l'archive WAL, en retournant un échec si le fichier n'était pas disponible. Pour un fonctionnement en standby, il est normal que le prochain fichier WAL ne soit pas disponible, ce qui entraîne que le standby doive attendre qu'il apparaisse. Pour les fichiers se terminant en `.backup` ou `.history` il n'y a pas besoin d'attendre, et un code retour différent de zéro doit être retourné. Une `restore_command` d'attente peut être écrite comme un script qui boucle après avoir scruté l'existence du prochain fichier de WAL. Il doit aussi y avoir un moyen de déclencher la bascule, qui devrait interrompre la `restore_command`, sortir le la boucle et retourner une erreur file-not-found au serveur de standby. Cela met fin à la récupération et le standby démarrera alors comme un serveur normal.

Le pseudocode pour une `restore_command` appropriée est:

```
triggered = false;
while (!NextWALFileReady() && !triggered)
{
    sleep(100000L);           /* wait for ~0.1 sec */
    if (CheckForExternalTrigger())
```

```
        triggered = true;
}
if (!triggered)
    CopyWALFileForRecovery();
```

Un exemple fonctionnel de `restore_command` d'attente est fournie par le module `pg_standby(1)`. Il devrait être utilisé en tant que référence, comme la bonne façon d'implémenter correctement la logique décrite ci-dessus. Il peut aussi être étendu pour supporter des configurations et des environnements spécifiques.

La méthode pour déclencher une bascule est une composante importante de la planification et de la conception. Une possibilité est d'utiliser la commande `restore_command`. Elle est exécutée une fois pour chaque fichier WAL, mais le processus exécutant la `restore_command` est créé et meurt pour chaque fichier, il n'y a donc ni démon ni processus serveur, et on ne peut utiliser ni signaux ni gestionnaire de signaux. Par conséquent, la `restore_command` n'est pas appropriée pour déclencher la bascule. Il est possible d'utiliser une simple fonctionnalité de timeout, particulièrement si utilisée en conjonction avec un paramètre `archive_timeout` sur le primaire. Toutefois, ceci est sujet à erreur, un problème réseau ou un serveur primaire chargé pouvant suffire à déclencher une bascule. Un système de notification comme la création explicite d'un fichier trigger est idéale, dans la mesure du possible.

26.4.1. Implémentation

La procédure simplifié pour configurer un serveur de test en utilisant cette méthode alternative est la suivante. Pour tous les détails sur chaque étape, référez vous aux sections précédentes suivant les indications.

1. Paramétrez les systèmes primaire et standby de façon aussi identique que possible, y compris deux copies identiques de PostgreSQL™ au même niveau de version.
2. Activez l'archivage en continu du primaire vers un répertoire d'archives WAL sur le serveur de standby. Assurez vous que `archive_mode`, `archive_command` et `archive_timeout` sont positionnés correctement sur le primaire (voir Section 25.3.1, « Configurer l'archivage WAL »).
3. Effectuez une sauvegarde de base du serveur primaire(voir Section 25.3.2, « Réaliser une sauvegarde de base »), , et chargez ces données sur le standby.
4. Commencez la récupération sur le serveur de standby à partir de l'archive WAL locale, en utilisant un `recovery.conf` qui spécifie une `restore_command` qui attend comme décrit précédemment (voir Section 25.3.4, « Récupération à partir d'un archivage continu »).

Le récupération considère l'archive WAL comme étant en lecture seule, donc une fois qu'un fichier WAL a été copié sur le système de standby il peut être copié sur bande en même temps qu'il est lu par le serveur de bases de données de standby. Ainsi, on peut faire fonctionner un serveur de standby pour de la haute disponibilité en même temps que les fichiers sont stockés pour de la reprise après sinistre.

À des fins de test, il est possible de faire fonctionner le serveur primaire et de standby sur le même système. Cela n'apporte rien en termes de robustesse du serveur, pas plus que cela ne pourrait être décrit comme de la haute disponibilité.

26.4.2. Log Shipping par Enregistrements

Il est aussi possible d'implémenter du log shipping par enregistrements en utilisant cette méthode alternative, bien qu'elle nécessite des développements spécifiques, et que les modifications ne seront toujours visibles aux requêtes de hot standby qu'après que le fichier complet de WAL ait été recopié.

Un programme externe peut appeler la fonction `pg_xlogfile_name_offset()` (voir Section 9.26, « Fonctions d'administration système ») pour obtenir le nom de fichier et la position exacte en octets dans ce fichier de la fin actuelle du WAL. Il peut alors accéder au fichier WAL directement et copier les données de la fin précédente connue à la fin courante vers les serveurs de standby. Avec cette approche, la fenêtre de perte de données est la période de scrutation du programme de copie, qui peut être très petite, et il n'y a pas de bande passante gaspillée en forçant l'archivage de fichiers WAL partiellement remplis. Notez que les scripts `restore_command` des serveurs de standby ne peuvent traiter que des fichiers WAL complets, les données copiées de façon incrémentale ne sont donc d'ordinaire pas mises à disposition des serveurs de standby. Elles ne sont utiles que si le serveur primaire tombe -- alors le dernier fichier WAL partiel est fourni au standby avant de l'autoriser à s'activer. L'implémentation correcte de ce mécanisme requiert la coopération entre le script `restore_command` et le programme de recopie des données.

À partir de PostgreSQL™ version 9.0, vous pouvez utiliser la streaming replication (voir Section 26.2.5, « Streaming Replication ») pour bénéficier des mêmes fonctionnalités avec moins d'efforts.

26.5. Hot Standby

Hot Standby est le terme utilisé pour décrire la possibilité de se connecter et d'exécuter des requêtes en lecture seule alors que le serveur est en récupération d'archive or standby mode. C'est utile à la fois pour la réPLICATION et pour restaurer une sauvegarde à un état désiré avec une grande précision. Le terme Hot Standby fait aussi référence à la capacité du serveur à passer de la récupération au fonctionnement normal tandis que les utilisateurs continuent à exécuter des requêtes et/ou gardent leurs connexions ouvertes.

Exécuter des requêtes en mode hot standby est similaire au fonctionnement normal des requêtes, bien qu'il y ait quelques différences d'utilisation et d'administration notées ci-dessous.

26.5.1. Aperçu pour l'utilisateur

Quand le paramètre `hot_standby` est configuré à true sur un serveur en attente, le serveur commencera à accepter les connexions une fois que la restauration est parvenue à un état cohérent. Toutes les connexions qui suivront seront des connexions en lecture seule ; même les tables temporaires ne pourront pas être utilisées.

Les données sur le standby mettent un certain temps pour arriver du serveur primaire, il y aura donc un délai mesurable entre primaire et standby. La même requête exécutée presque simultanément sur le primaire et le standby pourrait par conséquent retourner des résultats différents. On dit que la donnée est *cohérente à terme* avec le primaire. Une fois que l'enregistrement de validation (COMMIT) d'une transaction est rejoué sur le serveur en attente, les modifications réalisées par cette transaction seront visibles par toutes les images de bases obtenues par les transactions en cours sur le serveur en attente. Ces images peuvent être prises au début de chaque requête ou de chaque transaction, suivant le niveau d'isolation des transactions utilisé à ce moment. Pour plus de détails, voir Section 13.2, « Isolation des transactions ».

Les transactions exécutées pendant la période de restauration sur un serveur en mode hotstandby peuvent inclure les commandes suivantes :

- Accès par requête - **SELECT, COPY TO**
- Commandes de curseur - **DECLARE, FETCH, CLOSE**
- Paramètres - **SHOW, SET, RESET**
- Commandes de gestion de transaction
 - **BEGIN, END, ABORT, START TRANSACTION**
 - **SAVEPOINT, RELEASE, ROLLBACK TO SAVEPOINT**
 - Blocs d'**EXCEPTION** et autres sous-transactions internes
- **LOCK TABLE**, mais seulement quand explicitement dans un de ces modes: ACCESS SHARE, ROW SHARE ou ROW EXCLUSIVE.
- Plans et ressources - **PREPARE, EXECUTE, DEALLOCATE, DISCARD**
- Plugins et extensions - **LOAD**

Les transactions lancées pendant la restauration d'un serveur en hotstandby ne se verront jamais affectées un identifiant de transactions et ne peuvent pas être écrites dans les journaux de transactions. Du coup, les actions suivantes produiront des messages d'erreur :

- Langage de Manipulation de Données (LMD ou DML) - **INSERT, UPDATE, DELETE, COPY FROM, TRUNCATE**. Notez qu'il n'y a pas d'action autorisée qui entraînerait l'exécution d'un trigger pendant la récupération. Cette restriction s'applique même pour les tables temporaires car les lignes de ces tables ne peuvent être lues et écrites s'il n'est pas possible d'affecter un identifiant de transactions, ce qui n'est actuellement pas possible dans un environnement Hot Standby.
- Langage de Définition de Données (LDD ou DDL) - **CREATE, DROP, ALTER, COMMENT**. Cette restriction s'applique aussi aux tables temporaires car, pour mener à bien ces opérations, cela nécessiterait de mettre à jour les catalogues systèmes.
- **SELECT ... FOR SHARE | UPDATE**, car les verrous de lignes ne peuvent pas être pris sans mettre à jour les fichiers de données.
- Rules sur des ordres **SELECT** qui génèrent des commandes LMD.
- **LOCK** qui demandent explicitement un mode supérieur à ROW EXCLUSIVE MODE.
- **LOCK** dans sa forme courte par défaut, puisqu'il demande ACCESS EXCLUSIVE MODE.

- Commandes de gestion de transaction qui positionnent explicitement un état n'étant pas en lecture-seule:
 - **BEGIN READ WRITE, START TRANSACTION READ WRITE**
 - **SET TRANSACTION READ WRITE, SET SESSION CHARACTERISTICS AS TRANSACTION READ WRITE**
 - **SET transaction_read_only = off**
- Commandes de two-phase commit **PREPARE TRANSACTION, COMMIT PREPARED, ROLLBACK PREPARED** parce que même les transactions en lecture seule ont besoin d'écrire dans le WAL durant la phase de préparation (la première des deux phases du two-phase commit).
- Mise à jour de séquence - `nextval()`, `setval()`
- **LISTEN, UNLISTEN, NOTIFY**

Dans le cadre normal, les transactions « en lecture seule » permettent l'utilisation des instructions **LISTEN**, **UNLISTEN** et **NOTIFY**, donc les sessions Hot Standby ont des restrictions légèrement inférieures à celles de sessions en lecture seule ordinaires. Il est possible que certaines des restrictions soient encore moins importantes dans une prochaine version.

Lors du fonctionnement en serveur hotstandby, le paramètre `transaction_read_only` est toujours à true et ne peut pas être modifié. Tant qu'il n'y a pas de tentative de modification sur la base de données, les connexions sur un serveur en hotstandby se comportent de façon pratiquement identiques à celles sur un serveur normal. Quand une bascule (*failover* ou *switchover*) survient, la base de données bascule dans le mode de traitement normal. Les sessions resteront connectées pendant le changement de mode. Quand le mode hotstandby est terminé, il sera possible de lancer des transactions en lecture/écriture, y compris pour les sessions connectées avant la bascule.

Les utilisateurs pourront déterminer si leur session est en lecture seule en exécutant **SHOW transaction_read_only**. De plus, un jeu de fonctions (Tableau 9.79, « Fonctions d'information sur la restauration ») permettent aux utilisateurs d'accéder à des informations à propos du serveur de standby. Ceci vous permet d'écrire des programmes qui sont conscients de l'état actuel de la base. Vous pouvez vous en servir pour superviser l'avancement de la récupération, ou pour écrire des programmes complexes qui restaurent la base dans des états particuliers.

26.5.2. Gestion des conflits avec les requêtes

Les noeuds primaire et standby sont de bien des façons faiblement couplés. Des actions sur le primaire auront un effet sur le standby. Par conséquent, il y a un risque d'interactions négatives ou de conflits entre eux. Le conflit le plus simple à comprendre est la performance : si un gros chargement de données a lieu sur le primaire, il générera un flux similaire d'enregistrements WAL sur le standby, et les requêtes du standby pourraient entrer en compétition pour les ressources systèmes, comme les entrées-sorties.

Il y a aussi d'autres types de conflits qui peuvent se produire avec le Hot Standby. Ces conflits sont des *conflits durs* dans le sens où des requêtes pourraient devoir être annulées et, dans certains cas, des sessions déconnectées, pour les résoudre. L'utilisateur dispose de plusieurs moyens pour gérer ces conflits. Voici les différents cas de conflits possibles :

- Des verrous en accès exclusif pris sur le serveur maître, incluant à la fois les commandes **LOCK** exclusives et quelques actions de type DDL, entrent en conflit avec les accès de table des requêtes en lecture seule.
- La suppression d'un tablespace sur le serveur maître entre en conflit avec les requêtes sur le serveur standby qui utilisent ce tablespace pour les fichiers temporaires.
- La suppression d'une base de données sur le serveur maître entre en conflit avec les sessions connectées sur cette base de données sur le serveur en attente.
- La copie d'un enregistrement nettoyé par un **VACUUM** entre en conflit avec les transactions sur le serveur en attente qui peuvent toujours « voir » au moins une des lignes à supprimer.
- La copie d'un enregistrement nettoyé par un **VACUUM** entre en conflit avec les requêtes accédant à la page cible sur le serveur en attente, qu'elles voient ou non les données à supprimer.

Sur le serveur maître, ces cas résultent en une attente supplémentaire ; l'utilisateur peut choisir d'annuler une des actions en conflit. Néanmoins, sur le serveur en attente, il n'y a pas de choix possibles : l'action enregistrée dans les journaux de transactions est déjà survenue sur le serveur maître et le serveur en standby doit absolument réussir à l'appliquer. De plus, permettre que l'enregistrement de l'action attende indéfiniment pourrait avoir des effets fortement non désirables car le serveur en attente sera de plus en plus en retard par rapport au maître. Du coup, un mécanisme est fourni pour forcer l'annulation des requêtes sur le serveur en attente qui entreraient en conflit avec des enregistrements des journaux de transactions en attente.

Voici un exemple de problème type : un administrateur exécute un **DROP TABLE** sur une table du serveur maître qui est actuel-

lement utilisé dans des requêtes du serveur en attente. Il est clair que la requête ne peut pas continuer à s'exécuter si l'enregistrement dans les journaux de transactions, correspondant au **DROP TABLE** est appliqué sur le serveur en attente. Si cette situation survient sur le serveur maître, l'instruction **DROP TABLE** attendra jusqu'à ce que l'autre requête se termine. Par contre, quand le **DROP TABLE** est exécuté sur le serveur maître, ce dernier ne sait pas les requêtes en cours d'exécution sur le serveur en attente, donc il n'attendra pas la fin de l'exécution des requêtes sur le serveur en attente. L'enregistrement de cette modification dans les journaux de transactions arrivera au serveur en attente alors que la requête sur le serveur en attente est toujours en cours d'exécution, causant un conflit. Le serveur en attente doit soit retarder l'application des enregistrements des journaux de transactions (et tous ceux qui sont après aussi) soit annuler la requête en conflit, pour appliquer l'instruction **DROP TABLE**.

Quand une requête en conflit est courte, il est généralement préférable d'attendre un peu pour l'application du journal de transactions. Mais un délai plus long n'est généralement pas souhaitable. Donc, le mécanisme d'annulation dans l'application des enregistrements de journaux de transactions dispose de deux paramètres, `max_standby_archive_delay` et `max_standby_streaming_delay`, qui définissent le délai maximum autorisé pour appliquer les enregistrements. Les requêtes en conflit seront annulées si l'application des enregistrements prend plus de temps que celui défini. Il existe deux paramètres pour que des délais différents puissent être observés suivant le cas : lecture des enregistrements à partir d'un journal archivé (par exemple lors de la restauration initiale à partir d'une sauvegarde ou lors d'un « rattrapage » si le serveur en attente accumulait du retard par rapport au maître) et lecture des enregistrements à partir de la réPLICATION en flux.

Pour un serveur en attente dont le but principal est la haute-disponibilité, il est préférable de configurer des valeurs assez basses pour les paramètres de délai, de façon à ce que le serveur en attente ne soit pas trop en retard par rapport au serveur maître à cause des délais suivis à cause des requêtes exécutées sur le serveur en attente. Par contre, si le serveur en attente doit exécuter des requêtes longues, alors une valeur haute, voire infinie, du délai pourrait être préférable. Néanmoins, gardez en tête qu'une requête mettant du temps à s'exécuter pourrait empêcher les autres requêtes de voir les modifications récentes sur le serveur primaire si elle retarde l'application des enregistrements de journaux de transactions.

Une fois que le délai spécifié par `max_standby_archive_delay` ou `max_standby_streaming_delay` a été dépassé, toutes les requêtes en conflit seront annulées. Ceci résulte habituellement en une erreur d'annulation, bien que certains cas, comme un **DROP DATABASE**, peuvent occasionner l'arrêt complet de la connexion. De plus, si le conflit intervient sur un verrou détenue par une transaction en attente, la session en conflit sera terminée (ce comportement pourrait changer dans le futur).

Les requêtes annulées peuvent être ré-exécutées immédiatement (après avoir commencé une nouvelle transaction, bien sûr). Comme l'annulation des requêtes dépend de la nature des enregistrements dans le journal de transactions, une requête annulée pourrait très bien réussir si elle est de nouveau exécutée.

Gardez en tête que les paramètres de délai sont comparés au temps passé depuis que la donnée du journal de transactions a été reçue par le serveur en attente. Du coup, la période de grâce accordée aux requêtes n'est jamais supérieur au paramètre de délai, et peut être considérablement inférieur si le serveur en attente est déjà en retard suite à l'attente de la fin de l'exécution de requêtes précédentes ou suite à son impossibilité de conserver le rythme d'une grosse mise à jour.

La raison la plus fréquente des conflits entre les requêtes en lecture seule et le rejeu des journaux de transactions est le « nettoyage avancé ». Habituellement, PostgreSQL™ permet le nettoyage des anciennes versions de lignes quand aucune transaction ne peut les voir pour s'assurer du respect des règles de MVCC. Néanmoins, cette règle peut seulement s'appliquer sur les transactions exécutées sur le serveur maître. Donc il est possible que le nettoyage effectué sur le maître supprime des versions de lignes toujours visibles sur une transaction exécutée sur le serveur en attente.

Les utilisateurs expérimentés peuvent noter que le nettoyage des versions de ligne ainsi que le gel des versions de ligne peuvent potentiellement avoir un conflit avec les requêtes exécutées sur le serveur en attente. L'exécution d'un **VACUUM FREEZE** manuel a de grandes chances de causer des conflits, y compris sur les tables sans lignes mises à jour ou supprimées.

Les utilisateurs doivent s'attendre à ce que les tables fréquemment mises à jour sur le serveur primaire seront aussi fréquemment la cause de requêtes annulées sur le serveur en attente. Dans un tel cas, le paramétrage d'une valeur finie pour `max_standby_archive_delay` ou `max_standby_streaming_delay` peut être considéré comme similaire à la configuration de `statement_timeout`.

Si le nombre d'annulations de requêtes sur le serveur en attente est jugé inadmissible, quelques solutions existent. La première option est de définir la variable `hot_standby_feedback` qui permet d'empêcher les conflits liés au nettoyage opéré par la commande **VACUUM** en lui interdisant de nettoyer les lignes récemment supprimées. Si vous le faites, vous devez noter que cela retardera le nettoyage des versions de lignes mortes sur le serveur maître, ce qui pourrait résulter en une fragmentation non désirée de la table. Néanmoins, cette situation ne sera pas meilleure si les requêtes du serveur en attente s'exécutaient directement sur le serveur maître. Vous avez toujours le bénéfice de l'exécution sur un serveur distant. Si des serveurs en standby se connectent et se déconnectent fréquemment, vous pourriez vouloir faire des ajustements pour gérer la période durant laquelle `hot_standby_feedback` n'est pas renvoyé. Par exemple, vous pouvez considérer l'augmentation de `max_standby_archive_delay` pour que les requêtes ne soient pas annulées rapidement par des conflits avec le journal de transactions d'archive durant les périodes de déconnexion. Vous pouvez également considérer l'augmentation de `max_standby_streaming_delay` pour éviter des annulations rapides par les nouvelles données de flux de transaction après la reconexion.

Une autre option revient à augmenter `vacuum_defer_cleanup_age` sur le serveur maître, pour que les lignes mortes ne soient pas nettoyées aussi rapidement que d'habitude. Cela donnera plus de temps aux requêtes pour s'exécuter avant d'être annulées sur le serveur en attente, sans voir à configurer une valeur importante de `max_standby_streaming_delay`. Néanmoins, il est difficile de garantir une fenêtre spécifique de temps d'exécution avec cette approche car `vacuum_defer_cleanup_age` est mesuré en nombre de transactions sur le serveur maître.

Le nombre de requêtes annulées et le motif de cette annulation peut être visualisé avec la vue système `pg_stat_database_conflicts` sur le serveur de standby. La vue système `pg_stat_database` contient aussi des informations synthétiques sur ce sujet.

26.5.3. Aperçu pour l'administrateur

Si `hot_standby` est positionné à `on` dans `postgresql.conf` et qu'un fichier `recovery.conf` est présent, le serveur fonctionnera en mode Hot Standby. Toutefois, il pourrait s'écouler du temps avant que les connexions en Hot Standby soient autorisées, parce que le serveur n'acceptera pas de connexions tant que la récupération n'aura pas atteint un point garantissant un état cohérent permettant aux requêtes de s'exécuter. Pendant cette période, les clients qui tentent de se connecter seront rejettés avec un message d'erreur. Pour confirmer que le serveur a démarré, vous pouvez soit tenter de vous connecter en boucle, ou rechercher ces messages dans les journaux du serveur:

```
LOG: entering standby mode
... puis, plus loin ...
LOG: consistent recovery state reached
LOG: database system is ready to accept read only connections
```

L'information sur la cohérence est enregistrée une fois par checkpoint sur le primaire. Il n'est pas possible d'activer le hot standby si on lit des WAL générés durant une période pendant laquelle `wal_level` n'était pas positionné à `replica` ou `logical` sur le primaire. L'arrivée à un état cohérent peut aussi être retardée si ces deux conditions se présentent:

- Une transaction en écriture a plus de 64 sous-transactions
- Des transactions en écriture ont une durée très importante

Si vous effectuez du log shipping par fichier ("warm standby"), vous pourriez devoir attendre jusqu'à l'arrivée du prochain fichier de WAL, ce qui pourrait être aussi long que le paramètre `archive_timeout` du primaire.

Certains paramètres sur le standby vont devoir être revus si ils ont été modifiés sur le primaire. Pour ces paramètres, la valeur sur le standby devra être égale ou supérieure à celle du primaire. Si ces paramètres ne sont pas suffisamment élevés le standby refuse de démarrer. Il est tout à fait possible de fournir de nouvelles valeurs plus élevées et de redémarrer le serveur pour reprendre la récupération. Ces paramètres sont les suivants:

- `max_connections`
- `max_prepared_transactions`
- `max_locks_per_transaction`
- `max_worker_processes`

Il est important que l'administrateur sélectionne le paramétrage approprié pour `max_standby_archive_delay` et `max_standby_streaming_delay`. Le meilleur choix varie les priorités. Par exemple, si le serveur a comme tâche principale d'être un serveur de haute-disponibilité, alors il est préférable d'avoir une configuration assez basse, voire à zéro, de ces paramètres. Si le serveur en attente est utilisé comme serveur supplémentaire pour des requêtes du type décisionnel, il sera acceptable de mettre les paramètres de délai à des valeurs allant jusqu'à plusieurs heures, voire même -1 (cette valeur signifiant qu'il est possible d'attendre que les requêtes se terminent d'elles-mêmes).

Les "hint bits" (bits d'indices) écrits sur le primaire ne sont pas journalisés en WAL, il est donc probable que les hint bits soient réécrits sur le standby. Ainsi, le serveur de standby fera toujours des écritures disques même si tous les utilisateurs sont en lecture seule; aucun changement ne se produira sur les données elles mêmes. Les utilisateurs écriront toujours les fichiers temporaires pour les gros tris et re-généreront les fichiers d'information relcache, il n'y a donc pas de morceau de la base qui soit réellement en lecture seule en mode hot standby. Notez aussi que les écritures dans des bases distantes en utilisant le module `dblink`, et d'autres opération en dehors de la base s'appuyant sur des fonctions PL seront toujours possibles, même si la transaction est en lecture seule localement.

Les types suivants de commandes administratives ne sont pas acceptées durant le mode de récupération:

- Langage de Définition de Données (LDD ou DDL) - comme **CREATE INDEX**
- Privilège et possession - **GRANT, REVOKE, REASSIGN**
- Commandes de maintenance - **ANALYZE, VACUUM, CLUSTER, REINDEX**

Notez encore une fois que certaines de ces commandes sont en fait autorisées durant les transactions en "lecture seule" sur le primaire.

Par conséquent, vous ne pouvez pas créer d'index supplémentaires qui existeraient uniquement sur le standby, ni des statistiques qui n'existeraient que sur le standby. Si ces commandes administratives sont nécessaires, elles doivent être exécutées sur le primaire, et ces modifications se propageront à terme au standby.

`pg_cancel_backend()` et `pg_terminate_backend()` fonctionneront sur les processus utilisateurs, mais pas sur les processus de démarrage, qui effectuent la récupération. `pg_stat_activity` ne montre pas d'entrée pour le processus de démarrage, et les transactions de récupération ne sont pas affichées comme actives. Ainsi, `pg_prepared_xacts` est toujours vide durant la récupération. Si vous voulez traiter des transactions préparées douteuses, interrogez `pg_prepared_xacts` sur le primaire, et exécutez les commandes pour résoudre le problème à cet endroit.

`pg_locks` affichera les verrous possédés par les processus, comme en temps normal. `pg_locks` affiche aussi une transaction virtuelle gérée par le processus de démarrage qui possède tous les `AccessExclusiveLocks` possédés par les transactions re-jouées par la récupération. Notez que le processus de démarrage n'acquiert pas de verrou pour effectuer les modifications à la base, et que par conséquent les verrous autre que `AccessExclusiveLocks` ne sont pas visibles dans `pg_locks` pour le processus de démarrage; ils sont simplement censés exister.

Le plugin Nagios™ `check_pgsql` fonctionnera, parce que les informations simples qu'il vérifie existent. Le script de supervision `check_postgres` fonctionnera aussi, même si certaines valeurs rentrées pourraient être différentes ou sujettes à confusion. Par exemple, la date de dernier vacuum ne sera pas mise à jour, puisqu'aucun vacuum ne se déclenche sur le standby. Les vacuums s'exécutant sur le primaire envoient toujours leurs modifications au standby.

Les options de contrôle des fichiers de WAL ne fonctionneront pas durant la récupération, comme `pg_start_backup`, `pg_switch_xlog`, etc...

Les modules à chargement dynamique fonctionnent, comme `pg_stat_statements`.

Les verrous consultatifs fonctionnent normalement durant la récupération, y compris en ce qui concerne la détection des verrous mortels (deadlocks). Notez que les verrous consultatifs ne sont jamais tracés dans les WAL, il est donc impossible pour un verrou consultatif sur le primaire ou le standby d'être en conflit avec la ré-application des WAL. Pas plus qu'il n'est possible d'acquérir un verrou consultatif sur le primaire et que celui-ci initie un verrou consultatif similaire sur le standby. Les verrous consultatifs n'ont de sens que sur le serveur sur lequel ils sont acquis.

Les systèmes de réplications à base de triggers tels que Slony™, Londiste™ et Bucardo™ ne fonctionneront pas sur le standby du tout, même s'ils fonctionneront sans problème sur le serveur primaire tant que les modifications ne sont pas envoyées sur le serveur standby pour y être appliquées. Le rejet de WAL n'est pas à base de triggers, vous ne pouvez donc pas utiliser le standby comme relai vers un système qui aurait besoin d'écritures supplémentaires ou utilise des triggers.

Il n'est pas possible d'assigner de nouveaux OID, bien que des générateurs d'UUID puissent tout de même fonctionner, tant qu'ils n'ont pas besoin d'écrire un nouveau statut dans la base.

À l'heure actuelle, la création de table temporaire n'est pas autorisée durant les transactions en lecture seule, certains scripts existants pourraient donc ne pas fonctionner correctement. Cette restriction pourrait être levée dans une version ultérieure. Il s'agit à la fois d'un problème de respect des standards et un problème technique.

DROP TABLESPACE ne peut réussir que si le tablespace est vide. Certains utilisateurs pourraient utiliser de façon active le tablespace via leur paramètre `temp_tablespaces`. S'il y a des fichiers temporaires dans le tablespace, toutes les requêtes actives sont annulées pour s'assurer que les fichiers temporaires sont supprimés, afin de supprimer le tablespace et de continuer l'application des WAL.

Exécuter **DROP DATABASE** ou **ALTER DATABASE ... SET TABLESPACE** sur le serveur maître générera un enregistrement dans les journaux de transactions qui causera la déconnexion de tous les utilisateurs actuellement connectés à cette base de données. Cette action survient immédiatement, quelque soit la valeur du paramètre `max_standby_streaming_delay`. Notez que **ALTER DATABASE ... RENAME** ne déconnecte pas les utilisateurs qui, dans la plupart des cas, ne s'en apercevront pas. Cela peut néanmoins confondre un programme qui dépendrait du nom de la base.

En fonctionnement normal (pas en récupération), si vous exécutez **DROP USER** ou **DROP ROLE** pour un rôle ayant le privilège **LOGIN** alors que cet utilisateur est toujours connecté alors rien ne se produit pour cet utilisateur connecté - il reste connecté. L'utilisateur ne peut toutefois pas se reconnecter. Ce comportement est le même en récupération, un **DROP USER** sur le primaire ne déconnecte donc pas cet utilisateur sur le standby.

Le collecteur de statistiques est actif durant la récupération. Tous les parcours, lectures, utilisations de blocs et d'index, etc... seront enregistrés normalement sur le standby. Les actions rejouées ne dupliquent pas leur effets sur le primaire, l'application d'insertions n'incrémentera pas la colonne Inserts de pg_stat_user_tables. Le fichier de statistiques est effacé au démarrage de la récupération, les statistiques du primaire et du standby différeront donc; c'est vu comme une fonctionnalité, pas un bug.

Autovacuum n'est pas actif durant la récupération, il démarrera normalement à la fin de la récupération.

Le processus d'écriture en arrière plan (background writer) est actif durant la récupération et effectuera les restartpoints (points de reprise) (similaires aux points de synchronisation ou checkpoints sur le primaire) et les activités normales de nettoyage de blocs. Ceci peut inclure la mise à jour des informations de hint bit des données du serveur de standby. La commande **CHECKPOINT** est acceptée pendant la récupération, bien qu'elle déclenche un restartpoint et non un checkpoint.

26.5.4. Référence des paramètres de Hot Standby

De nombreux paramètres ont été mentionnés ci-dessus dans Section 26.5.2, « Gestion des conflits avec les requêtes » et Section 26.5.3, « Aperçu pour l'administrateur ».

Sur le primaire, les paramètres wal_level et vacuum_defer_cleanup_age peuvent être utilisés. max_standby_archive_delay et max_standby_streaming_delay n'ont aucun effet sur le primaire.

Sur le serveur en attente, les paramètres hot_standby, max_standby_archive_delay et max_standby_streaming_delay peuvent être utilisés. vacuum_defer_cleanup_age n'a pas d'effet tant que le serveur reste dans le mode standby, mais deviendra important quand le serveur en attente deviendra un serveur maître.

26.5.5. Avertissements

Il y a plusieurs limitations de Hot Standby. Elles peuvent et seront probablement résolues dans des versions ultérieures:

- Les opérations sur les index hash ne sont pas écrits dans la WAL à l'heure actuelle, la récupération ne mettra donc pas ces index à jour.
- Une connaissance complète des transactions en cours d'exécution est nécessaire avant de pouvoir déclencher des instantanés. Des transactions utilisant un grand nombre de sous-transactions (à l'heure actuelle plus de 64) retarderont le démarrage des connexions en lecture seule jusqu'à complétion de la plus longue transaction en écriture. Si cette situation se produit, des messages explicatifs seront envoyés dans la trace du serveur.
- Des points de démarrage valides pour les requêtes de standby sont générés à chaque checkpoint sur le maître. Si le standby est éteint alors que le maître est déjà éteint, il est tout à fait possible de ne pas pouvoir repasser en Hot Standby tant que le primaire n'aura pas été redémarré, afin qu'il génère de nouveaux points de démarrage dans les journaux WAL. Cette situation n'est pas un problème dans la plupart des situations où cela pourrait se produire. Généralement, si le primaire est éteint et plus disponible, c'est probablement en raison d'un problème sérieux qui va de toutes façons forcer la conversion du standby en primaire. Et dans des situations où le primaire est éteint intentionnellement, la procédure standard est de promouvoir le maître.
- À la fin de la récupération, les AccessExclusiveLocks possédés par des transactions préparées nécessiteront deux fois le nombre d'entrées normal dans la table de verrous. Si vous pensez soit exécuter un grand nombre de transactions préparées prenant des AccessExclusiveLocks, ou une grosse transaction prenant beaucoup de AccessExclusiveLocks, il est conseillé d'augmenter la valeur de max_locks_per_transaction, peut-être jusqu'à une valeur double de celle du serveur primaire. Vous n'avez pas besoin de prendre ceci en compte si votre paramètre max_prepared_transactions est 0.
- Il n'est pas encore possible de passer une transaction en mode d'isolation sérialisable tout en supportant le hot standby (voir Section 13.2.3, « Niveau d'Isolation Serializable » et Section 13.4.1, « Garantir la Cohérence avec Des Transactions Serializable » pour plus de détails). Une tentative de modification du niveau d'isolation d'une transaction à sérialisable en hot standby générera une erreur.

Chapitre 27. Configuration de la récupération

Ce chapitre décrit les paramètres disponibles dans le fichier `recovery.conf`. Ils ne s'appliquent que pendant la durée de la récupération. Ils doivent être repositionnés pour toute récupération ultérieure que vous souhaiterez effectuer. Ils ne peuvent pas être modifiés une fois que la récupération a commencé.

Les paramètres de `recovery.conf` sont spécifiés dans le format `nom = 'valeur'`. Un paramètre est déclaré par ligne. Les caractères dièse (#) indiquent que le reste de la ligne est un commentaire. Pour inclure un guillemet dans une valeur de paramètre, écrivez deux guillemets ('').

Un fichier d'exemple, `share/recovery.conf.sample`, est fourni dans le répertoire `share/` de l'installation.

27.1. Paramètres de récupération de l'archive

`restore_command` (chaîne de caractères)

La commande d'interpréteur à exécuter pour récupérer un segment de la série de fichiers WAL archivés. Ce paramètre est nécessaire pour la récupération à partir de l'archive, mais optionnel pour la réPLICATION à flux continu. Tout %f dans la chaîne est remplacé par le nom du fichier à récupérer de l'archive, et tout %p est remplacé par le chemin de destination de la copie sur le serveur. (Le chemin est relatif au répertoire courant de travail, c'est à dire le répertoire de données de l'instance.) Tout %r est remplacé par le nom du fichier contenant le dernier point de reprise (restartpoint) valide. Autrement dit, le fichier le plus ancien qui doit être gardé pour permettre à la récupération d'être redémarrable. Cette information peut donc être utilisée pour tronquer l'archive au strict minimum nécessaire pour permettre de reprendre la restauration en cours. %r n'est typiquement utilisé que dans des configurations de `warm-standby`. (voir Section 26.2, « Serveurs de Standby par transfert de journaux »). Écrivez %% pour inclure un vrai caractère %.

Il est important que la commande ne retourne un code retour égal à zéro que si elle réussit. La commande `recevra` des demandes concernant des fichiers n'existant pas dans l'archive ; elle doit avoir un code retour différent de zéro dans ce cas. Par exemple :

```
restore_command = 'cp /mnt/server/archivedir/%f "%p"'
restore_command = 'copy "C:\\server\\archivedir\\%f" "%p"' # Windows
```

Seule exception, si la commande est terminée par un signal (autre que SIGTERM, qui est utilisé pour un arrêt du serveur) ou une erreur du shell (comme une commande introuvable), alors la restauration va s'annuler et le serveur ne redémarrera pas.

`archive_cleanup_command` (string)

Ce paramètre optionnel spécifie une commande d'interpréteur qui sera exécuté à chaque point de reprise. Le but de `archive_cleanup_command` est de fournir un mécanisme de nettoyage des vieux fichiers WAL archivés qui ne sont plus nécessaires au serveur de standby. Tout %r est remplacé par le nom du fichier contenant le dernier point de reprise (restartpoint) valide. Autrement dit, le fichier le plus ancien qui doit être conservé pour permettre à la récupération d'être redémarrable. Du coup, tous les fichiers créés avant %r peuvent être supprimés sans problème. Cette information peut être utilisée pour tronquer les archives au minimum nécessaire pour redémarrer à partir de la restauration en cours. Le module `pg_archivecleanup(1)` est souvent utilisé dans `archive_cleanup_command` dans des configurations de standby seuls. Par exemple :

```
archive_cleanup_command = 'pg_archivecleanup /mnt/server/archivedir %r'
```

Notez néanmoins que si plusieurs serveurs en standby sont mis à jour à partir du même répertoire d'archives, vous devez vous assurer que vous ne supprimez que les journaux de transactions qui ne sont plus utiles à tous les serveurs. `archive_cleanup_command` n'est typiquement utilisé que dans des configurations de `warm-standby` (voir Section 26.2, « Serveurs de Standby par transfert de journaux »). Écrivez %% pour inclure un vrai caractère %.

Si la commande retourne un code de retour différent de zéro alors un message de journal `WARNING` sera écrit. Seule exception, une erreur de niveau FATAL est renvoyée si la commande a été terminée par un signal ou par une erreur du shell (comme une commande introuvable).

`recovery_end_command` (chaîne de caractères)

Ce paramètre spécifie une commande d'interpréteur qui sera exécutée une fois seulement, à la fin de la récupération. Ce paramètre est optionnel. Le but de `recovery_end_command` est de fournir un mécanisme pour un nettoyage à la fin de la réPLICATION ou de la récupération. Tout %r est remplacé par le nom du fichier contenant le dernier point de reprise valide, comme dans `archive_cleanup_command`.

Si la commande retourne un code de retour différent de zéro alors un message de journal `WARNING` sera écrit et la base continuera son démarrage malgré tout. Par contre, si la commande a été terminée par un signal ou une erreur provenant du

shell (comme une commande introuvable), la base n'effectuera pas son démarrage.

27.2. Paramètres de cible de récupération

Par défaut, la restauration continuera jusqu'à la fin du dernier journal de transactions. Les paramètres suivants peuvent être utilisés pour spécifier un point d'arrêt précédent. Une des cibles suivantes peut être indiquée : `recovery_target`, `recovery_target_name`, `recovery_target_time` ou `recovery_target_xid`. Si plus d'un parmi eux est spécifié dans le fichier de configuration, seule la dernière valeur sera conservée.

`recovery_target = 'immediate'`

Ce paramètre spécifie que la restauration doit se terminer dès que l'état de cohérence est atteint, autrement dit dès que possible. Lors de la restauration à partir d'une sauvegarde en ligne, cela signifie le moment où la sauvegarde s'est terminée.

Au niveau technique, c'est une chaîne de caractères mais '`immediate`' est la seule valeur actuellement autorisée.

`recovery_target_name (string)`

Ce paramètre spécifie le point de restauration nommé (créé précédemment avec la fonction `pg_create_restore_point()`) où la restauration se terminera.

`recovery_target_time (timestamp)`

Ce paramètre spécifie l'horodatage (`timestamp`) jusqu'auquel la récupération se poursuivra. Le point précis d'arrêt dépend aussi de `recovery_target_inclusive`.

`recovery_target_xid (chaîne de caractères)`

Ce paramètre spécifie l'identifiant de transaction jusqu'auquel la récupération se poursuivra. Gardez à l'esprit que, bien que les identifiants de transactions sont assignés séquentiellement au démarrage des transactions, elles peuvent se terminer dans un ordre numérique différent. Les transactions qui seront récupérées sont celles qui auront réalisé leur `COMMIT` avant la transaction spécifiée (optionnellement incluse). Le point précis d'arrêt dépend aussi de `recovery_target_inclusive`.

Les options suivantes indiquent la cible de restauration et ont un effet sur ce qui arrive une fois la cible atteinte :

`recovery_target_inclusive (booléen)`

Spécifie si il faut s'arrêter juste après la cible de récupération spécifiée (`true`), ou juste avant la cible de récupération (`false`). S'applique quand soit `recovery_target_time` soit `recovery_target_xid` est indiqué. Ce paramètre contrôle si les transactions qui ont exactement le même horodatage ou le même identifiant de transaction, respectivement, seront incluses dans la restauration. La valeur par défaut est (`true`).

`recovery_target_timeline (chaîne de caractères)`

Spécifie la ligne de temps (`timeline`) précise sur laquelle effectuer la récupération. Le comportement par défaut est de récupérer sur la même timeline que celle en cours lorsque la sauvegarde de base a été effectuée. Configurer ce paramètre à `latest` permet de restaurer jusqu'à la dernière ligne de temps disponible dans les archives, ce qui est utile pour un serveur standby. Sinon, vous n'aurez besoin de positionner ce paramètre que dans des cas complexes de re-récupération, où vous aurez besoin d'atteindre un état lui-même atteint après une récupération à un moment dans le temps (point-in-time recovery). Voir Section 25.3.5, « Lignes temporelles (*Timelines*) » pour plus d'informations.

`recovery_target_action (enum)`

Indique l'action que doit prendre le serveur une fois que la cible de récupération est atteinte. La valeur par défaut est `pause`, ce qui signifie que la récupération sera mise en pause. `promote` signifie que le processus de récupération terminera et que le serveur se lancera pour accepter des connexions. Enfin, `shutdown` arrêtera le serveur après avoir atteint la cible de récupération.

Le but du paramétrage `pause` est d'autoriser l'exécution des requêtes sur la base pour vérifier si la cible de récupération actuelle est la bonne. La pause peut être annulée en utilisant la fonction `pg_xlog_replay_resume()` (voir Tableau 9.80, « Fonctions de contrôle de la restauration »), ce qui termine la restauration. Si la cible actuelle de restauration ne correspond pas au point d'arrêt souhaité, arrêtez le serveur, modifiez la configuration de la cible de restauration à une cible plus lointaine, et enfin redémarrez pour continuer la restauration.

Le paramétrage `shutdown` est intéressant pour que l'instance soit prête au point de rejet souhaité. L'instance pourra toujours rejouer les enregistrements WAL suivants (et de fait devra rejouer les enregistrements WAL depuis le dernier checkpoint à son prochain lancement).

Notez que, comme le fichier de configuration `recovery.conf` n'est pas renommé, `recovery_target_action` reste configuré à `shutdown`, et toute tentative de lancement se terminera avec un arrêt immédiat sauf si la configuration est changée ou que le fichier `recovery.conf` est supprimé manuellement.

Ce paramétrage n'a pas d'effet si aucune cible de récupération n'est configurée. Si `hot_standby` n'est pas activé, un paramé-

trage à pause agira de la même façon que `shutdown`.

27.3. Paramètres de serveur de Standby

`standby_mode` (booléen)

Spécifie s'il faut démarrer le serveur PostgreSQL™ en tant que standby. Si ce paramètre est à `on`, le serveur n'arrête pas la récupération quand la fin du WAL archivé est atteinte, mais continue d'essayer de poursuivre la récupération en récupérant de nouveaux segments en utilisant `restore_command` et/ou en se connectant au serveur primaire comme spécifié par le paramètre `primary_conninfo`.

`primary_conninfo` (chaîne de caractères)

Spécifie au serveur de standby la chaîne de connexion à utiliser pour atteindre le primaire. Cette chaîne est dans le format décrit dans Section 32.1.1, « Chaînes de connexion ». Si une option n'est pas spécifiée dans cette chaîne, alors la variable d'environnement correspondante (voir Section 32.14, « Variables d'environnement ») est examinée. Si la variable d'environnement n'est pas positionnée non plus, la valeur par défaut est utilisée.

La chaîne de connexion devra spécifier le nom d'hôte (ou adresse) du serveur primaire, ainsi que le numéro de port si ce n'est pas le même que celui par défaut du serveur de standby. Spécifiez aussi un nom d'utilisateur disposant des droits adéquats sur le primaire (voir Section 26.2.5.1, « Authentification »). Un mot de passe devra aussi être fourni, si le primaire demande une authentification par mot de passe. Il peut être fourni soit dans la chaîne `primary_conninfo` soit séparément dans un fichier `~/.pgpass` sur le serveur de standby (utilisez `replication` comme nom de base de données). Ne spécifiez pas de nom de base dans la chaîne `primary_conninfo`

Ce paramètre n'a aucun effet si `standby_mode` vaut `off`.

`primary_slot_name` (string)

Indique en option un slot de réPLICATION existant à utiliser lors de la connexion au serveur principal via la réPLICATION en vue, dans le but de contrôler la suppression des ressources sur le serveur principal (voir Section 26.2.6, « Slots de réPLICATION »). Ce paramètre n'a aucun effet si le paramètre `primary_conninfo` n'est pas configuré.

`trigger_file` (chaîne de caractères)

Spécifie un fichier trigger dont la présence met fin à la récupération du standby. Même si cette valeur n'est pas configurée, vous pouvez toujours promouvoir le serveur en attente en utilisant `pg_ctl promote`. Ce paramètre n'a aucun effet si `standby_mode` vaut `off`.

`recovery_min_apply_delay` (integer)

Par défaut, un serveur standby restaure les enregistrements des journaux de transactions provenant du serveur primaire dès que possible. Dans certains cas, il peut se révéler utile d'avoir une copie des données dont la restauration accuse un certain retard programmé. Cela ouvre notamment différentes options pour corriger les erreurs de perte de données. Ce paramètre vous permet de retarder la restauration pour une période de temps fixe, spécifiée en millisecondes si aucune unité n'est spécifiée. Par exemple, si vous configurez ce paramètre à 5min, le serveur standby rejouera chaque transaction seulement quand l'horloge système de l'esclave dépasse de cinq minutes l'heure de validation rapportée par le serveur maître.

Il est possible que le délai de réPLICATION entre serveurs dépasse la valeur de ce paramètre, auquel cas aucun délai n'est ajouté. Notez que le délai est calculé entre l'horodatage du journal de transactions écrit sur le maître et la date et heure courante sur le standby. Les délais de transfert dus aux réSEAUX et aux configurations de réPLICATION en cascade peuvent réduire le temps d'attente réel de façon significative. Si les horloges systèmes du maître et de l'esclave ne sont pas synchronisés, cela peut amener à la restauration d'enregistrements avant le délai prévu ; mais ce n'est pas un problème grave car les valeurs intéressantes pour ce paramètre sont bien au dessus des déviATIONS d'horloge typiques.

Le délai survient seulement sur les validations (COMMIT) des transactions. D'autres enregistrements sont rejoués aussi rapidement que possible, ce qui n'est pas un problème car les règles de visibilité MVCC nous assurent que leurs effets ne sont pas visibles jusqu'à l'application de l'enregistrement du COMMIT.

Le délai est observé une fois que la base de données en restauration a atteint un état cohérent jusqu'à ce que le serveur standby soit promu ou déclenché. Après cela, le serveur standby terminera la restauration sans attendre.

Ce paramètre cible principalement les déploiements de la réPLICATION en flux. Cependant, si le paramètre est spécifié, il honoRERA tous les cas. `hot_standby_feedback` sera retardé par l'utilisation de cette fonctionnalité, qui peut aboutir à de la fragmentation sur le maître. Faites attention en utilisant les deux.



Avertissement

La réPLICATION synchrone est affectée par ce paramètre quand `synchronous_commit` est configuré à `remote_apply` ; chaque COMMIT devra attendre son rejeu.

Chapitre 28. Surveiller l'activité de la base de données

Un administrateur de bases de données se demande fréquemment : « Que fait le système en ce moment ? » Ce chapitre discute de la façon de le savoir.

Plusieurs outils sont disponibles pour surveiller l'activité de la base de données et pour analyser les performances. Une grande partie de ce chapitre concerne la description du récupérateur de statistiques de PostgreSQL™ mais personne ne devrait négliger les programmes de surveillance Unix standards tels que **ps**, **top**, **iostat** et **vmstat**. De plus, une fois qu'une requête peu performante a été identifiée, des investigations supplémentaires pourraient être nécessaires en utilisant la commande EXPLAIN(7) de PostgreSQL™. La Section 14.1, « Utiliser EXPLAIN » discute de EXPLAIN et des autres méthodes pour comprendre le comportement d'une seule requête.

28.1. Outils Unix standard

Sur la plupart des plateformes Unix, PostgreSQL™ modifie son titre de commande reporté par **ps** de façon à ce que les processus serveur individuels puissent être rapidement identifiés. Voici un affichage d'exemple :

```
$ ps auxww | grep ^postgres
postgres 15551 0.0 0.1 57536 7132 pts/0 S 18:02 0:00 postgres -i
postgres 15554 0.0 0.0 57536 1184 ? Ss 18:02 0:00 postgres: writer
process
postgres 15555 0.0 0.0 57536 916 ? Ss 18:02 0:00 postgres:
checkpointer process
postgres 15556 0.0 0.0 57536 916 ? Ss 18:02 0:00 postgres: wal
writer process
postgres 15557 0.0 0.0 58504 2244 ? Ss 18:02 0:00 postgres:
autovacuum launcher process
postgres 15558 0.0 0.0 17512 1068 ? Ss 18:02 0:00 postgres: stats
collector process
postgres 15582 0.0 0.0 58772 3080 ? Ss 18:04 0:00 postgres: joe
runbug 127.0.0.1 idle
postgres 15606 0.0 0.0 58772 3052 ? Ss 18:07 0:00 postgres: tgl
regression [local] SELECT waiting
postgres 15610 0.0 0.0 58772 3056 ? Ss 18:07 0:00 postgres: tgl
regression [local] idle in transaction
```

(L'appel approprié de **ps** varie suivant les différentes plateformes, de même que les détails affichés. Cet exemple est tiré d'un système Linux récent.) Le premier processus affiché ici est le processus serveur maître. Les arguments affichés pour cette commande sont les mêmes qu'à son lancement. Les cinq processus suivant sont des processus en tâche de fond lancés automatiquement par le processus maître (le processus « stats collector » n'est pas présent si vous avez configuré le système pour qu'il ne lance pas le récupérateur de statistiques ; de même que le processus « autovacuum launcher » peut être désactivé). Chacun des autres processus est un processus serveur gérant une connexion client. Tous ces processus restant initialisent l'affichage de la ligne de commande de la forme

```
postgres: utilisateur base_de_données hôte activité
```

L'utilisateur, la base de données et les éléments de l'hôte (client) restent identiques pendant toute la vie de connexion du client mais l'indicateur d'activité change. L'activité pourrait être **idle** (c'est-à-dire en attente d'une commande du client), **idle in transaction** (en attente du client à l'intérieur d'un bloc de **BEGIN/COMMIT**) ou un nom de commande du type **SELECT**. De plus, **waiting** est ajouté si le processus serveur est en attente d'un verrou détenu par une autre session. Dans l'exemple ci-dessus, nous pouvons supposer que le processus 15606 attend que le processus 15610 finisse sa transaction, et par conséquent libère un verrou (le processus 15610 doit être celui qui bloque car il n'y a aucune autre session active. Dans des cas plus compliqués, il serait nécessaire de regarder dans la vue système pg_locks pour déterminer qui est en train de bloquer qui.)

Si cluster_name a été configuré, le nom de l'instance figurera également dans la sortie :

```
$ psql -c 'SHOW cluster_name'
cluster_name
-----
server1
(1 row)

$ ps aux|grep server1
```

```
postgres  27093  0.0  0.0  30096  2752 ?          Ss   11:34   0:00 postgres: server1:
writer process
...
```

Si vous avez désactivé `update_process_title`, alors l'indicateur d'activité n'est pas mis à jour ; le titre du processus est configuré une seule fois quand un nouveau processus est lancé. Sur certaines plateformes, ceci permet d'économiser du temps. Sur d'autres, cette économie est insignifiante.



Astuce

Solaris™ requiert une gestion particulière. Vous devez utiliser `/usr/ucb/ps` plutôt que `/bin/ps`. Vous devez aussi utiliser deux options `w` et non pas seulement une. En plus, votre appel original de la commande `postgres` doit avoir un affichage de statut dans `ps` plus petit que celui fourni par les autres processus serveur. Si vous échouez dans les trois, l'affichage de `ps` pour chaque processus serveur sera la ligne de commande originale de `postgres`.

28.2. Le récupérateur de statistiques

Le *récupérateur de statistiques* de PostgreSQL™ est un sous-système qui supporte la récupération et les rapports d'informations sur l'activité du serveur. Actuellement, le récupérateur peut compter les accès aux tables et index à la fois en terme de blocs disque et de lignes individuelles. Il conserve aussi la trace du nombre total de lignes dans chaque table ainsi que des informations sur les VACUUM et les ANALYZE pour chaque table. Il peut aussi compter le nombre d'appels aux fonctions définies par l'utilisateur ainsi que le temps total dépensé par chacune.

PostgreSQL™ est capable également de renvoyer des informations dynamiques sur ce qu'il se passe exactement dans le système en temps réel, comme la commande exacte en cours d'exécution par d'autres processus serveurs, et quels autres connexions existent dans le système. Cette fonctionnalité est indépendante du processus de récupération de données statistiques.

28.2.1. Configuration de la récupération de statistiques

Comme la récupération de statistiques ajoute un temps supplémentaire à l'exécution de la requête, le système peut être configuré pour récupérer ou non des informations. Ceci est contrôlé par les paramètres de configuration qui sont normalement initialisés dans `postgresql.conf` (voir Chapitre 19, Configuration du serveur pour plus de détails sur leur initialisation).

Le paramètre `track_activities` active la collecte d'informations sur la commande en cours d'exécution pour n'importe quel processus serveur.

Le paramètre `track_counts` contrôle si les statistiques sont récupérées pour les accès aux tables et index.

Le paramètre `track_functions` active le calcul de statistiques sur l'utilisation des fonctions définies par l'utilisateur.

Le paramètre `track_io_timing` active la collecte des temps de lecture et d'écriture de blocs.

Normalement, ces paramètres sont configurés dans `postgresql.conf` de façon à ce qu'ils s'appliquent à tous les processus serveur mais il est possible de les activer/désactiver sur des sessions individuelles en utilisant la commande `SET(7)` (pour empêcher les utilisateurs ordinaires de cacher leur activité à l'administrateur, seuls les superutilisateurs sont autorisés à modifier ces paramètres avec `SET`).

Le collecteur de statistiques transmets l'information récupérée aux autres processus PostgreSQL™ à travers des fichiers temporaires. Ces fichiers sont stockés dans le répertoire défini par le paramètre `stats_temp_directory`, par défaut `pg_stat_tmp`. Pour de meilleures performances, `stats_temp_directory` peut pointer vers un disque en RAM, diminuant ainsi les besoins en entrées/sorties physique. Quand le serveur s'arrête proprement, une copie permanente des données statistiques est stockée dans le sous-répertoire `pg_stat`, pour que les statistiques puissent être conservées après un arrêt du serveur. Quand la restauration est réalisée au démarrage du serveur (autrement dit après un arrêt immédiat, un crash du serveur ou lors d'une restauration PITR), tous les compteurs statistiques sont réinitialisés.

Une transaction peut aussi voir des statistiques propres à son activité (qui ne sont pas encore transmises au collecteur) dans les vues `pg_stat_xact_all_tables`, `pg_stat_xact_sys_tables`, `pg_stat_xact_user_tables` et `pg_stat_xact_user_functions`. Ces informations se mettent à jour en continu pendant l'exécution de la transaction.

28.2.2. Visualiser les statistiques

Plusieurs vues pré-définies, listées à Tableau 28.1, « Vues statistiques dynamiques », sont disponibles pour montrer l'état courant du système. Il existe aussi plusieurs autres vues, listées à Tableau 28.2, « Vues sur les statistiques récupérées », qui montrent les résultats des statistiques récupérées. De manière alternative, quelqu'un pourrait proposer des vues personnalisées qui utilisent les fonctions statistiques sous-jacentes, comme discuté à Section 28.2.3, « Fonctions Statistiques ».

En utilisant les statistiques pour surveiller l'activité en cours, il est important de réaliser que l'information n'est pas mise à jour instantanément. Chaque processus serveur individuel transmet les nouvelles statistiques au récupérateur juste avant l'attente d'une nouvelle commande du client ; donc une requête toujours en cours n'affecte pas les totaux affichés. De plus, le récupérateur lui-même émet un nouveau rapport une fois par PGSTAT_STAT_INTERVAL millisecondes (500 millisecondes, sauf si cette valeur a été modifiée lors de la construction du serveur). Donc, les totaux affichés sont bien derrière l'activité réelle. Néanmoins, l'information sur la requête en cours récupérée par `track_activities` est toujours à jour.

Un autre point important est que, lorsqu'un processus serveur se voit demander d'afficher une des statistiques, il récupère tout d'abord le rapport le plus récent émis par le processus de récupération, puis continue d'utiliser cette image de toutes les vues et fonctions statistiques jusqu'à la fin de sa transaction en cours. De façon similaire, les informations sur les requêtes en cours, quelque soit le processus, sont récupérées quand une telle information est demandée dans une transaction, et cette même information sera affichée lors de la transaction. Donc, les statistiques afficheront des informations statiques tant que vous restez dans la même transaction. Ceci est une fonctionnalité, et non pas un bogue, car il vous permet de traiter plusieurs requêtes sur les statistiques et de corrélérer les résultats sans vous inquiéter que les nombres aient pu changer. Mais si vous voulez voir les nouveaux résultats pour chaque requête, assurez-vous de lancer les requêtes en dehors de tout bloc de transaction. Autrement, vous pouvez appeler `pg_stat_clear_snapshot()`, qui annulera l'image statistique de la transaction en cours. L'utilisation suivante des informations statistiques causera la récupération d'une nouvelle image.

Tableau 28.1. Vues statistiques dynamiques

Nom de la vue	Description
<code>pg_stat_activity</code>	Une ligne par processus serveur, montrant les informations liées à l'activité courante du processus, comme l'état et la requête en cours. Voir <code>pg_stat_activity</code> pour plus de détails.
<code>pg_stat_replication</code>	Une ligne par processus d'envoi de WAL, montrant les statistiques sur la réPLICATION vers le serveur standby connecté au processus. Voir <code>pg_stat_replication</code> pour les détails.
<code>pg_stat_wal_receiver</code>	Seulement une ligne, affichant des statistiques sur le récepteur WAL à partir du serveur ayant ce récepteur. Voir <code>pg_stat_wal_receiver</code> pour les détails.
<code>pg_stat_ssl</code>	Une ligne par connexion (régulière et de réPLICATION), montrant des informations sur le chiffrement SSL utilisé pour ces connexions. Voir <code>pg_stat_ssl</code> pour les détails.
<code>pg_stat_progress_vacuum</code>	Une ligne pour chaque processus (incluant les processus autovacuum worker) exécutant un VACUUM , affichant le progrès en cours. Voir Section 28.4.1, « Rapporter la progression du VACUUM ».

Tableau 28.2. Vues sur les statistiques récupérées

Nom de la vue	Description
<code>pg_stat_archiver</code>	Une seule ligne, montrant les statistiques sur l'activité du processus d'archivage des journaux de transactions. Voir <code>pg_stat_archiver</code> pour les détails.
<code>pg_stat_bgwriter</code>	Une seule ligne, montrant les statistiques d'activité du processus d'écriture d'arrière plan. Voir <code>pg_stat_bgwriter</code> pour plus de détails.
<code>pg_stat_database</code>	Une ligne par base de données, montrant les statistiques globales des bases. Voir <code>pg_stat_database</code> pour plus de détails.

Les statistiques par index sont particulièrement utiles pour déterminer les index utilisés et leur efficacité.

Les vues `pg_statio_` sont principalement utiles pour déterminer l'efficacité du cache tampon. Quand le nombre de lectures disques réelles est plus petit que le nombre de récupérations valides par le tampon, alors le cache satisfait la plupart des demandes de lecture sans faire appel au noyau. Néanmoins, ces statistiques ne nous donnent pas l'histoire complète : à cause de la façon dont PostgreSQL™ gère les entrées/sorties disque, les données qui ne sont pas dans le tampon de PostgreSQL™ pourraient toujours résider dans le tampon d'entrées/sorties du noyau et pourraient, du coup, être toujours récupérées sans nécessiter une lecture physique. Les utilisateurs intéressés pour obtenir des informations plus détaillées sur le comportement des entrées/sorties dans PostgreSQL™ sont invités à utiliser le récupérateur de statistiques de PostgreSQL™ avec les outils du système d'exploitation permettant une vue de la gestion des entrées/sorties par le noyau.

Tableau 28.3. Vue pg_stat_activity

Colonne	Type	Description
<i>datid</i>	oid	OID de la base de données auquelle ce processus serveur est connecté
<i>datname</i>	name	Nom de la base de données auquelle ce processus serveur est connecté
<i>pid</i>	integer	Identifiant du processus serveur
<i>usesysid</i>	oid	OID de l'utilisateur connecté à ce processus serveur
<i>username</i>	name	Nom de l'utilisateur connecté à ce processus serveur
<i>application_name</i>	text	Nom de l'application connectée à ce processus serveurs
<i>client_addr</i>	inet	Adresse IP du client pour ce processus serveur. Si ce champ est vide, cela indique soit que le client est connecté via un socket Unix sur la machine serveur soit qu'il s'agit d'un processus interne tel qu'autovacuum.
<i>client_hostname</i>	text	Nom d'hôte du client connecté, comme rapporté par une recherche DNS inverse sur <i>client_addr</i> . Ce champ ne sera rempli que pour les connexions IP, et seulement quand log_hostname est activé.
<i>client_port</i>	integer	Numéro de port TCP que le client utilise pour communiquer avec le processus serveur, ou -1 si un socket Unix est utilisé.
<i>backend_start</i>	times-tamp with time zone	Heure de démarrage du processus, c'est-à-dire quand le client s'est connecté au serveur.
<i>xact_start</i>	times-tamp with time zone	Heure de démarrage de la transaction courante du processus, ou NULL si aucune transaction n'est active. Si la requête courante est la première de sa transaction, cette colonne a la même valeur que la colonne <i>query_start</i> .
<i>query_start</i>	times-tamp with time zone	Heure à laquelle la requête active a été démarrée, ou si <i>state</i> ne vaut pas <i>active</i> , quand la dernière requête a été lancée.
<i>state_change</i>	times-tamp with time zone	Heure à laquelle l'état (<i>state</i>) a été modifié en dernier
<i>wait_event_type</i>	text	Type de l'événement pour lequel le processus est en attente sinon NULL. Les valeurs possibles sont : <ul style="list-style-type: none"> • LWLockNamed : Le processus attend un verrou léger d'un nom spécifique. Chaque verrou de ce type protège une structure de données particulière en mémoire partagée. <i>wait_event</i> contiendra le nom du verrou léger. • LWLockTranche : Le processus attend un verrou parmi un groupe de verrous légers. Tous les verrous du groupe réalisent une fonction similaire ; <i>wait_event</i> identifie le but global des verrous de ce groupe.

Colonne	Type	Description
		<ul style="list-style-type: none"> Lock : Le processus attend un verrou lourd. Les verrous lourds, connus aussi en tant que verrous du gestionnaire de verrous ou plus simplement verrous, protègent principalement des objets visibles au niveau SQL, comme les tables. Néanmoins, ils sont aussi utilisés pour assurer une exclusion mutuelle pour certaines opérations internes comme l'agrandissement d'une relation. <code>wait_event</code> identifie le type de verrou attendu. BufferPin : Le processus serveur attend d'accéder à un tampon de données lors d'une période où aucun autre processus ne peut examiner ce tampon. Les attentes sur des tampons peuvent rétractées si un autre processus détient un curseur ouvert qui a lu des données dans le tampon en question.
<code>wait_event</code>	text	Nom de l'événement d'attente si le processus est en attente, NULL dans le cas contraire. Voir Tableau 28.4, « Description de <code>wait_event</code> » pour plus de détails.
<code>state</code>	text	<p>État général du processus serveur. Les valeurs possibles sont:</p> <ul style="list-style-type: none"> active : le processus serveur exécute une requête. idle : le processus serveur est en attente d'une commande par le client. idle in transaction : le processus serveur est en transaction, mais n'est pas en train d'exécuter une requête. idle in transaction (aborted) : l'état est similaire à <code>idle in transaction</code>, à la différence qu'une des instructions de la transaction a généré une erreur. fastpath function call : le processus serveur exécute une fonction fast-path. disabled : cet état est affiché si <code>track_activities</code> est désactivé pour ce processus serveur.
<code>backend_xid</code>	xid	Identifiant de transaction de haut niveau de ce processus, si disponible.
<code>backend_xmin</code>	xid	L'horizon xmin de ce processus.
<code>query</code>	text	Texte de la requête la plus récente pour ce processus serveur. Si <code>state</code> vaut <code>active</code> , alors ce champ affiche la requête en cours d'exécution. Dans tous les autres cas, il affichera la dernière requête à avoir été exécutée.

La vue pg_stat_activity aura une ligne par processus serveur, montrant des informations liées à l'activité courante de ce processus.



Note

Les colonnes `wait_event` et `state` sont indépendantes. Si un processus serveur est dans l'état `active`, il pourrait, ou non, être en attente (`waiting`) d'un événement. Si l'état est `active` et si `wait_event` est différent de `NULL`, cela signifie qu'une requête est en cours d'exécution mais que cette exécution est bloquée quelque part dans le système.

Tableau 28.4. Description de wait_event

Type d'événement d'attente	Nom d'événement d'attente	Description
LWLockNamed	ShmemIndexLock	Attente pour trouver ou allouer de l'espace en mémoire partagée.
	OidGenLock	Attente pour allouer ou affecter un OID.
	XidGenLock	Attente pour allouer ou affecter un identifiant de transaction.
	ProcArrayLock	Attente pour obtenir une image de la base ou pour effacer un identifiant de transaction à la fin de la transaction.
	SInvalReadLock	Attente pour récupérer ou supprimer des messages à partir de la queue partagée d'invalidation.
	SInvalWriteLock	Attente pour ajouter un message dans la queue partagée d'invalidation.
	WALBufMappingLock	Attente pour replacer un bloc dans les tampons des journaux de transactions.
	WALWriteLock	Attente pour l'écriture des tampons de journaux de transactions sur disque.
	ControlFileLock	Attente pour lire ou mettre à jour le fichier contrôle ou pour créer un nouveau journal de transactions.
	CheckpointLock	Attente pour l'exécution d'un checkpoint.
	CLogControlLock	Attente pour lire ou mettre à jour le statut de transaction.
	SubtransControlLock	Attente pour lire ou mettre à jour les informations de sous-transactions.
	MultiXactGenLock	Attente pour lire ou mettre à jour l'état partagé multixact.
	MultiXactOffsetControlLock	Attente pour lire ou mettre à jour les correspondances de décalage multixact.
	MultiXactMemberControlLock	Attente pour lire ou mettre à jour les correspondances de membre multixact.
	RelCacheInitLock	Attente pour lire ou écrire le fichier d'initialisation du cache de relations.
	CheckpointerCommLock	Attente pour gérer les demandes fsync.
	TwoPhaseStateLock	Attente pour lire ou mettre à jour l'état des transactions préparées.
	TablespaceCreateLock	Attente pour créer ou supprimer le tablespace.
	BtreeVacuumLock	Attente pour lire ou mettre à jour les informations relatives au vacuum pour un index Btree.
	AddinShmemInitLock	Attente pour gérer l'allocation d'espace en mémoire partagée.
	AutovacuumLock	Autovacuum worker ou launcher en attente de mise à jour ou de lecture de l'état actuel des autovacuum worker.
	AutovacuumScheduleLock	Attente pour s'assurer que la table sélectionnée pour un vacuum a justement besoin d'un vacuum.
	SyncScanLock	Attente pour obtenir l'emplacement de début d'un parcours d'une table dans le cas de parcours synchronisés.

Type d'événement d'attente	Nom d'événement d'attente	Description
	RelationMappingLock	Attente pour mettre à jour le fichier de correspondance des relations utilisé pour enregistrer la correspondance objet logique vers objet physique.
	AsyncCtlLock	Attente pour lire ou mettre à jour l'état partagé de notification.
	AsyncQueueLock	Attente pour lire ou mettre à jour les message de notification.
	SerializableXactHashLock	Attente pour récupérer ou enregistrer des informations sur les transactions sérialisables.
	SerializableFinishedListLock	Attente pour accéder à la liste des transactions sérialisées terminées.
	SerializablePredicateLock-ListLock	Attente pour réaliser une opération sur une liste de verrous détenus par les transactions sérialisées.
	OldSerXidLock	Attente pour lire ou enregistrer des transactions sérialisées en conflit.
	SyncRepLock	Attente pour lire ou mettre à jour des informations sur les répliques synchrones.
	BackgroundWorkerLock	Attente pour lire ou mettre à l'état d'un background worker.
	DynamicSharedMemoryControl-Lock	Attente pour lire ou mettre à jour l'état de la mémoire partagée dynamique.
	AutoFileLock	Attente pour mettre à jour le fichier postgresql.auto.conf.
	ReplicationSlotAllocation-Lock	Attente pour allouer ou libérer un slot de réPLICATION.
	ReplicationSlotControlLock	Attente pour lire ou mettre à jour l'état d'un slot de réPLICATION.
	CommitTsControlLock	Attente pour lire ou mettre à jour les horodatages de validation des transactions.
	CommitTsLock	Attente pour lire ou mettre à jour la dernière valeur d'horodatage de transaction.
	ReplicationOriginLock	Attente pour configurer, supprimer ou utiliser une origine de réPLICATION.
	MultiXactTruncationLock	Attente pour lire ou tronquer une information multixact.
	OldSnapshotTimeMapLock	Attente de lecture ou mise à jour d'informations de contrôle d'une ancienne image de base.

Type d'événement d'attente	Nom d'événement d'attente	Description
LWLockTranche	clog	Attente d'I/O sur un tampon clog (statut de transaction).
	commit_timestamp	Attente d'I/O sur un tampon d'horodatage de validation de transaction.
	subtrans	Attente d'I/O sur un tampon de sous-transaction.
	multixact_offset	Attente d'I/O sur un tampon de décalage multixact.
	multixact_member	Attente d'I/O sur un tampon de membre multixact.
	async	Attente d'I/O sur un tampon async (notify).
	oldserxid	Attente d'I/O sur un tampon oldserxid.
	wal_insert	Attente pour insérer un WAL dans un tampon mémoire.
	buffer_content	Attente pour lire ou écrire un bloc de données en mémoire.
	buffer_io	Attente d'I/O sur un bloc de données.
	replication_origin	Attente pour lire ou mettre à jour le progrès de la réPLICATION.
	replication_slot_io	Attente d'I/O sur un slot de réPLICATION.
Lock	proc	Attente pour lire ou mettre à jour l'information de verrou par chemin rapide (fast-path lock).
	buffer_mapping	Attente pour associer un bloc de données avec un tampon dans le groupe de tampons.
	lock_manager	Attente pour ajouter ou examiner les verrous des processus, ou attente pour joindre ou quitter un groupe de verrouillage (utilisé par les requêtes parallélisées).
	predicate_lock_manager	Attente pour ajouter ou examiner les infirmations sur les verrous de prédictat.
	relation	Attente pour acquérir un verrou sur une relation.
	extend	Attente pour étendre une relation.
	page	Attente pour acquérir un verrou sur une page d'une relation.
	tuple	Attente pour acquérir un verrou sur une ligne.
	transactionid	Attente de la fin d'une transaction.
	virtualxid	Attente pour acquérir un verrou de transaction virtuel.
	speculative token	Attente pour acquérir un verrou d'insertion spéculatif.
	object	Attente pour acquérir un verrou sur un objet de base qui n'est pas une relation.
	userlock	Attente pour acquérir un verrou utilisateur.
	advisory	Attente pour acquérir un verrou utilisateur informatif.

Type d'événement d'attente	Nom d'événement d'attente	Description
BufferPin	BufferPin	Attente pour acquérir un blocage d'un tampon.



Note

Pour les tranches enregistrées par les extensions, le nom est indiqué par l'extension et peut être affiché comme `wait_event`. Il est tout à fait possible que l'utilisateur ait enregistré la tranche dans un des processus serveurs (en allouant de la mémoire partagée dynamique), auquel cas les autres processus serveurs n'ont pas cette information. Dans ce cas, le texte `extension` est affiché.

Voici un exemple de visualisation d'événements d'attente :

```
SELECT pid, wait_event_type, wait_event FROM pg_stat_activity WHERE wait_event is NOT NULL;
   pid | wait_event_type |    wait_event
-----+----------------+-----
  2540 |      Lock       | relation
  6644 | LWLockNamed    | ProcArrayLock
(2 rows)
```

Tableau 28.5. Vue pg_stat_replication

Colonne	Type	Description
<code>pid</code>	integer	Identifiant du processus d'envoi des WAL
<code>usesysid</code>	oid	OID de l'utilisateur connecté à ce processus
<code>username</code>	name	Nom de l'utilisateur connecté à ce processus
<code>application_name</code>	text	Nom de l'application qui est connectée à ce processus
<code>client_addr</code>	inet	Adresse IP du client connecté à ce processus. Si ce champ est NULL, ceci signifie que le client est connecté via un socket Unix sur la machine serveur.
<code>client_hostname</code>	text	Nom de l'hôte du client connecté, comme renvoyé par une recherche DNS inverse sur <code>client_addr</code> . Ce champ sera uniquement non NULL pour les connexions IP, et seulement si <code>log_hostname</code> est activé.
<code>client_port</code>	integer	Numéro du port TCP que le client utilise pour la communication avec ce processus, ou -1 si une socket Unix est utilisée.
<code>backend_start</code>	timestamp with time zone	Heure à laquelle ce processus a été démarré, exemple, lorsque le client s'est connecté à ce processus expéditeur de WALs.
<code>backend_xmin</code>	xid	L'horizon xmin de ce serveur standby renvoyé par <code>hot_standby</code> .
<code>state</code>	text	État courant de ce processus
<code>sent_location</code>	pg_lsn	La position de la dernière transaction envoyée sur cette connexion
<code>write_location</code>	pg_lsn	La position de la dernière transaction écrite sur disque par ce serveur standby
<code>flush_location</code>	pg_lsn	La position de la dernière transaction vidée sur disque par ce serveur standby

Colonne	Type	Description
<i>replay_location</i>	pg_lsn	La position de la dernière transaction rejouée dans la base de données par ce serveur standby
<i>sync_priority</i>	integer	Priorité de ce serveur standby pour être choisi comme le serveur standby synchrone
<i>sync_state</i>	text	État synchrone de ce serveur standby

La vue pg_stat_replication contiendra une ligne par processus d'envoi de WAL, montrant des statistiques sur la réPLICATION avec le serveur standby connecté au processus. Seuls les serveurs standby directement connectés sont listés ; aucune information n'est disponible concernant les serveurs standby en aval.

Tableau 28.6. Vue pg_stat_wal_receiver

Colonne	Type	Description
<i>pid</i>	integer	Identifiant du processus de réception des enregistrements de transaction
<i>status</i>	text	Statut d'activité du processus walreceiver
<i>receive_start_lsn</i>	pg_lsn	Première position dans le journal de transaction utilisée quand walreceiver a été démarré
<i>receive_start_tli</i>	integer	Première ligne de temps utilisée quand walreceiver a été démarré
<i>received_lsn</i>	pg_lsn	Dernière position des journaux de transactions, déjà reçue et écrite sur disque, la valeur initiale de ce champ étant la première position dans les journaux de transactions utilisée lors du démarrage du walreceiver
<i>received_tli</i>	integer	Numéro de la ligne de temps de la dernière position des journaux de transactions, déjà reçue et écrite sur disque, la valeur initiale de ce champ étant la ligne de temps de la première position dans les journaux de transactions utilisée lors du démarrage du walreceiver
<i>last_msg_send_time</i>	timestamp with time zone	Horodatage d'envoi du dernier message reçu à partir du walsender
<i>last_msg_receipt_time</i>	timestamp with time zone	Horodatage de la réception du dernier message à partir du walsender
<i>latest_end_lsn</i>	pg_lsn	Dernière position de transaction reportée par le walsender associé
<i>latest_end_time</i>	timestamp with time zone	Horodatage de la dernière position de transaction reportée par le walsender associé
<i>slot_name</i>	text	Nom du slot de réPLICATION utilisé par ce walreceiver
<i>conninfo</i>	text	Chaîne de connexion utilisée par ce walreceiver, avec un obscurcissement des informations sensibles au niveau sécurité.

La vue pg_stat_wal_receiver contiendra seulement une ligne, affichant les statistiques du walreceiver du serveur de connexion.

Tableau 28.7. Vue pg_stat_ssl

Colonne	Type	Description
<i>pid</i>	integer	ID du processus backend ou du processus d'envoi de WAL
<i>ssl</i>	boolean	True si SSL est utilisé dans cette connexion
<i>version</i>	text	Version de SSL utilisée, ou NULL si SSL n'est pas utilisé pour cette connexion
<i>cipher</i>	text	Nom du chiffrement SSL utilisé, ou NULL si SSL n'est pas utilisé pour cette connexion
<i>bits</i>	integer	Nombre de bits dans l'algorithme de chiffrement utilisé, ou NULL si SSL n'est pas utilisé pour cette connexion
<i>compression</i>	boolean	True si la compression SSL est utilisée, false sinon, ou NULL si SSL n'est pas utilisé pour cette connexion
<i>clientdn</i>	text	Champ Distinguished Name (DN) utilisé par le certificat du client, ou NULL si aucun certificat client n'a été fourni ou si SSL n'est pas utilisé pour cette connexion. Ce champ est tronqué si le champ DN est plus long que NAMEDATALEN (64 caractères dans une compilation standard)

La vue pg_stat_ssl contiendra une ligne par backend ou processus d'envoi de WAL, montrant des statistiques sur l'usage de SSL dans cette connexion. Elle peut être jointe à pg_stat_activity ou pg_stat_replication sur la colonne *pid* pour obtenir plus de détails sur la connexion.

Tableau 28.8. Vue pg_stat_archiver

Colonne	Type	Description
<i>archived_count</i>	bigint	Nombre de journaux de transactions archivés avec succès
<i>last_archived_wal</i>	text	Nom du dernier journal de transaction archivé avec succès
<i>last_archived_time</i>	timestamp with time zone	Horodatage de la dernière opération d'archivage réussie
<i>failed_count</i>	bigint	Nombre d'échec d'archivage de journaux de transactions
<i>last_failed_wal</i>	text	Nom du journal de transactions correspondant au dernier archivage échoué
<i>last_failed_time</i>	timestamp with time zone	Horodatage de la dernière opération d'archivage échouée
<i>stats_reset</i>	timestamp with time zone	Horodatage de la dernière réinitialisation de ces statistiques

La vue pg_stat_archiver aura toujours une seule ligne contenant les données du processus d'archivage de l'instance.

Tableau 28.9. Vue pg_stat_bgwriter

Colonne	Type	Description
<i>checkpoints_timed</i>	bigint	Nombre de checkpoints planifiés ayant été effectués
<i>checkpoints_req</i>	bigint	Nombre de checkpoints demandés ayant été effectués

Colonne	Type	Description
<i>checkpoint_write_time</i>	double precision	Temps total passé dans la partie des checkpoints où les fichiers sont écrits sur disque, en millisecondes.
<i>checkpoint_sync_time</i>	double precision	Temps total passé dans la partie des checkpoints où les fichiers sont synchronisés sur le disque, en millisecondes.
<i>buffers_checkpoint</i>	bigint	Nombre de tampons écrits durant des checkpoints
<i>buffers_clean</i>	bigint	Nombre de tampons écrits par le processus background writer (processus d'écriture en tâche de fond)
<i>maxwritten_clean</i>	bigint	Nombre de fois que le processus background writer a arrêté son parcours de nettoyage pour avoir écrit trop de tampons
<i>buffers_backend</i>	bigint	Nombre de tampons écrits directement par un processus serveur
<i>buffers_backend_fsync</i>	bigint	Nombre de fois qu'un processus serveur a exécuté son propre appel à <code>fsync</code> (normalement le processus background writer gère ces appels même quand le processus serveur effectue sa propre écriture)
<i>buffers_alloc</i>	bigint	Nombre de tampons alloués
<i>stats_reset</i>	timestamp with time zone	Dernière fois que ces statistiques ont été réinitialisées

La vue pg_stat_bgwriter aura toujours une ligne unique, contenant les données globales de l'instance.

Tableau 28.10. Vue pg_stat_database

Colonne	Type	Description
<i>datid</i>	oid	OID d'une base de données
<i>datname</i>	name	Nom de cette base de données
<i>numbackends</i>	integer	Nombre de processus serveurs actuellement connectés à cette base de données. C'est la seule colonne de cette vue qui renvoie une valeur reflétant l'état actuel ; toutes les autres colonnes renvoient les valeurs accumulées depuis la dernière réinitialisation
<i>xact_commit</i>	bigint	Nombre de transactions de cette base de données qui ont été validées
<i>xact_rollback</i>	bigint	Nombre de transactions de cette base de données qui ont été annulées
<i>blk_read</i>	bigint	Nombre de blocs disques lus dans cette base de données
<i>blk_hit</i>	bigint	Nombre de fois que des blocs disques étaient déjà dans le cache tampon, et qu'il n'a donc pas été nécessaire de les lire sur disque (cela n'inclut que les accès dans le cache tampon de PostgreSQL, pas dans le cache de fichiers du système d'exploitation).
<i>tup_returned</i>	bigint	Nombre de lignes retournées par des requêtes dans cette base de données

Colonne	Type	Description
<i>tup_fetched</i>	bigint	Nombre de lignes rapportées par des requêtes dans cette base de données
<i>tup_inserted</i>	bigint	Nombre de lignes insérées par des requêtes dans cette base de données
<i>tup_updated</i>	bigint	Nombre de lignes mises à jour par des requêtes dans cette base de données
<i>tup_deleted</i>	bigint	Nombre de lignes supprimées par des requêtes dans cette base de données
<i>conflicts</i>	bigint	Nombre de requêtes annulées à cause de conflits avec la restauration dans cette base de données. (Les conflits n'arrivent que sur des serveurs de standby ; voir pg_stat_database_conflicts pour plus de détails.)
<i>temp_files</i>	bigint	Nombre de fichiers temporaires créés par des requêtes dans cette base de données. Tous les fichiers temporaires sont comptabilisés, quel que soit la raison de la création du fichier temporaire (par exemple, un tri ou un hachage) et quel que soit la valeur du paramètre log_temp_files.
<i>temp_bytes</i>	bigint	Quantité totale de données écrites dans des fichiers temporaires par des requêtes dans cette base de données. Tous les fichiers temporaires sont comptabilisés, quel que soit la raison de la création de ce fichier temporaire, et quel que soit la valeur du paramètre log_temp_files.
<i>deadlocks</i>	bigint	Nombre de verrous mortels détectés dans cette base de données
<i>blk_read_time</i>	double precision	Temps passé à lire des blocs de donnée dans des fichiers par des processus serveur dans cette base de données, en millisecondes
<i>blk_write_time</i>	double precision	Temps passé à écrire des blocs de données dans des fichiers par les processus serveurs dans cette base de données, en millisecondes
<i>stats_reset</i>	timestamp with time zone	Dernière fois que ces statistiques ont été réinitialisées

La vue pg_stat_database ne contiendra qu'une ligne pour chaque base de données dans l'instance, montrant ses statistiques globales.

Tableau 28.11. Vue pg_stat_database_conflicts

Colonne	Type	Description
<i>datid</i>	oid	OID de la base de données
<i>datname</i>	name	Nom de cette base de données
<i>confl_tablespace</i>	bigint	Nombre de requêtes dans cette base de données qui ont été annulées suite à la suppression de tablespaces
<i>confl_lock</i>	bigint	Nombre de requêtes dans cette base de données qui ont été annulées suite à des délais dépassés sur des verrouillages

Colonne	Type	Description
<i>conf1_snapshot</i>	bigint	Nombre de requêtes dans cette base de données qui ont été annulées à cause d'instantanés trop vieux
<i>conf1_bufferpin</i>	bigint	Nombre de requêtes dans cette base de données qui ont été annulées à cause de tampons verrouillés
<i>conf1_deadlock</i>	bigint	Nombre de requêtes dans cette base de données qui ont été annulées à cause de deadlocks

La vue pg_stat_database_conflicts contiendra une ligne par base de données, montrant des statistiques au niveau de chaque base de données concernant les requêtes annulées survenant à cause de conflits avec la restauration sur des serveurs standby. Cette vue contiendra seulement des informations sur les serveurs standby, dans la mesure où aucun conflit ne survient sur les serveurs primaires.

Tableau 28.12. Vue pg_stat_all_tables

Colonne	Type	Description
<i>relid</i>	oid	OID d'une table
<i>schemaname</i>	name	Nom du schéma dans lequel se trouve cette table
<i>relname</i>	name	Nom de cette table
<i>seq_scan</i>	bigint	Nombre de parcours séquentiels initiés sur cette table
<i>seq_tup_read</i>	bigint	Nombre de lignes vivantes rapportées par des parcours séquentiels
<i>idx_scan</i>	bigint	Nombre de parcours d'index initiés sur cette table
<i>idx_tup_fetch</i>	bigint	Nombre de lignes vivantes rapportées par des parcours d'index
<i>n_tup_ins</i>	bigint	Nombre de lignes insérées
<i>n_tup_upd</i>	bigint	Nombre de lignes mises à jour (y compris les lignes mises à jour par HOT)
<i>n_tup_del</i>	bigint	Nombre de lignes supprimées
<i>n_tup_hot_upd</i>	bigint	Nombre de lignes mises à jour par HOT (i.e., sans mises à jour d'index nécessaire)
<i>n_live_tup</i>	bigint	Nombre estimé de lignes vivantes
<i>n_dead_tup</i>	bigint	Nombre estimé de lignes mortes
<i>n_mod_since_analyze</i>	bigint	Nombre estimé de lignes modifiées depuis le dernier ANALYZE sur cette table
<i>last_vacuum</i>	timestamp with time zone	Dernière fois qu'une opération VACUUM manuelle a été faite sur cette table (sans compter VACUUM FULL)
<i>last_autovacuum</i>	timestamp with time zone	Dernière fois que le démon autovacuum a exécuté une opération VACUUM sur cette table
<i>last_analyze</i>	timestamp with time zone	Dernière fois qu'une opération ANALYZE a été lancée manuellement sur cette table
<i>last_autoanalyze</i>	timestamp with time zone	Dernière fois que le démon autovacuum a exécuté une opération ANALYZE sur cette table
<i>vacuum_count</i>	bigint	Nombre de fois qu'une opération VA-

Colonne	Type	Description
		CUUM manuelle a été lancée sur cette table (sans compter VACUUM FULL)
<i>autovacuum_count</i>	bigint	Nombre de fois que le démon autovacuum a exécuté une opération VACUUM manuelle
<i>analyze_count</i>	bigint	Nombre de fois qu'une opération ANALYZE manuelle a été lancée sur cette table
<i>autoanalyze_count</i>	bigint	Nombre de fois que le démon autovacuum a exécuté une opération ANALYZE sur cette table

La vue pg_stat_all_tables contiendra une ligne par table dans la base de données courante (incluant les tables TOAST), montrant les statistiques d'accès pour cette table spécifiquement. Les vues pg_stat_user_tables et pg_stat_sys_tables contiennent les mêmes informations, mais filtrent respectivement les tables utilisateurs et les tables systèmes.

Tableau 28.13. Vue pg_stat_all_indexes

Colonne	Type	Description
<i>relid</i>	oid	OID de la table pour cet index
<i>indexrelid</i>	oid	OID de cet index
<i>schemaname</i>	name	Nom du schéma dans lequel se trouve cet index
<i>relname</i>	name	Nom de la table pour cet index
<i>indexrelname</i>	name	Nom de cet index
<i>idx_scan</i>	bigint	Nombre de parcours d'index initiés par cet index
<i>idx_tup_read</i>	bigint	Nombre d'entrées d'index retournées par des parcours sur cet index
<i>idx_tup_fetch</i>	bigint	Nombre de lignes vivantes de la table rapportées par des simples parcours d'index utilisant cet index

La vue pg_stat_all_indexes contiendra une ligne pour chaque index dans la base de données courante, montrant les statistiques d'accès sur cet index spécifiquement. Les vues pg_stat_user_indexes et pg_stat_sys_indexes contiennent la même information, mais sont filtrées pour ne montrer respectivement que les index utilisateurs et les index systèmes.

Les index peuvent être utilisés avec un simple parcours d'index, un parcours d'index « bitmap » ou l'optimiseur. Dans un parcours de bitmap, les sorties de plusieurs index peuvent être combinées avec des règles AND ou OR, c'est pourquoi il est difficile d'associer des lecture de lignes individuelles de la table avec des index spécifiques quand un parcours de bitmap est utilisé. Ainsi donc, un parcours de bitmap incrémente le(s) valeur(s) de pg_stat_all_indexes. *idx_tup_read* pour le(s) index qu'il utilise, et incrémentera la valeur de pg_stat_all_tables. *idx_tup_fetch* pour la table, mais il n'affecte pas pg_stat_all_indexes.*idx_tup_fetch*. L'optimiseur accède également aux index pour vérifier si des constantes fournies sont en dehors des plages de valeurs enregistrées par les statistiques de l'optimiseur car celles-ci peuvent ne pas être à jour.



Note

Les valeurs de *idx_tup_read* et *idx_tup_fetch* peuvent être différentes même sans aucune utilisation de parcours de bitmap, car *idx_tup_read* comptabilise les entrées d'index récupérées de cet index alors que *idx_tup_fetch* comptabilise le nombre de lignes vivantes rapportées de la table. Le second sera moindre si des lignes mortes ou pas encore validées sont rapportées en utilisant l'index, ou si des lectures de lignes de la table sont évitées grâce à un parcours d'index seul.

Tableau 28.14. Vue pg_statio_all_tables

Colonne	Type	Description
<i>relid</i>	oid	OID d'une table
<i>schemaname</i>	name	Nom du schéma dans lequel se trouve cette table
<i>relname</i>	name	Nom de cette table
<i>heap_blkss_read</i>	bigint	Nombre de blocs disque lus pour cette table
<i>heap_blkss_hit</i>	bigint	Nombre de tampons récupérés pour cette table
<i>idx_blkss_read</i>	bigint	Nombre de blocs disque lus par tous les index de cette table
<i>idx_blkss_hit</i>	bigint	Nombre de tampons récupérés sur tous les index de cette table
<i>toast_blkss_read</i>	bigint	Nombre de blocs disque lus sur la partie TOAST de cette table (si présente)
<i>toast_blkss_hit</i>	bigint	Nombre de tampons récupérés sur la partie TOAST de cette table (si présente)
<i>tidx_blkss_read</i>	bigint	Nombre de blocs disque lus sur les index de la partie TOAST de cette table (si présente)
<i>tidx_blkss_hit</i>	bigint	Nombre de tampons récupérés sur les index de la partie TOAST de cette table (si présente)

La vue pg_statio_all_tables contiendra une ligne pour chaque table dans la base de données courante (en incluant les tables TOAST), montrant les statistiques d'entrées/sorties de chaque table spécifiquement. Les vues pg_statio_user_tables et pg_statio_sys_tables contiennent la même information, mais sont filtrées pour ne montrer respectivement que les tables utilisateurs et les tables systèmes.

Tableau 28.15. Vue pg_statio_all_indexes

Colonne	Type	Description
<i>relid</i>	oid	OID de la table pour cet index
<i>indexrelid</i>	oid	OID de cet index
<i>schemaname</i>	name	Nom du schéma dans lequel se trouve cet index
<i>relname</i>	name	Nom de la table pour cet index
<i>indexrelname</i>	name	Nom de cet index
<i>idx_blkss_read</i>	bigint	Nombre de blocs disque lus pour cet index
<i>idx_blkss_hit</i>	bigint	Nombre de tampons récupérés sur cet index

La vue pg_statio_all_indexes contiendra une ligne pour chaque index dans la base de données courante, montrant les statistiques d'entrées/sorties sur chaque index spécifiquement. Les vues pg_statio_user_indexes et pg_statio_sys_indexes contiennent la même information, mais sont filtrées pour ne montrer respectivement que les tables utilisateur et tables système.

Tableau 28.16. Vue pg_statio_all_sequences

Colonne	Type	Description
<i>relid</i>	oid	OID de cette séquence
<i>schemaname</i>	name	Nom du schéma dans lequel se trouve cette séquence

Colonne	Type	Description
<i>relname</i>	name	Nom de cette séquence
<i>blk_s_read</i>	bigint	Nombre de blocs disque lus pour cette séquence
<i>blk_s_hit</i>	bigint	Nombre de tampons récupérés pour cette séquence

La vue pg_statio_all_sequences contiendra une ligne pour chaque séquence dans la base de données courante, montrant les statistiques d'entrées/sorties pour chaque séquence spécifiquement.

Tableau 28.17. Vue pg_stat_user_functions

Colonne	Type	Description
<i>funcid</i>	oid	OID de cette fonction
<i>schemaname</i>	name	Nom du schéma dans lequel se trouve cette fonction
<i>funcname</i>	name	Nom de cette fonction
<i>calls</i>	bigint	Nombre de fois que cette fonction a été appelée
<i>total_time</i>	double precision	Temps total passé dans cette fonction ainsi que dans toutes les autres fonctions appelées par elle, en millisecondes
<i>self_time</i>	double precision	Temps total passé dans cette fonction seule, sans inclure les autres fonctions appelées par elle, en millisecondes

La vue pg_stat_user_functions contiendra une ligne pour chaque fonction suivie, montrant les statistiques d'exécution de cette fonction. Le paramètre track_functions contrôle exactement quelles fonctions sont suivies.

28.2.3. Fonctions Statistiques

Une autre façon de regarder les statistiques peut être mise en place en écrivant des requêtes utilisant les mêmes fonctions d'accès sous-jacentes utilisées par les vues standards montrées au dessus. Pour des détails comme les noms de fonction, veuillez consulter les définitions de ces vues standards. (Par exemple, dans psql vous pouvez utiliser \d+ pg_stat_activity.) Les fonctions d'accès pour les statistiques par base de données prennent comme argument un OID pour identifier sur quelle base de données travailler. Les fonctions par table et par index utilisent un OID de table ou d'index. Les fonctions pour les statistiques par fonctions utilisent un OID de fonction. Notez que seuls les tables, index et fonctions dans la base de données courante peuvent être vus avec ces fonctions.

Les fonctions supplémentaires liées à la récupération de statistiques sont listées dans Tableau 28.18, « Fonctions supplémentaires de statistiques ».

Tableau 28.18. Fonctions supplémentaires de statistiques

Fonction	Type renvoyé	Description
<code>pg_backend_pid()</code>	integer	Identifiant du processus serveur gérant la session courante.
<code>(integer pg_stat_get_activity)</code>	setof record	Retourne un enregistrement d'informations sur le processus serveur du PID spécifié, ou un enregistrement pour chaque processus serveur actif dans le système si NULL est spécifié. Les champs rentrés sont des sous-ensembles de ceux dans la vue pg_stat_activity.
<code>pg_stat_get_snapshot_timestamp()</code>	timestamp with time zone	Renvoie l'horodatage de l'instantané courant des statistiques
<code>pg_stat_clear_snapshot()</code>	void	Supprime l'image statistique courante.

Fonction	Type renvoyé	Description
pg_stat_reset()	void	Remet à zéro tous les compteurs de statistique pour la base de données courante (nécessite les droits super-utilisateur par défaut, mais le droit EXECUTE peut être donné à d'autres pour cette fonction).
pg_stat_reset_shared(text)	void	Remet à zéro quelques statistiques globales de l'instance, en fonction de l'argument (nécessite les droits super-utilisateur by default, but EXECUTE for this function can be granted to others). Appeler pg_stat_reset_shared('bgwriter') réinitialisera tous les compteurs montrés dans la vue pg_stat_bgwriter. Appeler pg_stat_reset_shared('archiver') réinitialisera tous les compteurs indiqués dans la vue pg_stat_archiver.
pg_stat_reset_single_table_counters(oid)	void	Remet à zéro les statistiques pour une seule table ou index dans la base de données courante (nécessite les droits super-utilisateur par défaut, mais le droit EXECUTE peut être donné à d'autres pour cette fonction).
pg_stat_reset_single_function_counters(oid)	void	Remet à zéro les statistiques pour une seule fonction dans la base de données courante (nécessite les droits super-utilisateur par défaut, mais le droit EXECUTE peut être donné à d'autres pour cette fonction).

pg_stat_get_activity, la fonction sous-jacente de la vue pg_stat_activity, retourne un ensemble d'enregistrements contenant toute l'information disponible sur chaque processus serveur. Parfois il peut être plus pratique de n'obtenir qu'un sous-ensemble de cette information. Dans ces cas là, un ensemble plus vieux de fonctions d'accès aux statistiques par processus serveur peut être utilisé ; celle-ci sont montrées dans Tableau 28.19, « Fonctions statistiques par processus serveur ». Ces fonctions d'accès utilisent un numéro d'identifiant du processus serveur, qui va de un au nombre de processus serveurs actuellement actifs. La fonction pg_stat_get_backend_idset fournit une manière pratique de générer une ligne pour chaque processus serveur actif pour appeler ces fonctions. Par exemple, pour montrer les PID et requêtes en cours de tous les processus serveur :

```
SELECT pg_stat_get_backend_pid(s.backendid) AS pid,
       pg_stat_get_backend_activity(s.backendid) AS query
  FROM (SELECT pg_stat_get_backend_idset() AS backendid) AS s;
```

Tableau 28.19. Fonctions statistiques par processus serveur

Fonction	Type renvoyé	Description
pg_stat_get_backend_idset()	setof integer	Ensemble de numéros de processus serveur actuellement actifs (de 1 jusqu'au nombre de processus serveur actifs)
pg_stat_get_backend_activity(integer)	text	Texte de la requête la plus récente de ce processus serveur
pg_stat_get_backend_activity_start(integer)	timestamp with time zone	Heure à laquelle la requête la plus récente a été démarrée
pg_stat_get_backend_client_address(integer)	inet	Adresse IP du client connecté à ce processus serveur
pg_stat_get_backend_client_port(integer)	integer	Numéro de port TCP que le client utilise pour communiquer

Fonction	Type renvoyé	Description
<code>pg_stat_get_backend_dbid(int eger)</code>	oid	OID de la base de données auquelle ce processus serveur est connecté
<code>pg_stat_get_backend_pid(inte ger)</code>	integer	Identifiant du processus serveur
<code>pg_stat_get_backend_start(in teger)</code>	timestamp with time zone	Heure à laquelle ce processus a été démarré
<code>pg_stat_get_backend_userid(i nteger)</code>	oid	OID de l'utilisateur connecté à ce processus serveur
<code>pg_stat_get_backend_wait_eve nt_type(integer)</code>	text	Nom du type d'événement d'attente si le processus est actuellement en attente, NULL sinon. Voir Tableau 28.4, « Description de wait_event » pour les détails.
<code>pg_stat_get_backend_wait_eve nt(integer)</code>	text	Nom de l'événement d'attente si le processus est actuellement en attente, NULL sinon. Voir Tableau 28.4, « Description de wait_event » pour les détails.
<code>pg_stat_get_backend_xact_sta rt(integer)</code>	timestamp with time zone	Heure à laquelle la transaction courante a été démarrée

28.3. Visualiser les verrous

Un autre outil utile pour surveiller l'activité des bases de données est la table système `pg_locks`. Elle permet à l'administrateur système de visualiser des informations sur les verrous restant dans le gestionnaire des verrous. Par exemple, cette fonctionnalité peut être utilisée pour :

- Visualiser tous les verrous en cours, tous les verrous sur les relations d'une base de données particulière ou tous les verrous détenus par une session PostgreSQL™ particulière.
- Déterminer la relation de la base de données disposant de la plupart des verrous non autorisés (et qui, du coup, pourraient être une source de contention parmi les clients de la base de données).
- Déterminer l'effet de la contention des verrous sur les performances générales des bases de données, ainsi que l'échelle dans laquelle varie la contention sur le trafic de la base de données.

Les détails sur la vue `pg_locks` apparaissent dans la Section 50.65, « `pg_locks` ». Pour plus d'informations sur les verrous et la gestion des concurrences avec PostgreSQL™, référez-vous au Chapitre 13, Contrôle d'accès simultané.

28.4. Rapporter la progression

PostgreSQL™ a la possibilité de rapporter la progression de certaines commandes lors de leur exécution. Actuellement, la seule commande supportant un rapport de progression est **VACUUM**. Ceci pourrait être étendu dans le futur.

28.4.1. Rapporter la progression du VACUUM

La vue `pg_stat_progress_vacuum` contient une ligne pour chaque processus serveur (incluant les processus autovacuum worker) en train d'exécuter un **VACUUM**. Les tableaux ci-dessous décrivent les informations rapportées et fournissent des informations sur leur interprétation. Le rapport de progression n'est actuellement pas supporté pour **VACUUM FULL**. De ce fait, les processus serveur exécutant un **VACUUM FULL** ne feront pas partie de la liste fournie par la vue.

Tableau 28.20. Vue `pg_stat_progress_vacuum`

Colonne	Type	Description
<code>pid</code>	integer	Identifiant (PID) du processus serveur.
<code>datid</code>	oid	OID de la base de données où est connecté ce processus serveur.
<code>datname</code>	name	Nom de la base de données où est connecté ce processus serveur.

Colonne	Type	Description
<i>relid</i>	oid	OID de la table nettoyée par le VACUUM.
<i>phase</i>	text	Phase actuelle du vacuum. Voir Tableau 28.21, « Phases du VACUUM ».
<i>heap_blks_total</i>	bigint	Nombre total de blocs de la table. Ce nombre est récupéré au début du parcours. Des blocs peuvent être ajoutés par la suite, mais ne seront pas (et n'ont pas besoin d'être) visités par ce VACUUM.
<i>heap_blks_scanned</i>	bigint	Nombre de blocs parcourus dans la table. Comme la carte de visibilité est utilisée pour optimiser les parcours, certains blocs seront ignorés sans inspection ; les blocs ignorés sont inclus dans ce total, pour que ce nombre puisse devenir égal à <i>heap_blks_total</i> quand le nettoyage se termine. Ce compteur avance seulement quand la phase est scanning heap.
<i>heap_blks_vacuumed</i>	bigint	Nombre de blocs nettoyés dans la table. Sauf si la table n'a pas d'index, ce compteur avance seulement quand la phase est vacuuming heap. Les blocs qui ne contiennent aucune ligne morte sont ignorés, donc le compteur pourrait parfois avancer par de larges incrémentations.
<i>index_vacuum_count</i>	bigint	Nombre de cycles de nettoyage d'index réalisés.
<i>max_dead_tuples</i>	bigint	Nombre de lignes mortes que nous pouvons stocker avant d'avoir besoin de réaliser un cycle de nettoyage d'index, basé sur maintenance_work_mem.
<i>num_dead_tuples</i>	bigint	Nombre de lignes mortes récupérées depuis le dernier cycle de nettoyage d'index.

Tableau 28.21. Phases du VACUUM

Phase	Description
initializing	VACUUM se prépare à commencer le parcours de la table. Cette phase est habituellement très rapide.
scanning heap	VACUUM parcourt la table. Il va défragmenter chaque bloc si nécessaire et potentiellement réaliser un gel des lignes. La colonne <i>heap_blks_scanned</i> peut être utilisée pour surveiller la progression du parcours.
vacuuming indexes	VACUUM est en train de nettoyer les index. Si une table a des index, ceci surviendra au moins une fois par vacuum, après le parcours complet de la table. Cela pourrait arriver plusieurs fois par vacuum si if maintenance_work_mem n'est pas suffisamment important pour y enregistrer le nombre de lignes mortes trouvées.
vacuuming heap	VACUUM est en train de nettoyer la table. Nettoyer la table est distinguer du parcours de la table, et survient après chaque phase de nettoyage d'index. Si <i>heap_blks_scanned</i> est inférieur à <i>heap_blks_total</i> , le système retournera à parcourir la table après la fin de cette phase. Sinon, il commencera le nettoyage des index une fois cette phase terminée.

Phase	Description
cleaning up indexes	VACUUM est en train de nettoyer les index. Ceci survient lorsque la table ait été entièrement parcourue et que le vacuum des index et de la table soit terminé.
truncating heap	VACUUM est en cours de tronquage de la table pour pouvoir redonner au système d'exploitation les pages vides en fin de relation. Ceci survient après le nettoyage des index.
performing final cleanup	VACUUM réalise le nettoyage final. Durant cette phase, VACUUM nettoiera la carte des espaces libres, mettra à jour les statistiques dans <code>pg_class</code> , et rapportera les statistiques au collecteur de statistiques. Une fois cette phase terminée, VACUUM se terminera.

28.5. Traces dynamiques

PostgreSQL™ fournit un support pour les traces dynamiques du serveur de bases de données. Ceci permet l'appel à un outil externe à certains points du code pour tracer son exécution.

Un certain nombre de sondes et de points de traçage sont déjà insérés dans le code source. Ces sondes ont pour but d'être utilisées par des développeurs et des administrateurs de base de données. Par défaut, les sondes ne sont pas compilées dans PostgreSQL™ ; l'utilisateur a besoin de préciser explicitement au script `configure` de rendre disponible les sondes.

Actuellement, l'outil *DTrace* est supporté. Il est disponible sur Solaris, OS X, FreeBSD, NetBSD et Oracle Linux. Le projet *Sys-temTap* fournit un équivalent DTrace et peut aussi être utilisé. Le support d'autres outils de traces dynamiques est possible théoriquement en modifiant les définitions des macros dans `src/include/utils/probes.h`.

28.5.1. Compiler en activant les traces dynamiques

Par défaut, les sondes ne sont pas disponibles, donc vous aurez besoin d'indiquer explicitement au script `configure` de les activer dans PostgreSQL™. Pour inclure le support de DTrace, ajoutez `--enable-dtrace` aux options de `configure`. Lire Section 16.4, « Procédure d'installation » pour plus d'informations.

28.5.2. Sondes disponibles

Un certain nombre de sondes standards sont fournies dans le code source, comme indiqué dans Tableau 28.22, « Sondes disponibles pour DTrace ». Tableau 28.23, « Types définis utilisés comme paramètres de sonde » précise les types utilisés dans les sondes. D'autres peuvent être ajoutées pour améliorer la surveillance de PostgreSQL™.

Tableau 28.22. Sondes disponibles pour DTrace

Nom	Paramètres	Aperçu
transaction-start	(<code>LocalTransactionId</code>)	Sonde qui se déclenche au lancement d'une nouvelle transaction. <code>arg0</code> est l'identifiant de transaction
transaction-commit	(<code>LocalTransactionId</code>)	Sonde qui se déclenche quand une transaction se termine avec succès. <code>arg0</code> est l'identifiant de transaction
transaction-abort	(<code>LocalTransactionId</code>)	Sonde qui se déclenche quand une transaction échoue. <code>arg0</code> est l'identifiant de transaction
query-start	(<code>const char *</code>)	Sonde qui se déclenche lorsque le traitement d'une requête commence. <code>arg0</code> est la requête
query-done	(<code>const char *</code>)	Sonde qui se déclenche lorsque le traitement d'une requête se termine. <code>arg0</code> est la requête
query-parse-start	(<code>const char *</code>)	Sonde qui se déclenche lorsque l'analyse d'une requête commence. <code>arg0</code> est la requête

Nom	Paramètres	Aperçu
query-parse-done	(const char *)	Sonde qui se déclenche lorsque l'analyse d'une requête se termine. arg0 est la requête
query-rewrite-start	(const char *)	Sonde qui se déclenche lorsque la réécriture d'une requête commence. arg0 est la requête
query-rewrite-done	(const char *)	Sonde qui se déclenche lorsque la réécriture d'une requête se termine. arg0 est la requête
query-plan-start	()	Sonde qui se déclenche lorsque la planification d'une requête commence
query-plan-done	()	Sonde qui se déclenche lorsque la planification d'une requête se termine
query-execute-start	()	Sonde qui se déclenche lorsque l'exécution d'une requête commence
query-execute-done	()	Sonde qui se déclenche lorsque l'exécution d'une requête se termine
statement-status	(const char *)	Sonde qui se déclenche à chaque fois que le processus serveur met à jour son statut dans pg_stat_activity.status. arg0 est la nouvelle chaîne de statut
checkpoint-start	(int)	Sonde qui se déclenche quand un point de retournement commence son exécution. arg0 détient les drapeaux bit à bit utilisés pour distinguer les différents types de points de retournement, comme un point suite à un arrêt, un point immédiat ou un point forcé
checkpoint-done	(int, int, int, int, int)	Sonde qui se déclenche quand un point de retournement a terminé son exécution (les sondes listées après se déclenchent en séquence lors du traitement d'un point de retournement). arg0 est le nombre de tampons mémoires écrits. arg1 est le nombre total de tampons mémoires. arg2, arg3 et arg4 contiennent respectivement le nombre de journaux de transactions ajoutés, supprimés et recyclés
clog-checkpoint-start	(bool)	Sonde qui se déclenche quand la portion CLOG d'un point de retournement commence. arg0 est true pour un point de retournement normal, false pour un point de retournement suite à un arrêt
clog-checkpoint-done	(bool)	Sonde qui se déclenche quand la portion CLOG d'un point de retournement commence. arg0 a la même signification que pour clog-checkpoint-start
subtrans-checkpoint-start	(bool)	Sonde qui se déclenche quand la portion SUBTRANS d'un point de retournement commence. arg0 est true pour un point de retournement normal, false pour un point de retournement suite à un arrêt
subtrans-checkpoint-done	(bool)	Sonde qui se déclenche quand la portion SUBTRANS d'un point de retournement se termine. arg0 a la même signification que pour subtrans-check-

Nom	Paramètres	Aperçu
		point-start
multixact-checkpoint-start	(bool)	Sonde qui se déclenche quand la portion MultiXact d'un point de retournement commence. arg0 est true pour un point de retournement normal, false pour un point de retournement suite à un arrêt
multixact-checkpoint-done	(bool)	Sonde qui se déclenche quand la portion MultiXact d'un point de retournement se termine. arg0 a la même signification que pour multixact-checkpoint-start
buffer-checkpoint-start	(int)	Sonde qui se déclenche quand la portion d'écriture de tampons d'un point de retournement commence. arg0 contient les drapeaux bit à bit pour distinguer différents types de point de retournement comme le point après arrêt, un point immédiat, un point forcé
buffer-sync-start	(int, int)	Sonde qui se déclenche quand nous commençons d'écrire les tampons modifiés pendant un point de retournement (après identification des tampons qui doivent être écrits). arg0 est le nombre total de tampons. arg1 est le nombre de tampons qui sont modifiés et n'ont pas besoin d'être écrits
buffer-sync-written	(int)	Sonde qui se déclenche après chaque écriture d'un tampon lors d'un point de retournement. arg0 est le numéro d'identifiant du tampon
buffer-sync-done	(int, int, int)	Sonde qui se déclenche quand tous les tampons modifiés ont été écrits. arg0 est le nombre total de tampons. arg1 est le nombre de tampons réellement écrits par le processus de point de retournement. arg2 est le nombre attendu de tampons à écrire (arg1 de buffer-sync-start) ; toute différence reflète d'autres processus écrivant des tampons lors du point de retournement
buffer-checkpoint-sync-start	()	Sonde qui se déclenche une fois les tampons modifiés écrits par le noyau et avant de commencer à lancer des requêtes fsync
buffer-checkpoint-done	()	Sonde qui se déclenche après la fin de la synchronisation des tampons sur le disque
twophase-checkpoint-start	()	Sonde qui se déclenche quand la portion deux-phases d'un point de retournement est commencée
twophase-checkpoint-done	()	Sonde qui se déclenche quand la portion deux-phases d'un point de retournement est terminée
buffer-read-start	(ForkNumber, BlockNumber, Oid, Oid, Oid, int, bool)	Sonde qui se déclenche quand la lecture d'un tampon commence. arg0 et arg1 contiennent les numéros de fork et de bloc de la page (arg1 vaudra -1 s'il s'agit de demande d'extension de la relation). arg2, arg3 et arg4 contiennent respectivement

Nom	Paramètres	Aperçu
		l'OID du tablespace, de la base de données et de la relation identifiant ainsi précisément la relation. arg5 est l'identifiant du processus moteur qui a créé la relation temporaire pour un tampon local ou InvalidBackendId (-1) pour un tampon partagé. arg6 est true pour une demande d'extension de la relation, false pour une lecture ordinaire
buffer-read-done	(ForkNumber, BlockNumber, Oid, Oid, Oid, int, bool, bool)	Sonde qui se déclenche quand la lecture d'un tampon se termine. arg0 et arg1 contiennent les numéros de fork et de bloc de la page (arg1 contient le numéro de bloc du nouveau bloc ajouté s'il s'agit de demande d'extension de la relation). arg2, arg3 et arg4 contiennent respectivement l'OID du tablespace, de la base de données et de la relation identifiant ainsi précisément la relation. arg5 est l'identifiant du processus moteur qui a créé la relation temporaire pour un tampon local ou InvalidBackendId (-1) pour un tampon partagé. arg6 est true pour une demande d'extension de la relation, false pour une lecture ordinaire. arg7 est true si la tampon était disponible en mémoire, false sinon
buffer-flush-start	(ForkNumber, BlockNumber, Oid, Oid, Oid)	Sonde qui se déclenche avant de lancer une demande d'écriture pour un bloc partagé. arg2, arg3 et arg4 contiennent respectivement l'OID du tablespace, de la base de données et de la relation identifiant ainsi précisément la relation
buffer-flush-done	(ForkNumber, BlockNumber, Oid, Oid, Oid)	Sonde qui se déclenche quand une demande d'écriture se termine. (Notez que ceci ne reflète que le temps passé pour fournir la donnée au noyau ; ce n'est habituellement pas encore écrit sur le disque.) Les arguments sont identiques à ceux de buffer-flush-start
buffer-write-dirty-start	(ForkNumber, BlockNumber, Oid, Oid, Oid)	Sonde qui se déclenche quand un processus serveur commence à écrire un tampon modifié sur disque. Si cela arrive souvent, cela implique que shared_buffers est trop petit ou que les paramètres de contrôle de bgwriter ont besoin d'un ajustement.) arg0 et arg1 contiennent les numéros de fork et de bloc de la page. arg2, arg3 et arg4 contiennent respectivement l'OID du tablespace, de la base de données et de la relation identifiant ainsi précisément la relation
buffer-write-dirty-done	(ForkNumber, BlockNumber, Oid, Oid, Oid)	Sonde qui se déclenche quand l'écriture d'un tampon modifié est terminé. Les arguments sont identiques à ceux de buffer-write-dirty-start
wal-buffer-write-dirty-start	()	Sonde qui se déclenche quand un processus serveur commence à écrire un tampon modifié d'un journal de transactions parce

Nom	Paramètres	Aperçu
		qu'il n'y a plus d'espace disponible dans le cache des journaux de transactions. (Si cela arrive souvent, cela implique que wal_buffers est trop petit.)
wal-buffer-write-dirty-done	()	Sonde qui se déclenche quand l'écriture d'un tampon modifié d'un journal de transactions est terminé
xlog-insert	(unsigned char, unsigned char)	Sonde qui se déclenche quand un enregistrement est inséré dans un journal de transactions. arg0 est le gestionnaire de ressource (rmid) pour l'enregistrement. arg1 contient des informations supplémentaires
xlog-switch	()	Sonde qui se déclenche quand une bascule du journal de transactions est demandée
smgr-md-read-start	(ForkNumber, BlockNumber, Oid, Oid, Oid, int)	Sonde qui se déclenche au début de la lecture d'un bloc d'une relation. arg0 et arg1 contiennent les numéros de fork et de bloc de la page. arg2, arg3 et arg4 contiennent respectivement l'OID du tablespace, de la base de données et de la relation identifiant ainsi précisément la relation. arg5 est l'identifiant du processus moteur qui a créé la relation temporaire pour un tampon local ou InvalidBackendId (-1) pour un tampon partagé
smgr-md-read-done	(ForkNumber, BlockNumber, Oid, Oid, Oid, int, int, int)	Sonde qui se déclenche à la fin de la lecture d'un bloc. arg0 et arg1 contiennent les numéros de fork et de bloc de la page. arg2, arg3 et arg4 contiennent respectivement l'OID du tablespace, de la base de données et de la relation identifiant ainsi précisément la relation. arg5 est l'identifiant du processus moteur qui a créé la relation temporaire pour un tampon local ou InvalidBackendId (-1) pour un tampon partagé. arg6 est le nombre d'octets réellement lus alors que arg7 est le nombre d'octets demandés (s'il y a une différence, il y a un problème)
smgr-md-write-start	(ForkNumber, BlockNumber, Oid, Oid, Oid, int)	Sonde qui se déclenche au début de l'écriture d'un bloc dans une relation. arg0 et arg1 contiennent les numéros de fork et de bloc de la page. arg2, arg3 et arg4 contiennent respectivement l'OID du tablespace, de la base de données et de la relation identifiant ainsi précisément la relation. arg5 est l'identifiant du processus moteur qui a créé la relation temporaire pour un tampon local ou InvalidBackendId (-1) pour un tampon partagé
smgr-md-write-done	(ForkNumber, BlockNumber, Oid, Oid, Oid, int, int, int)	Sonde qui se déclenche à la fin de l'écriture d'un bloc. arg0 et arg1 contiennent les numéros de fork et de bloc de la page. arg2, arg3 et arg4 contiennent respectivement l'OID du tablespace, de la base de données et de la relation identifiant ainsi précisément la relation. arg5 est l'identifiant du processus moteur qui a créé la relation temporaire pour un tampon local ou InvalidBackendId (-1) pour un tampon partagé

Nom	Paramètres	Aperçu
		pon local ou InvalidBackendId (-1) pour un tampon partagé. arg6 est le nombre d'octets réellement écrits alors que arg7 est le nombre d'octets demandés (si ces nombres sont différents, cela indique un problème)
sort-start	(int, bool, int, int, bool)	Sonde qui se déclenche quand une opération de tri est démarré. arg0 indique un tri de la table, de l'index ou d'un datum. arg1 est true si on force les valeurs uniques. arg2 est le nombre de colonnes clés. arg3 est le nombre de Ko de mémoire autorisé pour ce travail. arg4 est true si un accès aléatoire au résultat du tri est requis
sort-done	(bool, long)	Sonde qui se déclenche quand un tri est terminé. arg0 est true pour un tri externe, false pour un tri interne. arg1 est le nombre de blocs disque utilisés pour un tri externe, ou le nombre de Ko de mémoire utilisés pour un tri interne
lwlock-acquire	(char *, int, LWLockMode)	Sonde qui se déclenche quand un LWLock a été acquis. arg0 est la tranche de LWLock. arg1 est le décalage de LWLock dans sa tranche. arg2 est le mode de verrou attendu, soit exclusif soit partagé.
lwlock-release	(char *, int)	Sonde qui se déclenche quand un LWLock a été relâché (mais notez que tout processus en attente n'a pas encore été réveillé). arg0 est la tranche de LWLock. arg1 est le décalage de LWLock dans sa tranche.
lwlock-wait-start	(char *, int, LWLockMode)	Sonde qui se déclenche quand un LWLock n'était pas immédiatement disponible et qu'un processus serveur a commencé à attendre la disponibilité du verrou. arg0 est la tranche de LWLock. arg1 est le décalage de LWLock dans sa tranche. arg2 est le mode de verrou attendu, soit exclusif soit partagé.
lwlock-wait-done	(char *, int, LWLockMode)	Sonde qui se déclenche quand un processus serveur n'est plus en attente d'un LWLock (il n'a pas encore le verrou). arg0 est la tranche de LWLock. arg1 est le décalage de LWLock dans sa tranche. arg2 est le mode de verrou attendu, soit exclusif soit partagé.
lwlock-condacquire	(char *, int, LWLockMode)	Sonde qui se déclenche quand un LWLock a été acquis avec succès malgré le fait que l'appelant ait demandé de ne pas attendre. arg0 est la tranche de LWLock. arg1 est le décalage de LWLock dans sa tranche. arg2 est le mode de verrou attendu, soit exclusif soit partagé.
lwlock-condacquire-fail	(char *, int, LWLockMode)	Sonde qui se déclenche quand un LWLock, demandé sans attente, n'est pas accepté. arg0 est la tranche de LWLock. arg1 est le décalage de LWLock dans sa tranche. arg2 est le mode de verrou attendu, soit exclusif soit partagé.

Nom	Paramètres	Aperçu
		du, soit exclusif soit partagé.
lock-wait-start	(unsigned int, unsigned int, unsigned int, unsigned int, LOCKMODE)	Sonde qui se déclenche quand une demande d'un gros verrou (<i>lmgr lock</i>) a commencé l'attente parce que le verrou n'était pas disponible. arg0 à arg3 sont les champs identifiant l'objet en cours de verrouillage. arg4 indique le type d'objet à verrouiller. arg5 indique le type du verrou demandé
lock-wait-done	(unsigned int, unsigned int, unsigned int, unsigned int, LOCKMODE)	Sonde qui se déclenche quand une demande d'un gros verrou (<i>lmgr lock</i>) a fini d'attendre (c'est-à-dire que le verrou a été accepté). Les arguments sont identiques à ceux de lock-wait-start
deadlock-found	()	Sonde qui se déclenche quand un verrou mortel est trouvé par le détecteur

Tableau 28.23. Types définis utilisés comme paramètres de sonde

Type	Definition
LocalTransactionId	unsigned int
LWLockMode	int
LOCKMODE	int
BlockNumber	unsigned int
Oid	unsigned int
ForkNumber	int
bool	char

28.5.3. Utiliser les sondes

L'exemple ci-dessous montre un script DTrace pour l'analyse du nombre de transactions sur le système, comme alternative à l'interrogation régulière de pg_stat_database avant et après un test de performance :

```
#!/usr/sbin/dtrace -qs

postgresql$1:::transaction-start
{
    @start["Start"] = count();
    self->ts = timestamp;
}

postgresql$1:::transaction-abort
{
    @abort["Abort"] = count();
}

postgresql$1:::transaction-commit
/self->ts/
{
    @commit["Commit"] = count();
    @time["Total time (ns)"] = sum(timestamp - self->ts);
    self->ts=0;
}
```

À son exécution, le script de l'exemple D donne une sortie comme :

```
# ./txn_count.d `pgrep -n postgres` or ./txn_count.d <PID>
^C
```

Start	71
Commit	70
Total time (ns)	2312105013



Note

SystemTap utilise une notation différente de DTrace pour les scripts de trace, même si les points de trace sont compatibles. Il est intéressant de noter que, lorsque nous avons écrit ce texte, les scripts SystemTap doivent référencer les noms des sondes en utilisant des tirets bas doubles à la place des tirets simples. Il est prévu que les prochaines versions de SystemTap corrigent ce problème.

Vous devez vous rappeler que les programmes DTrace doivent être écrits soigneusement, sinon les informations récoltées pourraient ne rien valoir. Dans la plupart des cas où des problèmes sont découverts, c'est l'instrumentation qui est erronée, pas le système sous-jacent. En discutant des informations récupérées en utilisant un tel système, il est essentiel de s'assurer que le script utilisé est lui-aussi vérifié et discuter.

28.5.4. Définir de nouvelles sondes

De nouvelles sondes peuvent être définies dans le code partout où le développeur le souhaite bien que cela nécessite une nouvelle compilation. Voici les étapes nécessaires pour insérer de nouvelles sondes :

1. Décider du nom de la sonde et des données nécessaires pour la sonde
2. Ajoutez les définitions de sonde dans `src/backend/utils/probes.d`
3. Inclure `pg_trace.h` s'il n'est pas déjà présent dans le module contenant les points de sonde, et insérer les macros `TRACE_POSTGRESQL` aux emplacements souhaités dans le code source
4. Recompiler et vérifier que les nouvelles sondes sont disponibles

Exemple : Voici un exemple d'ajout d'une sonde pour tracer toutes les nouvelles transactions par identifiant de transaction.

1. La sonde sera nommée `transaction-start` et nécessite un paramètre de type `LocalTransactionId`
2. Ajout de la définition de la sonde dans `src/backend/utils/probes.d` :

```
probe transaction_start(LocalTransactionId);
```

Notez l'utilisation du double tiret bas dans le nom de la sonde. Dans un script DTrace utilisant la sonde, le double tiret bas doit être remplacé par un tiret, donc `transaction-start` est le nom à documenter pour les utilisateurs.

3. Au moment de la compilation, `transaction_start` est converti en une macro appelée `TRACE_POSTGRESQL_TRANSACTION_START` (notez que les tirets bas ne sont plus doubles ici), qui est disponible en incluant le fichier `pg_trace.h`. Il faut ajouter l'appel à la macro aux bons emplacements dans le code source. Dans ce cas, cela ressemble à :

```
TRACE_POSTGRESQL_TRANSACTION_START(vxid.localTransactionId);
```

4. Après une nouvelle compilation et l'exécution du nouveau binaire, il faut vérifier que la nouvelle sonde est disponible en exécutant la commande DTrace suivante. Vous devriez avoir cette sortie :

```
# dtrace -ln transaction-start
      ID   PROVIDER        MODULE           FUNCTION NAME
18705  postgresql149878    postgres     StartTransactionCommand transaction-start
18755  postgresql149877    postgres     StartTransactionCommand transaction-start
18805  postgresql149876    postgres     StartTransactionCommand transaction-start
18855  postgresql149875    postgres     StartTransactionCommand transaction-start
18986  postgresql149873    postgres     StartTransactionCommand transaction-start
```

Il faut faire attention à d'autres choses lors de l'ajout de macros de trace dans le code C :

- Vous devez faire attention au fait que les types de données indiqués pour les paramètres d'une sonde correspondent aux types de données des variables utilisées dans la macro. Dans le cas contraire, vous obtiendrez des erreurs de compilation.
- Sur la plupart des plateformes, si PostgreSQL™ est construit avec --enable-dtrace, les arguments pour une macro de trace seront évalués à chaque fois que le contrôle passe dans la macro, *même si aucun traçage n'est réellement en cours*. Cela a généralement peu d'importance si vous rapportez seulement les valeurs de quelques variables locales mais faites bien attention à l'utilisation de fonctions coûteuses. Si vous devez le faire, pensez à protéger la macro avec une vérification pour vous assurer que la trace est bien activée :

```
if (TRACE_POSTGRESQL_TRANSACTION_START_ENABLED( ))
    TRACE_POSTGRESQL_TRANSACTION_START(some_function(...));
```

Chaque macro de trace a une macro ENABLED correspondante.

Chapitre 29. Surveiller l'utilisation des disques

Ce chapitre explique comment surveiller l'utilisation que fait PostgreSQL™ des disques.

29.1. Déterminer l'utilisation des disques

Chaque table possède un fichier principal (*heap*) dans lequel la majorité des données sont stockées. Si la table a des colonnes potentiellement grandes en taille, il pourrait aussi y avoir un fichier TOAST associé à la table. Ce fichier permet de stocker les valeurs trop larges pour tenir dans la table principale (voir la Section 65.2, « TOAST »). Si la table TOAST existe, un index valide lui est associé. Des index peuvent également être associés à la table de base. Chaque table ou index est stocké dans un fichier distinct -- voire plus si la taille du fichier dépasse 1 Go. Les conventions de nommage de ces fichiers sont décrites dans la Section 65.1, « Emplacement des fichiers de la base de données ».

L'espace disque peut être surveillé de trois façons différentes : en utilisant les fonctions SQL listées dans Tableau 9.83, « Fonctions de calcul de la taille des objets de la base de données », en utilisant le module `oid2name(1)` ou en inspectant manuellement les catalogues système. Les fonctions SQL sont les plus simples à utiliser et sont généralement recommandées. Le reste de cette section montre comment le faire en inspectant les catalogues système.

Sur une base de données récemment « nettoyée » (**VACUUM**) ou « analysée » (**ANALYZE**), `psql` permet de lancer des requêtes pour voir l'occupation disque d'une table :

```
SELECT pg_relation_filepath(oid), relpages FROM pg_class WHERE relname = 'customer';
 pg_relation_filepath | relpages
-----+-----
 base/16384/16806 |      60
(1 row)
```

Chaque page a une taille de 8 Ko, typiquement. (Rappelez-vous que `relpages` est seulement mis à jour par **VACUUM**, **ANALYZE** et quelques commandes DDL telles que **CREATE INDEX**.) Le chemin du fichier n'a d'intérêt que si vous voulez examiner directement le fichier de la table.

Pour connaître l'espace disque utilisé par les tables TOAST, on utilise une requête similaire à la suivante :

```
SELECT relname, relpages
FROM pg_class,
     (SELECT reltoastrelid
      FROM pg_class
      WHERE relname = 'customer') AS ss
WHERE oid = ss.reltoastrelid OR
      oid = (SELECT indexrelid
              FROM pg_index
              WHERE indrelid = ss.reltoastrelid)
ORDER BY relname;
 relname | relpages
-----+
 pg_toast_16806 |      0
 pg_toast_16806_index |      1
```

On peut aussi facilement afficher la taille des index :

```
SELECT c2.relname, c2.relpages
FROM pg_class c, pg_class c2, pg_index i
WHERE c.relname = 'customer' AND
      c.oid = i.indrelid AND
      c2.oid = i.indexrelid
ORDER BY c2.relname;
 relname | relpages
-----+
 customer_id_indexdex |      26
```

Les tables et les index les plus volumineux sont repérés à l'aide de la requête suivante :

```
SELECT relname, relpages
FROM pg_class
```

```
ORDER BY relpages DESC;  
  
relname      | relpages  
-----+-----  
bigtable     | 3290  
customer     | 3144
```

29.2. Panne pour disque saturé

La tâche la plus importante d'un administrateur de base de données, en ce qui concerne la surveillance des disques, est de s'assurer que les disques n'arrivent pas à saturation. Un disque de données plein ne corrompt pas les données mais peut empêcher toute activité. S'il s'agit du disque contenant les fichier WAL, une alerte PANIC et un arrêt du serveur peuvent survenir.

S'il n'est pas possible de libérer de la place sur le disque, il faut envisager le déplacement de quelques fichiers vers d'autres systèmes de fichiers à l'aide des *tablespaces*. Voir la Section 22.6, « Tablespaces » pour plus d'informations.



Astuce

Certains systèmes de fichiers réagissent mal à proximité des limites de remplissage. Il est donc préférable de ne pas attendre ce moment pour réagir.

Si le système supporte les quotas disque par utilisateur, la base de données est alors soumise au quota de l'utilisateur qui exécute le serveur de base de données. Dépasser ce quota a les mêmes conséquences néfastes qu'un disque plein.

Chapitre 30. Fiabilité et journaux de transaction

Ce chapitre explique comment les journaux de transaction sont utilisés pour obtenir des traitements efficaces et fiables.

30.1. Fiabilité

La fiabilité est une propriété importante de tout système de base de données sérieux. PostgreSQL™ fait tout ce qui est en son pouvoir pour garantir une fiabilité à toute épreuve. Un des aspects de cette fiabilité est que toutes les données enregistrées par une transaction validée doivent être stockées dans un espace non volatile, un espace non sensible aux coupures de courant, aux bogues du système d'exploitation et aux problèmes matériels (sauf en cas de problème sur l'espace non volatile, bien sûr). Écrire avec succès les données sur le stockage permanent de l'ordinateur (disque dur ou un équivalent) est habituellement suffisant pour cela. En fait, même si un ordinateur est vraiment endommagé, si le disque dur survit, il peut être placé dans un autre ordinateur avec un matériel similaire et toutes les transactions validées resteront intactes.

Bien que forcer l'enregistrement des données périodiquement sur le disque semble être une opération simple, ce n'est pas le cas. Comme les disques durs sont beaucoup plus lents que la mémoire principale et les processeurs, plusieurs niveaux de cache existent entre la mémoire principale de l'ordinateur et les disques. Tout d'abord, il existe le tampon cache du système d'exploitation, qui met en cache les blocs disque fréquemment utilisés et combine les écritures sur le disque. Heureusement, tous les systèmes d'exploitation donne un moyen de forcer les écritures du cache disque vers le disque et PostgreSQL™ utilise ces fonctions (voir le paramètre `wal_sync_method` pour voir comment cela se fait).

Ensuite, il pourrait y avoir un cache dans le contrôleur du disque dur ; ceci est assez commun sur les cartes contrôleur RAID. Certains de ces caches sont *write-through*, signifiant que les écritures sont envoyées au lecteur dès qu'elles arrivent. D'autres sont *write-back*, signifiant que les données sont envoyées au lecteur un peu après. De tels caches peuvent apporter une faille dans la fiabilité car la mémoire du cache du disque contrôleur est volatile et qu'elle perdra son contenu à la prochaine coupure de courant. Des cartes contrôleur de meilleure qualité ont des caches *avec batterie* (BBU), signifiant que la carte dispose d'une batterie qui maintient le courant dans le cache en cas de perte de courant. Une fois le courant revenu, les données seront écrites sur les disques durs.

Et enfin, la plupart des disques durs ont des caches. Certains sont « write-through » alors que d'autres sont « write-back ». Les mêmes soucis sur la perte de données existent pour ces deux types de cache. Les lecteurs IDE ont principalement des caches « write-back » qui ne survivront pas à une perte de courant. Many solid-state drives (SSD) also have volatile write-back caches.

Ces caches peuvent typiquement être désactivés. Néanmoins, la méthode pour le faire dépend du système d'exploitation et du type de disque :

- Sur Linux™, les disques IDE et SATA peuvent être vérifiés avec la commande **hdparm -I** ; le cache en écriture est activé si une étoile (*) se trouve derrière le texte `Write cache`. **hdparm -W 0** peut être utilisé pour désactiver le cache en écriture. Les disques SCSI peuvent être vérifiés en utilisant **sparm**. Utilisez **sparm --get=WCE** pour vérifier si le cache en écriture est activé et **sparm --clear=WCE** pour le désactiver.
- Sur FreeBSD™, les disques IDE peuvent être vérifiés avec **atacontrol** et le cache en écriture désactivé avec `hw.ata.wc=0` dans le fichier de configuration `/boot/loader.conf` ; les disques SCSI peuvent être vérifiés en utilisant **camcontrol identify**, et le cache en écriture peut être vérifié et modifié en utilisant **sparm** quand cette commande est disponible.
- Sur Solaris™, le cache disque en écriture est contrôlé par **format -e**. (Le système de fichiers Solaris ZFS est sûr, y compris quand le cache disque en écriture est activé car il exécute ses propres commandes de vidage du cache.)
- Sur Windows™, si `wal_sync_method` vaut `open_datasync` (la valeur par défaut), le cache en écriture peut être désactivé en décochant `My Computer\Open\disk drive\Properties\Hardware\Properties\Policies\Enable write caching on the disk`. Sinon configurez `wal_sync_method` à `fsync` ou `fsync_writethrough` pour désactiver le cache en écriture.
- Sur OS X™, le cache en écriture peut être évité en configurant `wal_sync_method` à `fsync_writethrough`.

Les disques SATA récents (ceux compatibles ATAPI-6 ou supérieurs) proposent une commande pour vider le cache sur le disque (**FLUSH CACHE EXT**) alors que les disques SCSI proposent depuis longtemps une commande similaire, **SYNCHRONIZE CACHE**. Ces commandes ne sont pas directement accessibles à PostgreSQL™, mais certains systèmes de fichiers (comme ZFS, ext4) peuvent les utiliser pour vider les données sur disque pour les disques dont le cache en écriture est activé. Malheureusement, ces systèmes de fichiers se comportent de façon non optimale avec des contrôleurs disque équipés de batterie (BBU, acronyme de *Battery-Backed Unit*). Dans ce type de configuration, la commande de synchronisation force l'écriture de toutes les données comprises dans le cache sur les disques, éliminant ainsi tout l'intérêt d'un cache protégé par une batterie. Vous pouvez lancer l'outil `pg_test_fsync(1)`, disponible dans le code source de PostgreSQL, pour vérifier si vous êtes affecté. Si vous l'êtes, les améliorations de performance du cache BBU peuvent être de nouveaux obtenus en désactivant les barrières d'écriture

dans la configuration du système de fichiers ou en reconfigurant le contrôleur de disque, si cela est possible. Si les barrières d'écriture sont désactivées, assurez-vous que la batterie reste active. Une batterie défectueuse peut être une cause de perte de données. Il reste à espérer que les concepteurs de systèmes de fichiers et de contrôleurs disque finissent par s'attaquer à ce comportement gênant.

Quand le système d'exploitation envoie une demande d'écriture au système de stockage, il ne peut pas faire grand chose pour s'assurer que les données sont arrivées dans un espace de stockage non volatile. Ce travail incombe à l'administrateur : ce dernier doit s'assurer que tous les composants de stockage assurent l'intégrité des données et des métadonnées du système de fichier. Évitez les contrôleurs disques ne disposant pas de caches protégés par batterie. Au niveau du disque, désactivez le cache « write-back » si le disque ne garantit pas que les données seront écrites avant un arrêt. Si vous utilisez des disques SSD, sachez que beaucoup n'honorent pas les commandes de vidage de cache par défaut. Vous pouvez tester la fiabilité du comportement du système disque en utilisant `diskchecker.pl`.

Un autre risque concernant la perte des données est dû aux opérations d'écriture sur les plateaux du disque. Les plateaux sont divisés en secteur de 512 octets généralement. Chaque opération de lecture ou écriture physique traite un secteur entier. Quand la demande d'écriture arrive au lecteur, elle pourrait contenir des multiples de 512 octets (PostgreSQL™ écrit généralement 8192 octets, soit 16 secteurs, à la fois) et le processus d'écriture pourrait échouer à cause d'une perte de courant à tout moment signifiant que certains octets pourraient être écrits et les autres perdus. Pour se prévenir contre ce type d'échec, PostgreSQL™ écrit périodiquement des images de page complète sur le stockage permanent des journaux de transactions *avant* de modifier la page réelle sur disque. En effectuant ceci, lors d'une récupération après un arrêt brutal, PostgreSQL™ peut restaurer des pages écrites partiellement à partir des journaux de transactions. Si vous avez un système de fichiers qui vous protège contre les écritures de pages incomplètes (par exemple ZFS), vous pouvez désactiver la création des images de page en utilisant le paramètre `full_page_writes`. Les contrôleurs disques disposant d'une batterie (BBU pour *Battery-Backed Unit*) n'empêchent pas les écritures de pages partielles sauf s'ils garantissent que les données sont écrites par pages complètes de 8 Ko.

PostgreSQL™ protège aussi de certaines corruptions de données des supports de stockage qui pourraient se produire suite à des erreurs au niveau matériel ou des problèmes d'usure rencontrés avec le temps, comme par exemple la lecture ou l'écriture de données erronées.

- Chaque enregistrement individuel d'un journal de transactions est protégé par une somme de contrôle CRC-32 (32-bit) qui permet de savoir si le contenu de l'enregistrement est correct. La valeur du CRC est définie à chaque écriture d'un enregistrement dans les journaux de transactions et vérifiée durant la reconstruction de la mémoire, la récupération d'une archive ou encore la réPLICATION.
- Les pages de données ne disposent pas de sommes de contrôle par défaut, mais les images des pages complètes stockées dans les enregistrements des journaux de transactions seront protégées. Voir `initdb` pour les détails sur l'activation des sommes de contrôle sur les pages de données.
- Le code vérificateur des structures de données internes comme `pg_clog`, `pg_subtrans`, `pg_multixact`, `pg_serial`, `pg_notify`, `pg_stat`, `pg_snapshots` ne sont pas directement calculées, même si les pages sont protégées par les écritures de pages complètes. Cependant, lorsque de telles structures de données sont persistantes, les enregistrements des journaux de transactions sont écrits de manière à ce que les modifications récentes puissent être rapidement reconstruites durant une restauration après incident, et pour cela, ils sont protégés tel que décrit plus haut.
- Les fichiers d'état individuels de `pg_twophase` sont protégés par une somme de contrôle CRC-32.
- Les fichiers de données temporaires utilisés pour les grosses requêtes SQL de tri, la matérialisation ou encore les résultats intermédiaires ne sont pas actuellement l'objet d'un calcul de somme de contrôle, bien que la modification de ces fichiers soit consignée dans les enregistrements des journaux de transactions.

PostgreSQL™ ne protège pas contre les erreurs mémoires et il est pris comme hypothèse que vous travaillerez avec de la RAM respectant les standards de l'industrie, incluant les codes des correcteurs d'erreur (ECC) ou une meilleure protection.

30.2. Write-Ahead Logging (WAL)

Write-Ahead Logging (WAL) est une méthode conventionnelle pour s'assurer de l'intégrité des données. Une description détaillée peut être trouvée dans la plupart des livres sur le traitement transactionnel. Brièvement, le concept central du WAL est d'effectuer les changements des fichiers de données (donc les tables et les index) uniquement après que ces changements ont été écrits de façon sûre dans un journal, appelé journal des transactions. Si nous suivons cette procédure, nous n'avons pas besoin d'écrire les pages de données vers le disque à chaque validation de transaction car nous savons que, dans l'éventualité d'une défaillance, nous serons capables de récupérer la base de données en utilisant le journal : chaque changement qui n'a pas été appliqué aux pages de données peut être ré-exécuté depuis les enregistrements du journal (ceci est une récupération roll-forward, aussi connue sous le nom de REDO).



Astuce

Comme les journaux de transaction permettent de restaurer le contenu des fichiers de base de données après un arrêt brutal, les systèmes de fichiers journalisés ne sont pas nécessaires pour stocker avec fiabilité les fichiers de données ou les journaux de transactions. En fait, la surcharge causée par la journalisation peut réduire les performances, tout spécialement si la journalisation fait que les *données* du système de fichiers sont envoyées sur disque. Heureusement, l'envoi des données lors de la journalisation peut souvent être désactivé avec une option de montage du système de fichiers, par exemple `data=writeback` sur un système de fichiers Linux ext3. Par contre, les systèmes de fichiers journalisés améliorent la rapidité au démarrage après un arrêt brutal.

Utiliser les journaux de transaction permet de réduire de façon significative le nombre d'écritures sur le disque puisque seul le journal a besoin d'être écrit sur le disque pour garantir qu'une transaction a été validée plutôt que d'écrire dans chaque fichier de données modifié par la transaction. Ce journal est écrit séquentiellement ce qui fait que le coût de synchronisation du journal est largement moindre que le coût d'écriture des pages de données. Ceci est tout spécialement vrai pour les serveurs gérant beaucoup de petites transactions touchant différentes parties du stockage de données. De plus, quand le serveur traite plein de petites transactions en parallèle, un `f sync` du journal des transactions devrait suffire pour enregistrer plusieurs transactions.

Les journaux de transaction rendent possible le support de sauvegarde en ligne et de récupération à un moment, comme décrit dans la Section 25.3, « Archivage continu et récupération d'un instantané (PITR) ». En archivant les journaux de transaction, nous pouvons supporter le retour à tout instant couvert par les données disponibles dans les journaux de transaction : nous installons simplement une ancienne sauvegarde physique de la base de données et nous rejouons les journaux de transaction jusqu'au moment désiré. Qui plus est, la sauvegarde physique n'a pas besoin d'être une image instantanée de l'état de la base de données -- si elle a été faite pendant une grande période de temps, alors rejouer les journaux de transaction pour cette période corrigera toute incohérence interne.

30.3. Validation asynchrone (Asynchronous Commit)

La *validation asynchrone* est une option qui permet aux transactions de se terminer plus rapidement. Le risque encouru est de perdre les transactions les plus récentes dans le cas où le serveur s'arrête brutalement. Dans beaucoup d'applications, le compromis est acceptable.

Comme le décrit la section précédente, la validation d'une transaction est habituellement *synchrone* : le serveur attend que les enregistrements des journaux de transaction soient bien sauvegardés sur un disque avant de renvoyer l'information du succès de l'opération au client. Ce dernier a donc la garantie qu'une transaction validée est stockée de façon sûre, donc même en cas d'arrêt brutal immédiatement après. Néanmoins, pour les petites transactions, ce délai est une partie importante de la durée totale d'exécution de la transaction. Sélectionner le mode de validation asynchrone signifie que le serveur renvoie le succès de l'opération dès que la transaction est terminée logiquement, donc avant que les enregistrements du journal de transaction que cette transaction a générée ne soient réellement stockées sur disque. Ceci peut apporter une accélération importante pour les petites transactions.

La validation asynchrone introduit le risque des pertes de données. Il existe un petit délai entre le moment où le rapport de la fin d'une transaction est envoyé au client et celui où la transaction est réellement enregistrée (c'est-à-dire le moment où le résultat de cette transaction ne pourra pas être perdu même en cas d'arrêt brutal du serveur). Du coup, la validation asynchrone ne devrait pas être utilisée si le client se base sur le fait que la transaction est enregistrée de façon sûre. Par exemple, une banque ne devra pas utiliser la validation asynchrone pour l'enregistrement d'une transaction sur les opérations sur un compte bancaire. Dans de nombreux autres scénarios, comme la trace d'événements, il n'y a pas de garantie forte de ce type.

Le risque pris avec l'utilisation de la validation asynchrone concerne la perte de données, pas la corruption de données. Si le serveur s'arrête brutalement, il récupèrera en rejouant les journaux de transaction jusqu'au dernier enregistrement qui a été envoyé au disque. La base de données sera donc dans un état cohérent mais toutes les transactions qui n'auront pas été enregistrées sur disque n'apparaîtront pas. L'effet immédiat est donc la perte des dernières transactions. Comme les transactions sont rejouées dans l'ordre de validation, aucune incohérence ne sera introduite -- par exemple, si la transaction B fait des modifications sur les effets d'une précédente transaction A, il n'est pas possible que les effets de A soient perdus alors que les effets de B sont préservés.

L'utilisateur peut sélectionner le mode de validation de chaque transaction, donc il est possible d'avoir en même temps des transactions validées en synchrone et en asynchrone. Une grande flexibilité est permise entre performance et durabilité de certaines transactions. Le mode de validation est contrôlé par le paramètre utilisateur `synchronous_commit`, qui peut être modifié comme tout autre paramètre utilisateur. Le mode utilisé pour toute transaction dépend de la valeur de `synchronous_commit` au début de la transaction.

Certaines commandes, par exemple **DROP TABLE**, sont forcées en mode synchrone quelque soit la valeur du paramètre `synchronous_commit`. Ceci a pour but de s'assurer de la cohérence entre le système de fichiers du serveur et l'état logique de la base de données. Les commandes gérant la validation en deux phases, comme **PREPARE TRANSACTION**, sont aussi toujours synchrones.

Si la base de données s'arrête brutalement lors du délai entre une validation asynchrone et l'écriture des enregistrements dans le journal des transactions, les modifications réalisées lors de cette transaction *seront perdues*. La durée de ce délai est limitée car un

processus en tâche de fond (le « wal writer ») envoie les enregistrements non écrits des journaux de transaction sur le disque toutes les `wal_writer_delay` millisecondes. La durée maximum actuelle de ce délai est de trois fois `wal_writer_delay` car le processus d'écriture des journaux de transaction est conçu pour favoriser l'écriture de pages complètes lors des périodes de grosses activités.



Attention

Un arrêt en mode immédiat est équivalent à un arrêt brutal et causera du coup la perte des validations asynchrones.

La validation asynchrone fournit un comportement différent de la simple désactivation de `fsync`. `fsync` est un paramètre pour le serveur entier qui modifie le comportement de toutes les transactions. Cela désactive toute logique de PostgreSQL™ qui tente de synchroniser les écritures aux différentes parties de la base de données (c'est-à-dire l'arrêt brutal du matériel ou du système d'exploitation, par un échec de PostgreSQL™ lui-même) pourrait résulter en une corruption arbitraire de l'état de la base de données. Dans de nombreux scénarios, la validation asynchrone fournit la majorité des améliorations de performances obtenues par la désactivation de `fsync`, mais sans le risque de la corruption de données.

`commit_delay` semble aussi très similaire à la validation asynchrone mais il s'agit en fait d'une méthode de validation synchrone (en fait, `commit_delay` est ignoré lors d'une validation asynchrone). `commit_delay` a pour effet l'application d'un délai avant qu'une transaction entraîne la mise à jour du WAL sur disque, dans l'espoir que cela profite aussi aux autres transactions qui auraient été commitées à peu près au même moment. Ce paramètre peut être vu comme le moyen d'augmenter la fenêtre de temps durant laquelle chaque transaction peut participer à un même vidage sur disque, pour amortir le coût de chaque vidage sur disque sur plusieurs transactions.

30.4. Configuration des journaux de transaction

Il y a plusieurs paramètres de configuration associés aux journaux de transaction qui affectent les performances de la base de données. Cette section explique leur utilisation. Consultez le Chapitre 19, Configuration du serveur pour des détails sur la mise en place de ces paramètres de configuration.

Dans la séquence des transactions, les *points de contrôles* (appelés *checkpoints*) sont des points qui garantissent que les fichiers de données table et index ont été mis à jour avec toutes les informations enregistrées dans le journal avant le point de contrôle. Au moment du point de contrôle, toutes les pages de données non propres sont écrites sur le disque et une entrée spéciale, pour le point de contrôle, est écrite dans le journal. (Les modifications étaient déjà envoyées dans les journaux de transactions.) En cas de défaillance, la procédure de récupération recherche le dernier enregistrement d'un point de vérification dans les traces (enregistrement connu sous le nom de « redo log ») à partir duquel il devra lancer l'opération REDO. Toute modification effectuée sur les fichiers de données avant ce point est garantie d'avoir été enregistrée sur disque. Du coup, après un point de vérification, tous les segments représentant des journaux de transaction précédant celui contenant le « redo record » ne sont plus nécessaires et peuvent être soit recyclés soit supprimés (quand l'archivage des journaux de transaction est activé, ces derniers doivent être archivés avant d'être recyclés ou supprimés).

CHECKPOINT doit écrire toutes les pages de données modifiées sur disque, ce qui peut causer une charge disque importante. Du coup, l'activité des CHECKPOINT est diluée de façon à ce que les entrées/sorties disque commencent au début du CHECKPOINT et se terminent avant le démarrage du prochain CHECKPOINT ; ceci minimise la dégradation des performances lors des CHECKPOINT.

Le processus checkpointer lance automatiquement un point de contrôle de temps en temps : toutes les `checkpoint_timeout` secondes ou si `max_wal_size` risque d'être dépassé, suivant ce qui arrive en premier. La configuration par défaut de ces deux paramètres est, respectivement, 5 minutes et 1 Go. Si aucun enregistrement WAL n'a été écrit depuis le dernier checkpoint, les nouveaux checkpoint ne seront pas effectués même si la durée `checkpoint_timeout` est dépassée. (Si l'archivage des WAL est utilisé et que vous voulez définir une limite basse correspondant à la fréquence à laquelle les fichiers sont archivés de manière à limiter la perte potentielle de données, vous devez ajuster le paramètre `archive_timeout` plutôt que les paramètres affectant les checkpoints.) Il est aussi possible de forcer un checkpoint en utilisant la commande SQL **CHECKPOINT**.

La réduction de `checkpoint_timeout` et/ou `max_wal_size` implique des points de contrôle plus fréquents. Cela permet une récupération plus rapide après défaillance puisqu'il y a moins d'écritures à synchroniser. Cependant, il faut équilibrer cela avec l'augmentation du coût d'écriture des pages de données modifiées. Si `full_page_writes` est configuré (ce qui est la valeur par défaut), il reste un autre facteur à considérer. Pour s'assurer de la cohérence des pages de données, la première modification d'une page de données après chaque point de vérification résulte dans le traçage du contenu entier de la page. Dans ce cas, un intervalle de points de vérification plus petit augmentera le volume en sortie des journaux de transaction, diminuant légèrement l'intérêt d'utiliser un intervalle plus petit et impliquant de toute façon plus d'entrées/sorties au niveau disque.

Les points de contrôle sont assez coûteux, tout d'abord parce qu'ils écrivent tous les tampons utilisés, et ensuite parce que cela suscite un trafic supplémentaire dans les journaux de transaction, comme indiqué ci-dessus. Du coup, il est conseillé de configurer les paramètres en relation assez haut pour que ces points de contrôle ne surviennent pas trop fréquemment. Pour une vérification rapide de l'adéquation de vos paramètres, vous pouvez configurer le paramètre `checkpoint_warning`. Si les points de contrôle ar-

ivent plus rapidement que `checkpoint_warning` secondes, un message est affiché dans les journaux applicatifs du serveur recommandant d'accroître `max_wal_size`. Une apparition occasionnelle d'un message ne doit pas vous alarmer mais, s'il apparaît souvent, alors les paramètres de contrôle devraient être augmentés. Les opérations en masse, comme les transferts importants de données via **COPY**, pourraient être la cause de l'apparition d'un tel nombre de messages d'avertissemens si vous n'avez pas configuré `max_wal_size` avec une valeur suffisamment haute.

Pour éviter de remplir le système disque avec de très nombreuses écritures de pages, l'écriture des pages modifiés pendant un point de vérification est étalée sur une période de temps. Cette période est contrôlée par `checkpoint_completion_target`, qui est donné comme une fraction de l'intervalle des points de vérification. Le taux d'entrées/sorties est ajusté pour que le point de vérification se termine quand la fraction donnée de `checkpoint_timeout` secondes s'est écoulée ou quand la fraction donnée de `max_wal_size` a été consommée (la condition que se verra vérifiée la première). Avec une valeur par défaut de 0,5, PostgreSQL™ peut s'attendre à terminer chaque point de vérification en moitié moins de temps qu'il ne faudra pour lancer le prochain point de vérification. Sur un système très proche du taux maximum en entrée/sortie pendant des opérations normales, vous pouvez augmenter `checkpoint_completion_target` pour réduire le chargement en entrée/sortie dû aux points de vérification. L'inconvénient de ceci est que prolonger les points de vérification affecte le temps de récupération parce qu'il faudra conserver plus de journaux de transaction si une récupération est nécessaire. Bien que `checkpoint_completion_target` puisse valoir 1.0, il est bien mieux de la configurer à une valeur plus basse que ça (au maximum 0,9) car les points de vérification incluent aussi d'autres activités en dehors de l'écriture des pages modifiées. Une valeur de 1,0 peut avoir pour résultat des pertes de performance à cause de variation inattendue dans le nombre de journaux nécessaires.

Sur les plateformes Linux et POSIX, `checkpoint_flush_after` permet de forcer le système d'exploitation à ce que les pages écrites par un checkpoint soient enregistrées sur disque après qu'un nombre configurable d'octets soit écrit. Dans le cas contraire, ces pages pourraient rester dans le cache disque du système d'exploitation, pouvant provoquer des ralentissements lorsque `fsync` est exécuté à la fin d'un checkpoint. Cette configuration aide souvent à réduire la latence des transactions mais il peut aussi avoir un effet inverse sur les performances, tout particulièrement lorsque le volume de données traitées dépasse la taille indiquée par le paramètre `shared_buffers`, tout en restant plus petite que la taille du cache disque du système d'exploitation.

Le nombre de fichiers de segments WAL dans le répertoire `pg_xlog` dépend des paramètres `min_wal_size`, `max_wal_size` et du contenu des WAL générés par les cycles de checkpoints précédents. Quand les anciens fichiers de segments ne sont plus nécessaires, ils sont supprimés ou recyclés (autrement dit, renommés pour devenir les segments futurs dans une séquence numérotée). Si, à cause d'un pic rapide sur le taux de sortie des WAL, `max_wal_size` est dépassé, les fichiers inutiles de segments seront supprimés jusqu'à ce que le système revienne sous cette limite. En dessous de cette limite, le système recycle suffisamment de fichiers WAL pour couvrir le besoin estimé jusqu'au checkpoint suivant, et supprime le reste. L'estimation est basée sur une moyenne changeante du nombre de fichiers WAL utilisés dans les cycles de checkpoint précédents. La moyenne changeante est augmentée immédiatement si l'utilisation actuelle dépasse l'estimation, pour qu'il corresponde mieux à l'utilisation en pic plutôt qu'à l'utilisation en moyenne, jusqu'à un certain point. `min_wal_size` place un minimum sur le nombre de fichiers WAL recyclés pour une utilisation future même si le système est inutilisé temporairement et que l'estimation de l'utilisation des WAL suggère que peu de WAL sont nécessaires.

Indépendamment de `max_wal_size`, les `wal_keep_segments` + 1 plus récents fichiers WAL sont conservés en permanence. De plus, si l'archivage est activé, les anciens segments ne sont ni supprimés ni recyclés jusqu'à la réussite de leur archivage. Si l'archivage des WAL n'est pas assez rapide pour tenir le rythme soutenu de la génération des WAL ou si la commande indiquée par `archive_command` échoue de manière répétée, les anciens fichiers WAL s'accumuleront dans le répertoire `pg_xlog` jusqu'à ce que ce problème soit résolu. Un serveur standby lent ou en échec qui utilise un slot de réPLICATION aura le même effet (voir Section 26.2.6, « Slots de réPLICATION »).

Dans le mode de restauration d'archive et dans le mode standby, le serveur réalise périodiquement des *restartpoints* (points de redémarrage). C'est similaire aux checkpoints lors du fonctionnement normal : le serveur force l'écriture de son état sur disque, met à jour le fichier `pg_control` pour indiquer que les données déjà traitées des journaux de transactions n'ont plus besoin d'être parcourues de nouveau, puis recycle les anciens journaux de transactions trouvés dans le répertoire `pg_xlog`. Les restartpoints ne peuvent être réalisés plus fréquemment que les checkpoints du maître car les restartpoints peuvent seulement être réalisés aux enregistrements de checkpoint. Un restartpoint est déclenché lorsqu'un enregistrement de checkpoint est atteint si un minimum de `checkpoint_timeout` secondes se sont écoulées depuis le dernier restartpoint, or if WAL size is about to exceed `max_wal_size`. However, because of limitations on when a restartpoint can be performed, `max_wal_size` is often exceeded during recovery, by up to one checkpoint cycle's worth of WAL. (`max_wal_size` is never a hard limit anyway, so you should always leave plenty of headroom to avoid running out of disk space.)

Il existe deux fonctions WAL internes couramment utilisées : `XLogInsertRecord` et `XLogFlush`. `XLogInsertRecord` est utilisée pour placer une nouvelle entrée à l'intérieur des tampons WAL en mémoire partagée. S'il n'y a plus d'espace pour une nouvelle entrée, `XLogInsertRecord` devra écrire (autrement dit, déplacer dans le cache du noyau) quelques tampons WAL remplis. Ceci n'est pas désirable parce que `XLogInsertRecord` est utilisée lors de chaque modification bas niveau de la base (par exemple, lors de l'insertion d'une ligne) quand un verrou exclusif est posé sur des pages de données affectées. À cause de ce verrou, l'opération doit être aussi rapide que possible. Pire encore, écrire des tampons WAL peut forcer la création d'un nouveau journal, ce qui peut prendre beaucoup plus de temps. Normalement, les tampons WAL doivent être écrits et vidés par une requête de `XLogFlush` qui est faite, la plupart du temps, au moment de la validation d'une transaction pour assurer que les entrées de la

transaction sont écrites vers un stockage permanent. Sur les systèmes avec une importante écriture de journaux, les requêtes de XLogFlush peuvent ne pas arriver assez souvent pour empêcher LogInsert d'avoir à écrire lui-même sur disque. Sur de tels systèmes, on devrait augmenter le nombre de tampons WAL en modifiant le paramètre de configuration wal_buffers. Quand full_page_writes est configuré et que le système est très occupé, configurer wal_buffers avec une valeur plus importante aide à avoir des temps de réponse plus réguliers lors de la période suivant chaque point de vérification.

Le paramètre commit_delay définit la durée d'endormissement en micro-secondes qu'un processus maître du groupe de commit va s'endormir après avoir obtenu un verrou avec XLogFlush, tandis que les autres processus du groupe de commit vont compléter la file d'attente derrière le maître. Ce délai permet aux processus des autres serveurs d'ajouter leurs enregistrements de commit aux buffers WAL de manière à ce qu'ils soient tous mis à jour par l'opération de synchronisation éventuelle du maître. Il n'y aura pas d'endormissement si fsync n'est pas activé et si le nombre de sessions disposant actuellement de transactions actives est inférieur à commit_siblings ; ce mécanisme évite l'endormissement lorsqu'il est improbable que d'autres sessions valident leur transactions peu de temps après. Il est à noter que, sur certaines plateformes, la résolution d'une requête d'endormissement est de dix millisecondes, ce qui implique que toute valeur comprise entre 1 et 10000 pour le paramètre commit_delay aura le même effet. Notez aussi que les opérations d'endormissement peuvent être légèrement plus longues que ce qui a été demandé par ce paramètre sur certaines plateformes.

Comme l'objet de commit_delay est de permettre d'amortir le coût de chaque opération de vidage sur disque des transactions concurrentes (potentiellement au coût de la latence des transactions), il est nécessaire de quantifier ce coût pour choisir une bonne valeur pour ce paramètre. Plus ce coût est élevé, plus il est probable que commit_delay soit optimal dans un contexte où les transactions sont de plus en plus nombreuses, jusqu'à un certain point. Le programme pg_test_fsync(1) peut être utilisé pour mesurer le temps moyen en microsecondes qu'une seule mise à jour WAL prends. Définir le paramètre à la moitié du temps moyen rapporté par ce programme après une mise à jour d'une simple opération d'écriture de 8 Ko est la valeur la plus souvent recommandée pour démarrer l'optimisation d'une charge particulière. Alors que l'ajustement de la valeur de commit_delay est particulièrement nécessaire lorsque les journaux WAL sont stockés sur des disques à latence élevée, le gain pourrait aussi être significatif sur les supports de stockage avec des temps de synchronisation très rapides, comme ceux s'appuyant sur de la mémoire flash ou RAID avec des caches d'écriture dotés de batterie, mais dans tous les cas, cela doit être testé avec un fonctionnement représentatif de la réalité. Des valeurs plus élevées de commit_siblings peuvent être utilisées dans ce cas, alors que de plus petites valeurs de commit_siblings sont plutôt utiles sur des supports de plus grande latence. À noter qu'il est possible qu'une valeur trop élevée de commit_delay puisse augmenter la latence des transactions à tel point que l'ensemble des transactions pourraient en souffrir.

Lorsque commit_delay est défini à zéro (il s'agit de la valeur par défaut), il est toujours possible qu'un groupement de commit se produise, mais chaque groupe ne consistera qu'en les sessions qui ont atteint le point où il leur est nécessaire de mettre à jour leur enregistrement de commit alors que la précédente opération de mise à jour opère. Avec un plus grand nombre de clients, l'apparition d'un « effet tunnel » se profile, car l'effet d'un groupement de commit devient plus lourd même lorsque commit_delay est à zéro, et dans ce cas commit_delay devient inutile. Définir commit_delay n'est alors réellement utile que quand il existe des transactions concurrentes, et que le flux est limité en fréquence par commit. Ce paramètre peut aussi être efficace avec une latence élevée en augmentant le flux de transaction avec un maximum de deux clients (donc un unique client avec une unique transaction en cours).

Le paramètre wal_sync_method détermine la façon dont PostgreSQL™ demande au noyau de forcer les mises à jour des journaux de transaction sur le disque. Toutes les options ont un même comportement avec une exception, fsync_writethrough, qui peut parfois forcer une écriture du cache disque même quand d'autres options ne le font pas. Néanmoins, dans la mesure où la fiabilité ne disparaît pas, c'est avec des options spécifiques à la plate-forme que la rapidité la plus importante sera observée. Vous pouvez tester l'impact sur la vitesse provoquée par différentes options en utilisant le programme pg_test_fsync(1). Notez que ce paramètre est ignoré si fsync a été désactivé.

Activer le paramètre de configuration wal_debug (à supposer que PostgreSQL™ ait été compilé avec le support de ce paramètre) permet d'enregistrer chaque appel WAL à XLogInsertRecord et XLogFlush dans les journaux applicatifs du serveur. Cette option pourrait être remplacée par un mécanisme plus général dans le futur.

30.5. Vue interne des journaux de transaction

Le mécanisme WAL est automatiquement disponible ; aucune action n'est requise de la part de l'administrateur excepté de s'assurer que l'espace disque requis par les journaux de transaction soit présent et que tous les réglages soient faits (regardez la Section 30.4, « Configuration des journaux de transaction »).

Les journaux de transaction sont stockés dans le répertoire pg_xlog sous le répertoire de données, comme un ensemble de fichiers, chacun d'une taille de 16 Mo généralement (cette taille pouvant être modifiée en précisant une valeur pour l'option --with-wal-segsize de configure lors de la construction du serveur). Chaque fichier est divisé en pages de généralement 8 Ko (cette taille pouvant être modifiée en précisant une valeur pour l'option --with-wal-blocksize de configure). Les entêtes de l'entrée du journal sont décrites dans access/xlogrecord.h ; le contenu de l'entrée dépend du type de l'événement qui est enregistré. Les fichiers sont nommés suivant un nombre qui est toujours incrémenté et qui commence à 000000010000000000000000. Les nombres ne bouclent pas, mais cela prendra beaucoup de temps pour épuiser le stock de

nombres disponibles.

Il est avantageux que les journaux soient situés sur un autre disque que celui des fichiers principaux de la base de données. Cela peut se faire en déplaçant le répertoire `pg_xlog` vers un autre emplacement (alors que le serveur est arrêté) et en créant un lien symbolique de l'endroit d'origine dans le répertoire principal de données au nouvel emplacement.

Le but de WAL est de s'assurer que le journal est écrit avant l'altération des entrées dans la base, mais cela peut être mis en échec par les disques qui rapportent une écriture réussie au noyau quand, en fait, ils ont seulement mis en cache les données et ne les ont pas encore stockés sur le disque. Une coupure de courant dans ce genre de situation peut mener à une corruption irrécupérable des données. Les administrateurs devraient s'assurer que les disques contenant les journaux de transaction de PostgreSQL™ ne produisent pas ce genre de faux rapports. (Voir Section 30.1, « Fiabilité ».)

Après qu'un point de contrôle ait été fait et que le journal ait été écrit, la position du point de contrôle est sauvegardée dans le fichier `pg_control`. Donc, au début de la récupération, le serveur lit en premier `pg_control` et ensuite l'entrée du point de contrôle ; ensuite, il exécute l'opération REDO en parcourant vers l'avant à partir de la position du journal indiquée dans l'entrée du point de contrôle. Parce que l'ensemble du contenu des pages de données est sauvegardé dans le journal à la première modification de page après un point de contrôle (en supposant que `full_page_writes` n'est pas désactivé), toutes les pages changées depuis le point de contrôle seront restaurées dans un état cohérent.

Pour gérer le cas où `pg_control` est corrompu, nous devons permettre le parcours des segments de journaux existants en ordre inverse -- du plus récent au plus ancien -- pour trouver le dernier point de vérification. Ceci n'a pas encore été implémenté. `pg_control` est assez petit (moins d'une page disque) pour ne pas être sujet aux problèmes d'écriture partielle et, au moment où ceci est écrit, il n'y a eu aucun rapport d'échecs de la base de données uniquement à cause de son incapacité à lire `pg_control`. Donc, bien que cela soit théoriquement un point faible, `pg_control` ne semble pas être un problème en pratique.

Chapitre 31. Tests de régression

Les tests de régression composent un ensemble exhaustif de tests pour l'implémentation SQL dans PostgreSQL™. Ils testent les opérations SQL standards ainsi que les fonctionnalités étendues de PostgreSQL™.

31.1. Lancer les tests

Les tests de régression peuvent être lancés sur un serveur déjà installé et fonctionnel ou en utilisant une installation temporaire à l'intérieur du répertoire de construction. De plus, ils peuvent être lancés en mode « parallèle » ou en mode « séquentiel ». Le mode séquentiel lance les scripts de test en série, alors que le mode parallèle lance plusieurs processus serveurs pour paralléliser l'exécution des groupes de tests. Les tests parallèles permettent de s'assurer du bon fonctionnement des communications inter-processus et du verrouillage.

31.1.1. Exécuter les tests sur une installation temporaire

Pour lancer les tests de régression en parallèle après la construction mais avant l'installation, il suffit de saisir

```
make check
```

dans le répertoire de premier niveau (on peut aussi se placer dans le répertoire `src/test/regress` et y lancer la commande). Au final, la sortie devrait ressembler à quelque chose comme

```
=====
All 100 tests passed.
=====
```

ou une note indiquant l'échec des tests. Voir la Section 31.2, « Évaluation des tests » avant de supposer qu'un « échec » représente un problème sérieux.

Comme cette méthode de tests exécute un serveur temporaire, cela ne fonctionnera pas si vous avez construit le serveur en tant que root, étant donné que le serveur ne démarre pas en tant que root. La procédure recommandée est de ne pas construire en tant que root ou de réaliser les tests après avoir terminé l'installation.

Si vous avez configuré PostgreSQL™ pour qu'il s'installe dans un emplacement où existe déjà une ancienne installation de PostgreSQL™ et que vous lancez `make check` avant d'installer la nouvelle version, vous pourriez trouver que les tests échouent parce que les nouveaux programmes essaient d'utiliser les bibliothèques partagées déjà installées (les symptômes typiques sont des plaintes concernant des symboles non définis). Si vous souhaitez lancer les tests avant d'effacer l'ancienne installation, vous devrez construire avec `configure --disable-rpath`. Néanmoins, il n'est pas recommandé d'utiliser cette option pour l'installation finale.

Les tests de régression en parallèle lancent quelques processus avec votre utilisateur. Actuellement, le nombre maximum est de vingt scripts de tests en parallèle, ce qui signifie 40 processus : il existe un processus serveur, un `psql` et habituellement un processus parent pour le `psql` de chaque script de tests. Si votre système force une limite par utilisateur sur le nombre de processus, assurez-vous que cette limite est d'au moins 50, sinon vous pourriez obtenir des échecs hasardeux dans les tests en parallèle. Si vous ne pouvez pas augmenter cette limite, vous pouvez diminuer le degré de parallélisme en initialisant le paramètre `MAX_CONNECTIONS`. Par exemple,

```
make MAX_CONNECTIONS=10 check
```

ne lance pas plus de dix tests en même temps.

31.1.2. Exécuter les tests sur une installation existante

Pour lancer les tests après l'installation (voir le Chapitre 16, Procédure d'installation de PostgreSQL™ du code source), initialisez un espace de données et lancez le serveur comme expliqué dans le Chapitre 18, Configuration du serveur et mise en place, puis lancez

```
make installcheck
```

ou pour un test parallèle

```
make installcheck-parallel
```

Les tests s'attendront à contacter le serveur sur l'hôte local et avec le numéro de port par défaut, sauf en cas d'indication contraire avec les variables d'environnement `PGHOST` et `PGPORT`. Les tests seront exécutés dans une base de données nommée `regression` ; toute base de données existante de même nom sera supprimée.

Les tests créent aussi de façon temporaire des objets globaux, comme les rôles et les tablespaces. Ces objets auront des noms commençant avec `regress_`. Attention à l'utilisation du mode `installcheck` dans les installations qui ont de vrais rôles ou

tablespaces nommés de cette manière.

31.1.3. Suites supplémentaires de tests

Les commandes `make check` et `make installcheck` exécutent seulement les tests de régression internes qui testent des fonctionnalités internes du serveur PostgreSQL™. Les sources contiennent aussi des suites supplémentaires de tests, la plupart ayant à voir avec des fonctionnalités supplémentaires comme les langages optionnels de procédures.

Pour exécuter toutes les suites de tests applicables aux modules qui ont été sélectionnés à la construction, en incluant les tests internes, tapez une des commandes suivantes dans le répertoire principal de construction :

```
make check-world  
make installcheck-world
```

Ces commandes exécutent les tests en utilisant, respectivement, un serveur temporaire ou un serveur déjà installé, comme expliqué précédemment pour `make check` et `make installcheck`. Les autres considérations sont identiques à celles expliquées précédemment pour chaque méthode. Notez que les constructions `make check-world` construisent un arbre d'installation séparé pour chaque module testé, ce qui demande à la fois plus de temps et plus d'espace disque qu'un `make installcheck-world`.

Autrement, vous pouvez exécuter les suites individuels de tests en tapant `make check` ou `make installcheck` dans le sous-répertoire approprié du répertoire de construction. Gardez en tête que `make installcheck` suppose que vous avez installé les modules adéquats, pas seulement le serveur de base.

Les tests supplémentaires pouvant être demandés de cette façon incluent :

- Les tests de régression pour les langages optionnels de procédures stockées (autre que PL/pgSQL, qui fait partie des tests internes). Ils sont situés dans `src/pl`.
- Les tests de régression pour les modules `contrib`, situés dans `contrib`. Tous les modules `contrib` n'ont pas forcément des suites de tests.
- Les tests de régression pour l'interface ECPG, situés dans `src/interfaces/ecpg/test`.
- Les tests simulant le comportement de sessions concurrentes, situés dans `src/test/isolation`.
- Les tests des programmes clients, situés dans `src/bin`. Voir également Section 31.4, « TAP Tests ».

Lors de l'utilisation du mode `installcheck`, ces tests détruiront toute base de données nommée `pl_regression`, `contrib_regression`, `isolation_regression`, `ecpg1_regression` ou `ecpg2_regression`, ainsi que `regression`.

31.1.4. Locale et encodage

Par défaut, les tests sur une installation temporaire utilise la locale définie dans l'environnement et l'encodage de la base de données correspondante est déterminée par `initdb`. Il peut être utile de tester différentes locales en configurant les variables d'environnement appropriées. Par exemple :

```
make check LANG=C  
make check LC_COLLATE=en_US.utf8 LC_CTYPE=fr_CA.utf8
```

Pour des raisons d'implémentation, configurer `LC_ALL` ne fonctionne pas dans ce cas. Toutes les autres variables d'environnement liées à la locale fonctionnent.

Lors d'un test sur une installation existante, la locale est déterminée par l'instance existante et ne peut pas être configurée séparément pour un test.

Vous pouvez aussi choisir l'encodage de la base explicitement en configurant la variable `ENCODING`. Par exemple :

```
make check LANG=C ENCODING=EUC_JP
```

Configurer l'encodage de la base de cette façon n'a un sens que si la locale est C. Dans les autres cas, l'encodage est choisi automatiquement à partir de la locale. Spécifier un encodage qui ne correspond pas à la locale donnera une erreur.

L'encodage de la base de données peut être configuré pour des tests sur une installation temporaire ou existante, bien que, dans ce dernier cas, il doit être compatible avec la locale d'installation.

31.1.5. Tests supplémentaires

La suite interne de tests de régression contient quelques fichiers de tests qui ne sont pas exécutés par défaut car ils pourraient dépendre de la plateforme ou prendre trop de temps pour s'exécuter. Vous pouvez les exécuter ou en exécuter d'autres en configurant la variable EXTRA_TESTS. Par exemple, pour exécuter le test numeric_big :

```
make check EXTRA_TESTS=numeric_big
```

Pour exécuter les tests sur le collationnement :

```
make check EXTRA_TESTS=collate.linux.utf8 LANG=en_US.utf8
```

Le test collate.linux.utf8 fonctionne seulement sur les plateformes Linux/glibc et seulement quand il est exécuté sur une base de données dont l'encodage est UTF-8.

31.1.6. Tests du Hot Standby

La distribution des sources contient aussi des tests de régression du comportement statique du Hot Standby. Ces tests requièrent un serveur primaire et un serveur en attente, les deux en cours d'exécution, le dernier acceptant les modifications des journaux de transactions du primaire en utilisant soit l'envoi des fichiers soit la réplication en flux. Ces serveurs ne sont pas automatiquement créés pour vous, pas plus que la configuration n'est documentée ici. Merci de vérifier les différentes sections de la documentation qui sont déjà dévolues aux commandes requises et aux problèmes associés.

Pour exécuter les tests Hot Standby, créez une base de données appelée « regression » sur le primaire.

```
psql -h primary -c "CREATE DATABASE regression"
```

Ensuite, exéutez le script préparatoire `src/test/regress/sql/hs_primary_setup.sql` sur le primaire dans la base de données de régression. Par exemple :

```
psql -h primary -f src/test/regress/sql/hs_primary_setup.sql regression
```

Attendez la propagation des modifications vers le serveur en standby.

Maintenant, arrangez-vous pour que la connexion par défaut à la base de données soit sur le serveur en standby sous test (par exemple en configurant les variables d'environnement PGHOST et PGPORT). Enfin, lancez l'action `standbycheck` à partir du répertoire de la suite de tests de régression.

```
cd src/test/regress
make standbycheck
```

Certains comportements extrêmes peuvent aussi être créés sur le primaire en utilisant le script `src/test/regress/sql/hs_primary_extremes.sql` pour permettre le test du comportement du serveur en attente.

31.2. Évaluation des tests

Quelques installations de PostgreSQL™ proprement installées et totalement fonctionnelles peuvent « échouer » sur certains des tests de régression à cause de certains points spécifiques à la plateforme comme une représentation de nombres à virgules flottantes ou « message wording ». Les tests sont actuellement évalués en utilisant une simple comparaison `diff` avec les sorties générées sur un système de référence, donc les résultats sont sensibles aux petites différences système. Quand un test est rapporté comme « échoué », toujours examiner les différences entre les résultats attendus et ceux obtenus ; vous pourriez très bien trouver que les différences ne sont pas significatives. Néanmoins, nous nous battons toujours pour maintenir des fichiers de références précis et à jour pour toutes les plateformes supportées de façon à ce que tous les tests puissent réussir.

Les sorties actuelles des tests de régression sont dans les fichiers du répertoire `src/test/regress/results`. Le script de test utilise `diff` pour comparer chaque fichier de sortie avec les sorties de référence stockées dans le répertoire `src/test/regress/expected`. Toutes les différences sont conservées pour que vous puissiez les regarder dans `src/test/regress/regression.diffs`. (Lors de l'exécution d'une suite de tests en dehors des tests internes, ces fichiers doivent apparaître dans le sous-répertoire adéquat, mais pas `src/test/regress`.)

Si vous n'aimez pas les options utilisées par défaut pour la commande `diff`, configurez la variable d'environnement PG_REGRESS_DIFF_OPTS. Par exemple PG_REGRESS_DIFF_OPTS=' -u' (ou vous pouvez lancer `diff` vous-même, si vous

préférez).

Si, pour certaines raisons, une plateforme particulière génère un « échec » pour un test donné mais qu'une revue de la sortie vous convainc que le résultat est valide, vous pouvez ajouter un nouveau fichier de comparaison pour annuler le rapport d'échec pour les prochains lancements du test. Voir la Section 31.3, « Fichiers de comparaison de variants » pour les détails.

31.2.1. Différences dans les messages d'erreurs

Certains des tests de régression impliquent des valeurs en entrée intentionnellement invalides. Les messages d'erreur peuvent provenir soit du code de PostgreSQL™ soit des routines système de la plateforme hôte. Dans ce dernier cas, les messages pourraient varier entre plateformes mais devraient toujours refléter des informations similaires. Ces différences dans les messages résulteront en un échec du test de régression qui pourrait être validé après vérification.

31.2.2. Différences au niveau des locales

Si vous lancez des tests sur un serveur initialisé avec une locale autre que C, alors il pourrait y avoir des différences dans les ordres de tris. La suite de tests de régression est initialisée pour gérer ce problème en fournissant des fichiers de résultats alternatifs qui gèrent ensemble un grand nombre de locales.

Pour exécuter les tests dans une locale différente lors de l'utilisation de la méthode d'installation temporaire, passez les variables d'environnement relatives à la locale sur la ligne de commande de **make**, par exemple :

```
make check LANG=de_DE.utf8
```

(Le pilote de tests des régressions déconfigure `LC_ALL`, donc choisir la locale par cette variable ne fonctionne pas.) Pour ne pas utiliser de locale, vous devez soit déconfigurer toutes les variables d'environnement relatives aux locales (ou les configurer à C) ou utiliser une option spéciale :

```
make check NO_LOCALE=1
```

Lors de l'exécution des tests sur une installation existante, la configuration de la locale est déterminée d'après l'installation existante. Pour la modifier, initialiser le cluster avec une locale différente en passant les options appropriées à **initdb**.

En général, il est conseillé d'essayer l'exécution des tests de régression dans la configuration de locale souhaitée pour l'utilisation en production, car cela testera aussi les portions de code relatives à l'encodage et à la locale qui pourront être utilisées en production. Suivant l'environnement du système d'exploitation, vous pourrez obtenir des échecs, mais vous saurez au moins le comportement à attendre sur la locale lorsque vous utiliserez vos vraies applications.

31.2.3. Différences au niveau des dates/heures

La plupart des résultats date/heure sont dépendants de l'environnement de zone horaire. Les fichiers de référence sont générés pour la zone horaire PST8PDT (Berkeley, Californie), et il y aura des échecs apparents si les tests ne sont pas lancés avec ce paramétrage de fuseau horaire. Le pilote des tests de régression initialise la variable d'environnement PGTZ à PST8PDT ce qui nous assure normalement de bons résultats.

31.2.4. Différences sur les nombres à virgules flottantes

Quelques tests impliquent des calculs sur des nombres flottants à 64 bits (double precision) à partir de colonnes de tables. Des différences dans les résultats appliquant des fonctions mathématiques à des colonnes double precision ont été observées. Les tests de `float8` et `geometry` sont particulièrement sensibles aux différences entre plateformes, voire aux différentes options d'optimisation des compilateurs. L'œil humain est nécessaire pour déterminer la véritable signification de ces différences, habituellement situées après la dixième décimale.

Certains systèmes affichent moins zéro comme `-0` alors que d'autres affichent seulement `0`.

Certains systèmes signalent des erreurs avec `pow()` et `exp()` différemment suivant le mécanisme attendu du code de PostgreSQL™.

31.2.5. Différences dans l'ordre des lignes

Vous pourriez voir des différences dans lesquelles les mêmes lignes sont affichées dans un ordre différent de celui qui apparaît dans le fichier de référence. Dans la plupart des cas, ce n'est pas à strictement parlé un bogue. La plupart des scripts de tests de régression ne sont pas assez stricts pour utiliser un `ORDER BY` sur chaque `SELECT` et, du coup, l'ordre des lignes pourrait ne pas être correctement défini suivant la spécification SQL. En pratique, comme nous sommes avec les mêmes requêtes sur les mêmes

données avec le même logiciel, nous obtenons habituellement le même résultat sur toutes les plateformes et le manque d'ORDER BY n'est pas un problème. Quelques requêtes affichent des différences d'ordre entre plateformes. Lors de tests avec un serveur déjà installé, les différences dans l'ordre des lignes peuvent aussi être causées par un paramétrage des locales à une valeur différente de C ou par un paramétrage personnalisé, comme des valeurs personnalisées de `work_mem` ou du coût du planificateur.

Du coup, si vous voyez une différence dans l'ordre, vous n'avez pas à vous inquiéter sauf si la requête possède un ORDER BY que votre résultat ne respecte pas. Néanmoins, rapportez tout de même ce problème que nous ajoutons un ORDER BY à cette requête pour éliminer les faux « échecs » dans les versions suivantes.

Vous pourriez vous demander pourquoi nous n'ordonnons pas toutes les requêtes des tests de régression explicitement pour supprimer ce problème une fois pour toutes. La raison est que cela rendrait les tests de régression moins utiles car ils tendraient à exercer des types de plans de requêtes produisant des résultats ordonnés à l'exclusion de celles qui ne le font pas.

31.2.6. Profondeur insuffisante de la pile

Si les tests d'erreurs se terminent avec un arrêt brutal du serveur pendant la commande `select infinite_recurse()`, cela signifie que la limite de la plateforme pour la taille de pile du processus est plus petite que le paramètre `max_stack_depth` ne l'indique. Ceci est corrigable en exécutant le postmaster avec une limite pour la taille de pile plus importante (4 Mo est recommandé avec la valeur par défaut de `max_stack_depth`). Si vous n'êtes pas capables de le faire, une alternative est de réduire la valeur de `max_stack_depth`.

Sur les plateformes supportant `getrlimit()`, le serveur devrait choisir automatiquement une valeur sûre pour `max_stack_depth`; donc, à moins de surcharger manuellement ce paramètre, un échec de ce type est un bug à reporter.

31.2.7. Test « random »

Le script de tests `random` a pour but de produire des résultats aléatoires. Dans de très rares cas, ceci fait échouer `random` aux tests de régression. Saisir :

```
diff results/random.out expected/random.out
```

ne devrait produire au plus que quelques lignes différentes. Cela est normal et ne devient préoccupant que si les tests `random` échouent en permanence lors de tests répétés

31.2.8. Paramètres de configuration

Lors de l'exécution de tests contre une installation existante, certains paramètres configurés à des valeurs spécifiques pourraient causer l'échec des tests. Par exemple, modifier des paramètres comme `enable_seqscan` ou `enable_indexscan` pourrait être la cause de changements de plan affectant le résultat des tests qui utilisent `EXPLAIN`.

31.3. Fichiers de comparaison de variants

Comme certains de ces tests produisent de façon inhérente des résultats dépendants de l'environnement, nous avons fourni des moyens de spécifier des fichiers résultats alternatifs « attendus ». Chaque test de régression peut voir plusieurs fichiers de comparaison affichant les résultats possibles sur différentes plateformes. Il existe deux mécanismes indépendants pour déterminer quel fichier de comparaison est utilisé pour chaque test.

Le premier mécanisme permet de sélectionner les fichiers de comparaison suivant des plateformes spécifiques. Le fichier de correspondance `src/test/regress/resultmap` définit le fichier de comparaison à utiliser pour chaque plateforme. Pour éliminer les tests « échoués » par erreur pour une plateforme particulière, vous choisissez ou vous créez un fichier variant de résultat, puis vous ajoutez une ligne au fichier `resultmap`.

Chaque ligne du fichier de correspondance est de la forme

```
nomtest:sortie:modeleplateform=fichiercomparaison
```

Le nom de tests est juste le nom du module de tests de régression particulier. La valeur en sortie indique le fichier à vérifier. Pour les tests de régression standards, c'est toujours `out`. La valeur correspond à l'extension de fichier du fichier en sortie. Le modèle de plateforme est un modèle dans le style des outils Unix `expr` (c'est-à-dire une expression rationnelle avec une ancre implicite `^` au début). Il est testé avec le nom de plateforme affiche par `config.guess`. Le nom du fichier de comparaison est le nom de base du fichier de comparaison substitué.

Par exemple : certains systèmes interprètent les très petites valeurs en virgule flottante comme zéro, plutôt que de rapporter une erreur. Ceci fait quelques petites différences dans le test de régression `float8`. Du coup, nous fournissons un fichier de comparaison variable, `float8-small-is-zero.out`, qui inclut les résultats attendus sur ces systèmes. Pour faire taire les messages d'« échec » erronés sur les plateformes OpenBSD, `resultmap` inclut

```
float8:out:i.86-.*-openbsd=float8-small-is-zero.out
```

qui se déclenche sur toute machine où la sortie de **config.guess** correspond à `i.86-.*-openbsd`. D'autres lignes dans `resultmap` sélectionnent le fichier de comparaison variable pour les autres plateformes si c'est approprié.

Le second mécanisme de sélection des fichiers de comparaison variants est bien plus automatique : il utilise simplement la « meilleure correspondance » parmi les différents fichiers de comparaison fournis. Le script pilote des tests de régression considère le fichier de comparaison standard pour un test, `nomtest.out`, et les fichiers variants nommés `nomtest_chiffre.out` (où `chiffre` est un seul chiffre compris entre 0 et 9). Si un tel fichier établit une correspondance exacte, le test est considéré réussi ; sinon, celui qui génère la plus petite différence est utilisé pour créer le rapport d'échec. (Si `resultmap` inclut une entrée pour le test particulier, alors le `nomtest` de base est le nom de substitut donné dans `resultmap`.)

Par exemple, pour le test `char`, le fichier de comparaison `char.out` contient des résultats qui sont attendus dans les locales C et POSIX, alors que le fichier `char_1.out` contient des résultats triés comme ils apparaissent dans plusieurs autres locales.

Le mécanisme de meilleure correspondance a été conçu pour se débrouiller avec les résultats dépendant de la locale mais il peut être utilisé dans toute situation où les résultats des tests ne peuvent pas être prédits facilement à partir de la plateforme seule. Une limitation de ce mécanisme est que le pilote test ne peut dire quelle variante est en fait « correcte » dans l'environnement en cours ; il récupérera la variante qui semble le mieux fonctionner. Du coup, il est plus sûr d'utiliser ce mécanisme seulement pour les résultats variants que vous voulez considérer comme identiquement valides dans tous les contextes.

31.4. TAP Tests

Les programmes de test clients situés dans `src/bin` utilisent les outils Perl TAP et sont exécutés par **prove**. Il est possible de passer des options en ligne de commande à **prove** en positionnant la variable `make PROVE_FLAGS`, par exemple :

```
make -C src/bin check PROVE_FLAGS='--reverse'
```

La valeur par défaut est `--verbose`. Voir la page de manuel de **prove** pour plus d'information.

Les tests écrits en Perl nécessitent le module `IPC::Run`. Ce module est disponible depuis CPAN ou un paquet du système d'exploitation.

31.5. Examen de la couverture du test

Le code source de PostgreSQL peut être compilé avec des informations supplémentaires sur la couverture des tests, pour qu'il devienne possible d'examiner les parties du code couvertes par les tests de régression ou par toute suite de tests exécutée avec le code. Cette fonctionnalité est supportée en compilant avec GCC et nécessite les programmes `gcov` et `lcov`.

La suite typique de commandes ressemble à ceci :

```
./configure --enable-coverage ... OTHER OPTIONS ...
make
make check # or other test suite
make coverage-html
```

Puis pointez votre navigateur HTML vers `coverage/index.html`. Les commandes `make` travaillent aussi dans les sous-réertoires.

Pour réinitialiser le compteur des exécutions entre chaque test, exédez :

```
make coverage-clean
```

Partie IV. Interfaces client

Cette partie décrit les interfaces de programmation client distribuées avec PostgreSQL™. Chacun de ces chapitres peut être lu indépendamment. On trouve beaucoup d'autres interfaces de programmation de clients, chacune distribuée séparément avec sa propre documentation. Les lecteurs de cette partie doivent être familiers de l'utilisation des requêtes SQL de manipulation et d'interrogation d'une base (voir la Partie II, « Langage SQL ») et surtout du langage de programmation utilisé par l'interface.

Chapitre 32. libpq - Bibliothèque C

libpq est l'interface de programmation pour les applications C avec PostgreSQL™. libpq est un ensemble de fonctions permettant aux programmes clients d'envoyer des requêtes au serveur PostgreSQL™ et de recevoir les résultats de ces requêtes.

libpq est aussi le moteur sous-jacent de plusieurs autres interfaces de programmation de PostgreSQL™, comme ceux écrits pour C++, Perl, Python, Tcl et ECPG. Donc, certains aspects du comportement de libpq seront importants pour vous si vous utilisez un de ces paquetages. En particulier, la Section 32.14, « Variables d'environnement », la Section 32.15, « Fichier de mots de passe » et la Section 32.18, « Support de SSL » décrivent le comportement que verra l'utilisateur de toute application utilisant libpq.

Quelques petits programmes sont inclus à la fin de ce chapitre (Section 32.21, « Exemples de programmes ») pour montrer comment écrire des programmes utilisant libpq. Il existe aussi quelques exemples complets d'applications libpq dans le répertoire `src/test/examples` venant avec la distribution des sources.

Les programmes clients utilisant libpq doivent inclure le fichier d'en-tête `libpq-fe.h` et doivent être liés avec la bibliothèque libpq.

32.1. Fonctions de contrôle de connexion à la base de données

Les fonctions suivantes concernent la réalisation d'une connexion avec un serveur PostgreSQL™. Un programme peut avoir plusieurs connexions ouvertes sur des serveurs à un même moment (une raison de la faire est d'accéder à plusieurs bases de données). Chaque connexion est représentée par un objet PGconn, obtenu avec la fonction `PQconnectdb`, `PQconnectdbParams`, ou `PQsetdbLogin`. Notez que ces fonctions renverront toujours un pointeur d'objet non nul, sauf peut-être dans un cas de manque de mémoire pour l'allocation de l'objet PGconn. La fonction `PQstatus` doit être appelée pour vérifier le code retour pour une connexion réussie avant de lancer des requêtes via l'objet de connexion.



Avertissement

Sur Unix, la création d'un processus via l'appel système `fork()` avec des connexions libpq ouvertes peut amener à des résultats imprévisibles car les processus parent et enfants partagent les mêmes sockets et les mêmes ressources du système d'exploitation. Pour cette raison, un tel usage n'est pas recommandé, alors qu'exécuter un `exec` à partir du processus enfant pour charger un nouvel exécutable est sûr.



Note

Sur Windows, il existe un moyen pour améliorer les performances si une connexion seule à la base de données est ouverte puis fermée de façon répétée. En interne, libpq appelle `WSAStartup()` et `WSACleanup()` respectivement pour le début et la fin de la transaction. `WSAStartup()` incrémente un compteur de référence interne à la bibliothèque Windows. Ce compteur est décrémenté par `WSACleanup()`. Quand le compteur arrive à un, appeler `WSACleanup()` libère toutes les ressources et toutes les DLL associées. C'est une opération coûteuse. Pour éviter cela, une application peut appeler manuellement `WSAStartup()` afin que les ressources ne soient pas libérées quand la dernière connexion est fermée.

`PQconnectdbParams`

Établit une nouvelle connexion au serveur de base de données.

```
PGconn *PQconnectdbParams(const char * const *keywords,
                           const char * const *values,
                           int expand_dbname);
```

Cette fonction ouvre une nouvelle connexion à la base de données en utilisant les paramètres à partir des deux tableaux terminés par un `NULL`. Le premier, `keywords`, est défini comme un tableau de chaînes, chacune étant un mot-clé. Le second, `values`, donne la valeur pour chaque mot-clé. Contrairement à `PQsetdbLogin` ci-dessous, l'ensemble des paramètres peut être étendu sans changer la signature de la fonction donc son utilisation (ou ses versions non bloquantes, à savoir `PQconnectStartParams` et `PQconnectPoll`) est recommandée pour les nouvelles applications.

Les mots clés actuellement reconnus sont listés dans Section 32.1.2, « Mots clés de la chaîne de connexion ».

Quand `expand_dbname` est différent de zéro, la valeur du mot-clé `dbname` peut être reconnue comme une chaîne de connexion. Seule la première occurrence de `dbname` est étendue de cette façon, toute valeur `dbname` suivante est traitée

comme un nom de base de données. Section 32.1.1, « Chaînes de connexion » fournit plus de détails sur les formats possibles de la chaîne de connexion.

Les tableaux fournis peuvent être vides pour utiliser tous les paramètres par défaut ou peuvent contenir un ou plusieurs paramètres. Ils doivent avoir la même longueur. Le traitement stoppera au premier élément NULL découvert dans le tableau `keywords`.

Si un paramètre vaut NULL ou une chaîne vide, alors la variable d'environnement correspondante est vérifiée (voir la Section 32.14, « Variables d'environnement »). Si elle n'est pas disponible, alors la valeur par défaut indiquée est utilisée.

En général, les mots-clés sont traités à partir du début de ces tableaux dans l'ordre de l'index. L'effet qui en découle est que, quand les mots-clés sont répétés, la valeur correspondant au dernier traitement est conservée. Du coup, via un placement attentionné du mot-clé `dbname`, il est possible de déterminer ce qui pourrait être surchargé par une chaîne `conninfo` et ce qui ne le sera pas.

PQconnectdb

Établit une nouvelle connexion à un serveur de bases de données.

```
PGconn *PQconnectdb(const char *conninfo);
```

Cette fonction ouvre une nouvelle connexion à la base de données en utilisant les paramètres pris à partir de la chaîne `conninfo`.

La chaîne passée peut être vide pour utiliser tous les paramètres par défaut ou elle peut contenir un ou plusieurs paramètres, séparés par des espaces blancs. Elle peut aussi contenir une URI. Voir Section 32.1.1, « Chaînes de connexion » pour les détails.

PQsetdbLogin

Crée une nouvelle connexion sur le serveur de bases de données.

```
PGconn *PQsetdbLogin(const char *pghost,
                      const char *pgport,
                      const char *pgoptions,
                      const char *pgtty,
                      const char *dbName,
                      const char *login,
                      const char *pwd);
```

C'est le précurseur de `PQconnectdb` avec un ensemble fixe de paramètres. Cette fonction a les mêmes fonctionnalités sauf que les paramètres manquants seront toujours initialisés avec leur valeurs par défaut. Écrire NULL ou une chaîne vide pour un de ces paramètres fixes dont vous souhaitez utiliser la valeur par défaut.

Si `dbName` contient un signe = ou a un préfixe URI de connexion valide, il est pris pour une chaîne `conninfo` exactement de la même façon que si elle était passée à `PQconnectdb`, et le reste des paramètres est ensuite appliqué as specified for `PQconnectdbParams`.

PQsetdb

Crée une nouvelle connexion sur le serveur de bases de données.

```
PGconn *PQsetdb(char *pghost,
                 char *pgport,
                 char *pgoptions,
                 char *pgtty,
                 char *dbName);
```

C'est une macro faisant appel à `PQsetdbLogin` avec des pointeurs nuls pour les paramètres `login` et `pwd`. Elle est fournie pour une compatibilité ascendante des très vieux programmes.

PQconnectStartParams, PQconnectStart, PQconnectPoll

Crée une connexion au serveur de bases de données d'une façon non bloquante.

```
PGconn *PQconnectStartParams(const char * const *keywords,
                             const char * const *values,
                             int expand_dbname);

PGconn *PQconnectStart(const char *conninfo);
```

```
PostgresPollingStatusType PQconnectPoll(PGconn *conn);
```

Ces trois fonctions sont utilisées pour ouvrir une connexion au serveur de bases de données d'une façon telle que le thread de votre application n'est pas bloqué sur les entrées/sorties distantes en demandant la connexion. Le but de cette approche est que l'attente de la fin des entrées/sorties peut se faire dans la boucle principale de l'application plutôt qu'à l'intérieur de `PQconnectdbParams` ou `PQconnectdb`, et donc l'application peut gérer des opérations en parallèle à d'autres activités.

Avec `PQconnectStartParams`, la connexion à la base de données est faite en utilisant les paramètres à partir des tableaux `keywords` et `values`, et contrôlée par `expand_dbname`, comme décrit dans Section 32.1.2, « Mots clés de la chaîne de connexion ».

Avec `PQconnectStart`, la connexion à la base de données est faite en utilisant les paramètres provenant de la chaîne `conninfo` comme décrit ci-dessus pour `PQconnectdb`.

Ni `PQconnectStartParams` ni `PQconnectStart` ni `PQconnectPoll` ne bloqueront, aussi longtemps qu'un certain nombre de restrictions est respecté :

- Les paramètres `hostaddr` et `host` sont utilisés de façon appropriée pour vous assurer que la requête de nom et la requête inverse ne soient pas lancées. Voir la documentation de ces paramètres avec `PQconnectdbParams` ci-dessus pour les détails.
- Si vous appelez `PQtrace`, assurez-vous que l'objet de flux dans lequel vous enregistrez les traces ne bloquera pas.
- Assurez-vous que le socket soit dans l'état approprié avant d'appeler `PQconnectPoll`, comme décrit ci-dessous.

Note : l'utilisation de `PQconnectStartParams` est analogue à `PQconnectStart` affichée ci-dessous.

Pour commencer une demande de connexion non bloquante,appelez `conn = PQconnectStart("connection_info_string")`. Si `conn` est nul, alors libpq a été incapable d'allouer une nouvelle structure `PGconn`. Sinon, un pointeur valide vers une structure `PGconn` est renvoyé (bien qu'il ne représente pas encore une connexion valide vers la base de données). Au retour de `PQconnectStart`,appelez `status = PQstatus(conn)`. Si `status` vaut `CONNECTION_BAD`, `PQconnectStart` a échoué.

Si `PQconnectStart` réussit, la prochaine étape est d'appeler souvent libpq de façon à ce qu'il continue la séquence de connexion. Utilisez `PQsocket(conn)` pour obtenir le descripteur de socket sous la connexion à la base de données. Du coup, une boucle : si le dernier retour de `PQconnectPoll(conn)` est `PGRES_POLLING_READING`, attendez que la socket soit prête pour lire (comme indiqué par `select()`, `poll()` ou une fonction système similaire). Puis,appelez de nouveau `PQconnectPoll(conn)`. En revanche, si le dernier retour de `PQconnectPoll(conn)` est `PGRES_POLLING_WRITING`, attendez que la socket soit prête pour écrire, puis appelez de nouveau `PQconnectPoll(conn)`. Si vous devez encore appeler `PQconnectPoll`, c'est-à-dire juste après l'appel de `PQconnectStart`, continuez comme s'il avait renvoyé `PGRES_POLLING_WRITING`. Continuez cette boucle jusqu'à ce que `PQconnectPoll(conn)` renvoie `PGRES_POLLING_FAILED`, indiquant que la procédure de connexion a échoué ou `PGRES_POLLING_OK`, indiquant le succès de la procédure de connexion.

À tout moment pendant la connexion, le statut de cette connexion pourrait être vérifié en appelant `PQstatus`. Si le résultat est `CONNECTION_BAD`, alors la procédure de connexion a échoué ; si, au contraire, elle renvoie `CONNECTION_OK`, alors la connexion est prête. Ces deux états sont détectables à partir de la valeur de retour de `PQconnectPoll`, décrite ci-dessus. D'autres états pourraient survenir lors (et seulement dans ce cas) d'une procédure de connexion asynchrone. Ils indiquent l'état actuel de la procédure de connexion et pourraient être utile pour fournir un retour à l'utilisateur. Ces statuts sont :

CONNECTION_STARTED

Attente de la connexion à réaliser.

CONNECTION MADE

Connexion OK ; attente d'un envoi.

CONNECTION_AWAITING_RESPONSE

Attente d'une réponse du serveur.

CONNECTION_AUTH_OK

Authentification reçue ; attente de la fin du lancement du moteur.

CONNECTION_SSL_STARTUP

Négociation du cryptage SSL.

CONNECTION_SETENV

Négociation des paramétrages de l'environnement.

Notez que, bien que ces constantes resteront (pour maintenir une compatibilité), une application ne devrait jamais se baser sur un ordre pour celles-ci ou sur tout ou sur le fait que le statut fait partie de ces valeurs documentés. Une application pourrait faire quelque chose comme ça :

```
switch(PQstatus(conn))
{
    case CONNECTION_STARTED:
        feedback = "Connexion en cours...";
        break;

    case CONNECTION_MADE:
        feedback = "Connecté au serveur...";
        break;
    .
    .
    .
    default:
        feedback = "Connexion...";
}
```

Le paramètre de connexion `connect_timeout` est ignoré lors de l'utilisation `PQconnectPoll` ; c'est de la responsabilité de l'application de décider quand une période de temps excessive s'est écoulée. Sinon, `PQconnectStart` suivi par une boucle `PQconnectPoll` est équivalent à `PQconnectdb`.

Notez que si `PQconnectStart` renvoie un pointeur non nul, vous devez appeler `PQfinish` lorsque vous en avez terminé avec lui, pour supprimer la structure et tous les blocs mémoires qui lui sont associés. Ceci doit être fait même si la tentative de connexion échoue ou est abandonnée.

`PQconndefaults`

Renvoie les options de connexion par défaut.

```
PQconninfoOption *PQconndefaults(void);

typedef struct
{
    char    *keyword;    /* Mot clé de l'option */
    char    *envvar;     /* Nom de la variable d'environnement équivalente */
    char    *compiled;   /* Valeur par défaut interne */
    char    *val;         /* Valeur actuelle de l'option ou NULL */
    char    *label;       /* Label du champ pour le dialogue de connexion */
    char    *dispchar;    /* Indique comment afficher ce champ
                           dans un dialogue de connexion. Les valeurs sont :
                           " "      Affiche la valeur entrée sans modification
                           " *"    Champ de mot de passe - cache la valeur
                           "D"      Option de débogage - non affiché par défaut
    */
    int     dispsize;   /* Taille du champ en caractère pour le dialogue */
} PQconninfoOption;
```

Renvoie un tableau d'options de connexion. Ceci pourrait être utilisé pour déterminer toutes les options possibles de `PQconnectdb` et leur valeurs par défaut. La valeur de retour pointe vers un tableau de structures `PQconninfoOption` qui se termine avec une entrée utilisant un pointeur nul pour `keyword`. Le pointeur nul est renvoyé si la mémoire n'a pas pu être allouée. Notez que les valeurs par défaut actuelles (champs `val`) dépendront des variables d'environnement et d'autres contextes. Un fichier de service manquant ou non valide sera ignoré de manière silencieuse. Les demandeurs doivent traiter les données des options de connexion en lecture seule.

Après le traitement du tableau d'options, libérez-le en le passant à la fonction `PQconninfoFree`. Si cela n'est pas fait, un petit groupe de mémoire est perdu à chaque appel de `PQconndefaults`.

`PQconninfo`

Renvoie les options de connexion utilisées par une connexion en cours.

```
PQconninfoOption *PQconninfo(PGconn *conn);
```

Renvoie un tableau des options de connexion. Cette fonction peut être utilisée pour déterminer les valeurs de toutes les op-

tions de `PQconnectdb` qui ont été utilisées pour se connecter au serveur. La valeur renvoyée pointe vers un tableau de structures `PQconninfoOption` qui se termine avec une entrée possédant un pointeur *keyword* nul. Toutes les notes ci-dessus pour `PQconndefaults` s'appliquent aussi au résultat de `PQconninfo`.

`PQconninfoParse`

Renvoit les options de connexions analysées d'après la chaîne de connexion fournie.

```
PQconninfoOption *PQconninfoParse(const char *conninfo, char **errmsg);
```

Analyse une chaîne de connexion et renvoie les options résultantes dans un tableau ; renvoit NULL si un problème a été détecté avec la chaîne de connexion. Ceci peut être utilisé pour déterminer les options de `PQconnectdb` dans la chaîne de connexion fournie. La valeur de retour pointe vers un tableau de structures `PQconninfoOption` et termine avec une entrée ayant un pointeur *keyword* nul.

Toutes les options légales seront présentes dans le tableau en résultat mais le `PQconninfoOption` pour toute option absente de la chaîne de connexion aura sa valeur (`val`) configurée à NULL ; les valeurs par défaut ne sont pas utilisées.

Si `errmsg` n'est pas NULL, alors `*errmsg` est configuré à NULL en cas de succès et sinon à un message d'erreur (alloué via un appel à `malloc`) expliquant le problème. (Il est aussi possible pour `*errmsg` d'être configuré à NULL et la fonction de renvoyer NULL ; cela indique un cas de mémoire épuisée.)

Après avoir traité le tableau des options, libérez-le en le passant à `PQconninfoFree`. Si ce n'est pas fait, de la mémoire sera perdu à chaque appel à `PQconninfoParse`. Réciproquement, si une erreur survient et que `errmsg` n'est pas NULL, assurez-vous de libérer la chaîne d'erreur en utilisant `PQfreemem`.

`PQfinish`

Ferme la connexion au serveur. Libère aussi la mémoire utilisée par l'objet PGconn.

```
void PQfinish(PGconn *conn);
```

Notez que même si la connexion au serveur a échoué (d'après l'indication de `PQstatus`), l'application devrait appeler `PQfinish` pour libérer la mémoire utilisée par l'objet PGconn. Le pointeur PGconn ne doit pas être encore utilisé après l'appel à `PQfinish`.

`PQreset`

Réinitialise le canal de communication avec le serveur.

```
void PQreset(PGconn *conn);
```

Cette fonction fermera la connexion au serveur et tentera le rétablissement d'une nouvelle connexion au même serveur en utilisant tous les paramètres utilisés précédemment. Ceci pourrait être utile en cas de récupération après une perte de connexion.

`PQresetStart, PQresetPoll`

Réinitialise le canal de communication avec le serveur d'une façon non bloquante.

```
int PQresetStart(PGconn *conn);
PostgresPollingStatusType PQresetPoll(PGconn *conn);
```

Ces fonctions fermeront la connexion au serveur et tenteront de rétablir une nouvelle connexion sur le même serveur, en utilisant tous les paramètres précédemment utilisés. Ceci peut être utile pour revenir à un état normal après une erreur si une connexion est perdue. Ces fonctions diffèrent de `PQreset` (ci-dessus) dans le fait qu'elles agissent d'une façon non bloquante. Ces fonctions souffrent des mêmes restrictions que `PQconnectStartParams`, `PQconnectStart` et `PQconnectPoll`.

Pour lancer une réinitialisation de la connexion, exécutez `PQresetStart`. Si cette fonction 0, la réinitialisation a échoué. Si elle renvoie 1, récupérez le résultat de la réinitialisation en utilisant `PQresetPoll` exactement de la même façon que vous auriez créé la connexion en utilisant `PQconnectPoll`.

`PQpingParams`

`PQpingParams` renvoie le statut du serveur. Elle accepte les mêmes paramètres de connexion que ceux de la fonction `PQconnectdbParams`, décrite ci-dessus. Néanmoins, il n'est pas nécessaire de fournir les bons nom d'utilisateur, mot de passe, ou nom de base de données pour obtenir le statut du serveur. Néanmoins, si des valeurs incorrectes sont fournies, le

serveur tracerz une tentative échouée de connexion.

```
PQping PQpingParams(const char * const *keywords,  
                     const char * const *values,  
                     int expand_dbname);
```

La fonction renvoie une des valeurs suivantes :

PQPING_OK

Le serveur est en cours d'exécution et semble accepter les connexions.

PQPING_REJECT

Le serveur est en cours d'exécution mais est dans un état qui interdit les connexions (démarrage, arrêt, restauration après crash).

PQPING_NO_RESPONSE

Le serveur n'a pas pu être contacté. Cela pourrait indiquer que le serveur n'est pas en cours d'exécution ou qu'il y a un problème avec les paramètres de connexion donnés (par exemple un mauvais numéro de port). Cela peut aussi indiquer un problème de connexion réseau (par exemple un pare-feu qui bloque la demande de connexion).

PQPING_NO_ATTEMPT

Aucune tentative n'a été faite pour contacter le serveur à cause des paramètres fournis erronés ou à cause d'un problème au niveau client (par exemple un manque mémoire).

PQping

PQping renvoie l'état du serveur. Elle accepte les mêmes paramètres de connexion que ceux de la fonction PQconnectdb, décrite ci-dessus. Néanmoins, il n'est pas nécessaire de fournir les bons nom d'utilisateur, mot de passe, ou nom de base de données pour obtenir le statut du serveur; toutefois, si des valeurs incorrectes sont fournies, le serveur tracera une tentative de connexion en échec.

```
PQping PQping(const char *conninfo);
```

Les valeurs de retour sont les mêmes que pour PQpingParams.

32.1.1. Chaînes de connexion

Plusieurs fonctions de la bibliothèque libpq analysent une chaîne donnée par l'utilisateur pour obtenir les paramètres de connexion. Deux formats sont acceptés pour ces chaînes : le format régulier keyword = value et le format des URI RFC 3986.

32.1.1.1. Chaînes de connexion clé/valeur

Dans le premier format, chaque configuration de paramètre se présente sous la forme clé = valeur. Les espaces autour du signe égal sont optionnels. Pour écrire une valeur vide ou une valeur contenant des espaces, il est nécessaires de l'entourer de guillemets simples, par exemple clé = 'une valeur'. Les guillemets simples et les antislashs compris dans une valeur doivent être échappés par un antislash, comme ceci \' et ceci \\.

Example:

```
host=localhost port=5432 dbname=mabase connect_timeout=10
```

Les mots clés reconnus pour les paramètres sont listés dans Section 32.1.2, « Mots clés de la chaîne de connexion ».

32.1.1.2. URI de connexion

La forme générale pour une URI de connexion est :

```
postgresql://[:utilisateur[:mot_de_passe]@][alias_ou_ip][:port][/:nom_base][?param1=valeur1&...]
```

Le désignateur d'URI peut être soit `postgresql://` soit `postgres://`. Chacune des parties de l'URI est optionnelle. Les exemples suivants montrent des syntaxes valides pour l'URI :

```
postgresql://  
postgresql://localhost  
postgresql://localhost:5433  
postgresql://localhost/ma_base  
postgresql://utilisateur@localhost  
postgresql://utilisateur:secret@localhost  
postgresql://autre@localhost/autre_base?connect_timeout=10&application_name=mon_appli
```

Les composants de la partie hiérarchique de l'URI peuvent aussi être donnés comme paramètres. Par exemple :

```
postgresql:///ma_base?host=localhost&port=5433
```

L'encodage du signe pourcent peut être utilisé pour inclure des symboles dotés d'une signification spéciale dans toutes les parties de l'URI.

Tout paramètre de connexion ne correspondant pas aux mots clés listés dans Section 32.1.2, « Mots clés de la chaîne de connexion » est ignoré et un message d'avertissement les concernant est envoyé sur la sortie des erreurs (`stderr`).

Pour améliorer la compatibilité avec les URI des connexions, les instances du paramètre `ssl=true` sont traduites en `ssl-mode=require`.

La partie host peut être soit un nom d'hôte soit une adresse IP. Pour indiquer une adresse IPv6, il est nécessaire de l'englober dans des crochets :

```
postgresql://[2001:db8::1234]/database
```

Le composant host est interprété de la façon décrite pour le paramètre host. En particulier, une connexion par socket de domaine Unix est choisi si la partie host est vide ou commence par un slash. Dans tous les autres cas, une connexion TCP/IP est démarrée. Cependant, notez que le slash est un caractère réservé dans la partie hiérarchique de l'URI. Donc, pour indiquer un répertoire non standard pour la socket de domaine Unix, il faut soit omettre d'indiquer le paramètre host dans l'URI, soit l'indiquer en tant que paramètre, soit encoder le chemin dans le composant host de l'URI :

```
postgresql:///dbname?host=/var/lib/postgresql  
postgresql://%2Fvar%2Flib%2Fpostgresql/dbname
```

32.1.2. Mots clés de la chaîne de connexion

Les mots clés actuellement reconnus sont :

host

Nom de l'hôte sur lequel se connecter. S'il commence avec un slash, il spécifie une communication par domaine Unix plutôt qu'une communication TCP/IP ; la valeur est le nom du répertoire où le fichier socket est stocké. Par défaut, quand host n'est pas spécifié, il s'agit d'une communication par socket de domaine Unix dans `/tmp` (ou tout autre répertoire de socket spécifié lors de la construction de PostgreSQL™). Sur les machines sans sockets de domaine Unix, la valeur par défaut est de se connecter à `localhost`.

hostaddr

Adresse IP numérique de l'hôte de connexion. Elle devrait être au format d'adresse standard IPv4, c'est-à-dire `172.28.40.9`. Si votre machine supporte IPv6, vous pouvez aussi utiliser ces adresses. La communication TCP/IP est toujours utilisée lorsqu'une chaîne non vide est spécifiée pour ce paramètre.

Utiliser `hostaddr` au lieu de `host` permet à l'application d'éviter une recherche de nom d'hôte, qui pourrait être importante pour les applications ayant des contraintes de temps. Un nom d'hôte est requis pour les méthodes d'authentification GSSAPI ou SSPI, ainsi que pour la vérification de certificat SSL en `verify-full`. Les règles suivantes sont observées :

- Si `host` est indiqué sans `hostaddr`, une recherche du nom de l'hôte est lancée.
- Si `hostaddr` est indiqué sans `host`, la valeur de `hostaddr` donne l'adresse réseau de l'hôte. La tentative de connexion échouera si la méthode d'authentification nécessite un nom d'hôte.
- Si `host` et `hostaddr` sont indiqués, la valeur de `hostaddr` donne l'adresse réseau de l'hôte. La valeur de `host` est

ignorée sauf si la méthode d'authentification la réclame, auquel cas elle sera utilisée comme nom d'hôte.

Notez que l'authentification a de grandes chances d'échouer si `host` n'est pas identique au nom du serveur pour l'adresse réseau `hostaddr`. De même, `host` plutôt que `hostaddr` est utilisé pour identifier la connexion dans `~/.pgpass` (voir la Section 32.15, « Fichier de mots de passe »).

Sans un nom ou une adresse d'hôte, libpq se connectera en utilisant un socket local de domaine Unix. Sur des machines sans sockets de domaine Unix, il tentera une connexion sur `localhost`.

port

Numéro de port pour la connexion au serveur ou extension du nom de fichier pour des connexions de domaine Unix.

dbname

Nom de la base de données. Par défaut, la même que le nom utilisateur. Dans certains contextes, la valeur est vérifiée pour les formats étendus ; voir Section 32.1.1, « Chaînes de connexion » pour plus d'informations.

user

Nom de l'utilisateur PostgreSQL™ qui se connecte. Par défaut, il s'agit du nom de l'utilisateur ayant lancé l'application.

password

Mot de passe à utiliser si le serveur demande une authentification par mot de passe.

connect_timeout

Attente maximum pour une connexion, en secondes (saisie comme une chaîne d'entier décimaux). Zéro ou non spécifié signifie une attente indéfinie. Utiliser un décompte de moins de deux secondes n'est pas recommandé.

client_encoding

Ceci configure le paramètre `client_encoding` pour cette connexion. En plus des valeurs acceptées par l'option serveur correspondante, vous pouvez utiliser `auto` pour déterminer le bon encodage à partir de la locale courante du client (variable d'environnement `LC_CTYPE` sur les systèmes Unix).

options

Spécifie les options en ligne de commande à envoyer au serveur à l'exécution. Par exemple, en le configurant à `-c geo=off`, cela configure la valeur de la session pour le paramètre `geo` à `off`. Les espaces à l'intérieur de cette chaîne sont considérés comme séparateurs d'arguments, sauf si ils sont échappés avec le caractère d'échappement `\` ; écrivez `\ \` pour obtenir le caractère d'échappement lui-même. Pour une discussion détaillée des options disponibles, voir Chapitre 19, Configuration du serveur.

application_name

Précise une valeur pour le paramètre de configuration `application_name`.

fallback_application_name

Indique une valeur de secours pour le paramètre de configuration `application_name`. Cette valeur sera utilisée si aucune valeur n'est donnée à `application_name` via un paramètre de connexion ou la variable d'environnement. L'indication d'un nom de secours est utile pour les programmes outils génériques qui souhaitent configurer un nom d'application par défaut mais permettrait sa surcharge par l'utilisateur.

keepalives

Contrôle si les paramètres TCP keepalives côté client sont utilisés. La valeur par défaut est de 1, signifiant ainsi qu'ils sont utilisés. Vous pouvez le configurer à 0, ce qui aura pour effet de les désactiver si vous n'en voulez pas. Ce paramètre est ignoré pour les connexions réalisées via un socket de domaine Unix.

keepalives_idle

Contrôle le nombre de secondes d'inactivité après lequel TCP doit envoyer un message keepalive au server. Une valeur de zéro utilise la valeur par défaut du système. Ce paramètre est ignoré pour les connexions réalisées via un socket de domaine Unix ou si les paramètres `keepalives` sont désactivés. Ce paramètre est uniquement supporté sur les systèmes où les options `TCP_KEEPIDLE` ou une option socket équivalente sont disponibles et sur Windows ; pour les autres systèmes, ce paramètre n'a pas d'effet.

keepalives_interval

Contrôle le nombre de secondes après lequel un message TCP keepalive doit être retransmis si le serveur ne l'a pas acquitté. Une valeur de zéro utilise la valeur par défaut du système. Ce paramètre est uniquement supporté sur les systèmes où l'option `TCP_KEEPINTVL` ou une option socket équivalente est disponible et sur Windows ; pour les autres systèmes, ce paramètre n'a pas d'effet.

keepalives_count

Contrôle le nombre de messages TCP keepalives pouvant être perdus avant que la connexion du client au serveur ne soit considérée comme perdue. Une valeur de zéro utilise la valeur par défaut du système. Ce paramètre est uniquement supporté sur les systèmes où l'option `TCP_KEEPCNT` ou une option socket équivalente est disponible et sur Windows ; pour les autres

systèmes, ce paramètre n'a pas d'effet.

tty

Ignoré (auparavant, ceci indiquait où envoyer les traces de débogage du serveur).

sslmode

Cette option détermine si ou avec quelle priorité une connexion TCP/IP SSL sécurisée sera négociée avec le serveur. Il existe six modes :

disable

essaie seulement une connexion non SSL

allow

essaie en premier lieu une connexion non SSL ; si cette tentative échoue, essaie une connexion SSL

prefer (default)

essaie en premier lieu une connexion SSL ; si cette tentative échoue, essaie une connexion non SSL

require

essaie seulement une connexion SSL. Si un certificat racine d'autorité est présent, vérifie le certificat de la même façon que si **verify-ca** était spécifié

verify-ca

essaie seulement une connexion SSL et vérifie que le certificat client est créé par une autorité de certification (CA) de confiance

verify-full

essaie seulement une connexion SSL, vérifie que le certificat client est créé par un CA de confiance et que le nom du serveur correspond bien à celui du certificat

Voir Section 32.18, « Support de SSL » pour une description détaillée de comment ces options fonctionnent.

sslmode est ignoré pour la communication par socket de domaine Unix. Si PostgreSQL™ est compilé sans le support de SSL, l'utilisation des options **require**, **verify-ca** et **verify-full** causera une erreur alors que les options **allow** et **prefer** seront acceptées mais libpq ne sera pas capable de négocier une connexion SSL.

Cette option est obsolète et remplacée par l'option **sslmode**.

Si initialisée à 1, une connexion SSL au serveur est requise (ce qui est équivalent à un **sslmode require**). libpq refusera alors de se connecter si le serveur n'accepte pas une connexion SSL. Si initialisée à 0 (la valeur par défaut), libpq négociera le type de connexion avec le serveur (équivalent à un **sslmode prefer**). Cette option est seulement disponible si PostgreSQL™ est compilé avec le support SSL.

sslcompression

Si initialisé à 1 (la valeur par défaut), les données envoyées sur une connexion SSL seront compressées (ceci nécessite OpenSSL™ version 0.9.8 ou ultérieur). Si initialisé à 0, la compression sera désactivée (ceci requiert OpenSSL™ 1.0.0 ou ultérieur). Ce paramètre est ignoré si un connexion est tentée sans SSL ou si la version d'OpenSSL™ en vigueur ne le supporte pas.

La compression utilise du temps processeur mais peut améliorer la bande-passante si le réseau est le goulet d'étranglement. Désactiver la compression peut améliorer les temps de réponse et la bande passante si les performances des processeurs sont le facteur limitant.

sslcert

Ce paramètre indique le nom du fichier du certificat SSL client, remplaçant le fichier par défaut, `~/.postgresql/postgresql.crt`. Ce paramètre est ignoré si la connexion n'utilise pas SSL.

sslkey

Ce paramètre indique l'emplacement de la clé secrète utilisée pour le certificat client. Il peut soit indiquer un nom de fichier qui sera utilisé à la place du fichier `~/.postgresql/postgresql.key` par défaut, soit indiquer un clé obtenue par un moteur externe (les moteurs sont des modules chargeables d'OpenSSL™). La spécification d'un moteur externe devrait consister en un nom de moteur et un identifiant de clé spécifique au moteur, les deux séparés par une virgule. Ce paramètre est ignoré si la connexion n'utilise pas SSL.

sslrootcert

Ce paramètre indique le nom d'un fichier contenant le ou les certificats de l'autorité de certification SSL (CA). Si le fichier existe, le certificat du serveur sera vérifié. La signature devra appartenir à une de ces autorités. La valeur par défaut de ce paramètre est `~/.postgresql/root.crt`.

sslcrl

Ce paramètre indique le nom du fichier de la liste de révocation du certificat SSL. Les certificats listés dans ce fichier, s'il

existe bien, seront rejetés lors d'une tentative d'authentification avec le certificat du serveur. La valeur par défaut de ce paramètre est `~/postgresql/root.crl`.

requirepeer

Ce paramètre indique le nom d'utilisateur du serveur au niveau du système d'exploitation, par exemple `require-peer=postgres`. Lors d'une connexion par socket de domaine Unix, si ce paramètre est configuré, le client vérifie au début de la connexion si le processus serveur est exécuté par le nom d'utilisateur indiqué ; dans le cas contraire, la connexion est annulée avec une erreur. Ce paramètre peut être utilisé pour fournir une authentification serveur similaire à celle disponible pour les certificats SSL avec les connexions TCP/IP. (Notez que, si la socket de domaine Unix est dans `/tmp` ou tout espace autorisé en écriture pour tout le monde, n'importe quel utilisateur peut mettre un serveur en écoute à cet emplacement. Utilisez ce paramètre pour vous assurer que le serveur est exécuté par un utilisateur de confiance.) Cette option est seulement supportée par les plateformes sur lesquelles la méthode d'authentification `peer` est disponible ; voir Section 20.3.6, « Peer Authentication ».

krbsrvname

Nom du service Kerberos à utiliser lors de l'authentification avec GSSAPI. Il doit correspondre avec le nom du service spécifié dans la configuration du serveur pour que l'authentification Kerberos puisse réussir (voir aussi la Section 20.3.3, « Authentification GSSAPI »).

gsslib

Bibliothèque GSS à utiliser pour l'authentification GSSAPI. Utilisée seulement sur Windows. Configurer à `gssapi` pour forcer libpq à utiliser la bibliothèque GSSAPI pour l'authentification au lieu de SSPI par défaut.

service

Nom du service à utiliser pour des paramètres supplémentaires. Il spécifie un nom de service dans `pg_service.conf` contenant des paramètres de connexion supplémentaires. Ceci permet aux applications de spécifier uniquement un nom de service, donc les paramètres de connexion peuvent être maintenus de façon centrale. Voir Section 32.16, « Fichier des connexions de service ».

32.2. Fonctions de statut de connexion

Ces fonctions sont utilisées pour interroger le statut d'un objet de connexion existant.



Astuce

Les développeurs d'application libpq devraient être attentif au maintien de leur abstraction PGconn. Utilisez les fonctions d'accès décrites ci-dessous pour obtenir le contenu de PGconn. Référence les champs internes de PGconn en utilisant `libpq-int.h` n'est pas recommandé parce qu'ils sont sujets à modification dans le futur.

Les fonctions suivantes renvoient les valeurs des paramètres utilisés pour la connexion. Ces valeurs sont fixes pour la durée de vie de l'objet PGconn.

PQdb

Renvoie le nom de la base de données de la connexion.

```
char *PQdb(const PGconn *conn);
```

PQuser

Renvoie le nom d'utilisateur utilisé pour la connexion.

```
char *PQuser(const PGconn *conn);
```

PQpass

Renvoie le mot de passe utilisé pour la connexion.

```
char *PQpass(const PGconn *conn);
```

PQhost

Renvoie le nom d'hôte du serveur utilisé pour la connexion. Cela peut être un nom d'hôte, une adresse IP ou un chemin de répertoire (pour ce dernier, ceci ne survient que si la connexion est réalisée via un socket Unix). Le cas du chemin peut être distingué car il sera toujours un chemin absolu, commençant avec `/`.

```
char *PQhost(const PGconn *conn);
```

PQport

Renvoie le numéro de port utilisé pour la connexion.

```
char *PQport(const PGconn *conn);
```

PQtty

Renvoie le TTY de débogage pour la connexion (ceci est obsolète car le serveur ne fait plus attention au paramétrage du TTY mais les fonctions restent pour des raisons de compatibilité ascendante).

```
char *PQtty(const PGconn *conn);
```

PQoptions

Renvoie les options en ligne de commande passées lors de la demande de connexion.

```
char *PQoptions(const PGconn *conn);
```

Les fonctions suivantes renvoient le statut car il peut changer suite à l'exécution d'opérations sur l'objet PGconn.

PQstatus

Renvoie l'état de la connexion.

```
ConnStatusType PQstatus(const PGconn *conn);
```

Le statut peut faire partie d'un certain nombre de valeurs. Néanmoins, seules deux ne concernent pas les procédures de connexion asynchrone : CONNECTION_OK et CONNECTION_BAD. Une bonne connexion de la base de données a l'état CONNECTION_OK. Une tentative échouée de connexion est signalée par le statut CONNECTION_BAD. D'habitude, un état OK restera ainsi jusqu'à PQfinish mais un échec de communications pourrait résulter en un statut changeant prématurément CONNECTION_BAD. Dans ce cas, l'application pourrait essayer de récupérer en appelant PQreset.

Voir l'entrée de PQconnectStartParams, PQconnectStart et de PQconnectPoll en regard aux autres codes de statut, qui pourraient être renvoyés.

PQtransactionStatus

Renvoie l'état actuel de la transaction du serveur.

```
PGTransactionStatusType PQtransactionStatus(const PGconn *conn);
```

Le statut peut être PQTRANS_IDLE (actuellement inactif), PQTRANS_ACTIVE (une commande est en cours), PQTRANS_INTRANS (inactif, dans un bloc valide de transaction) ou PQTRANS_INERROR (inactif, dans un bloc de transaction échoué). PQTRANS_UNKNOWN est reporté si la connexion est mauvaise. PQTRANS_ACTIVE est reporté seulement quand une requête a été envoyée au serveur mais qu'elle n'est pas terminée.

PQparameterStatus

Recherche un paramétrage actuel du serveur.

```
const char *PQparameterStatus(const PGconn *conn, const char *paramName);
```

Certaines valeurs de paramètres sont reportées par le serveur automatiquement ou lorsque leur valeurs changent. PQparameterStatus peut être utilisé pour interroger ces paramétrages. Il renvoie la valeur actuelle d'un paramètre s'il est connu et NULL si le paramètre est inconnu.

Les paramètres reportés pour la version actuelle incluent server_version, server_encoding, client_encoding, application_name, is_superuser, session_authorization, datestyle, IntervalStyle, TimeZone, integer_datetimes et standard_conforming_strings. (server_encoding, TimeZone et integer_datetimes n'étaient pas rapportés dans les versions antérieures à la 8.0 ; standard_conforming_strings n'était pas rapporté dans les versions antérieures à la 8.1; IntervalStyle n'était pas rapporté dans les versions antérieures à la 8.4; application_name n'était pas rapporté dans les versions antérieures à la 9.0). Notez que server_version, server_encoding et integer_datetimes ne peuvent pas changer après le lancement du serveur.

Les serveurs utilisant un protocole antérieur à la 3.0 ne reportent pas la configuration des paramètres mais libpq inclut la lo-

gique pour obtenir des valeurs pour `server_version` et `client_encoding`. Les applications sont encouragées à utiliser `PQparameterStatus` plutôt qu'un code *ad-hoc* modifiant ces valeurs (néanmoins, attention, les connexions pré-3.0, changeant `client_encoding` via `SET` après le lancement de la connexion, ne seront pas reflétées par `PQparameterStatus`). Pour `server_version`, voir aussi `PQserverVersion`, qui renvoie l'information dans un format numérique qui est plus facile à comparer.

Si aucune valeur n'est indiquée pour `standard_conforming_strings`, les applications pourraient supposer qu'elle vaut `off`, c'est-à-dire que les antislashes sont traités comme des échappements dans les chaînes littérales. De plus, la présence de ce paramètre pourrait être pris comme une indication que la syntaxe d'échappement d'une chaîne (`E'...'')` est acceptée.

Bien que le pointeur renvoyé est déclaré `const`, il pointe en fait vers un stockage mutable associé avec la structure `PGconn`. Il est déconseillé de supposer que le pointeur restera valide pour toutes les requêtes.

`PQprotocolVersion`

Interroge le protocole interface/moteur lors de son utilisation.

```
int PQprotocolVersion(const PGconn *conn);
```

Les applications souhaitent utiliser ceci pour déterminer si certaines fonctionnalités sont supportées. Actuellement, les seules valeurs possibles sont 2 (protocole 2.0), 3 (protocole 3.0) ou zéro (mauvaise connexion). La version du protocole ne changera pas après la fin du lancement de la connexion mais cela pourrait être changé théoriquement avec une réinitialisation de la connexion. Le protocole 3.0 sera normalement utilisé lors de la communication avec les serveurs PostgreSQL™ 7.4 ou ultérieures ; les serveurs antérieurs à la 7.4 supportent uniquement le protocole 2.0 (le protocole 1.0 est obsolète et non supporté par libpq).

`PQserverVersion`

Renvoie un entier représentant la version du moteur.

```
int PQserverVersion(const PGconn *conn);
```

Les applications pourraient utiliser ceci pour déterminer la version du serveur de la base de données auquel ils sont connectés. Le numéro est formé en convertissant les nombres majeur, mineur et de révision en un nombre à deux chiffres décimaux et en leur assemblant. Par exemple, la version 8.1.5 sera renvoyée en tant que 80105 et la version 8.2 sera renvoyée en tant que 80200 (les zéros au début ne sont pas affichés). Zéro est renvoyée si la connexion est mauvaise.

`PQerrorMessage`

Renvoie le dernier message d'erreur généré par une opération sur la connexion.

```
char *PQerrorMessage(const PGconn* conn);
```

Pratiquement toutes les fonctions libpq initialiseront un message pour `PQerrorMessage` en cas d'échec. Notez que, par la convention libpq, un résultat non vide de `PQerrorMessage` peut être sur plusieurs lignes et contiendra un retour chariot à la fin. L'appelant ne devrait pas libérer directement le résultat. Il sera libéré quand la poignée `PGconn` associée est passée à `PQfinish`. Vous ne devriez pas supposer que la chaîne résultante reste identique suite à toutes les opérations sur la structure `PGconn`.

`PQsocket`

Obtient le descripteur de fichier du socket de la connexion au serveur. Un descripteur valide sera plus grand ou égal à 0 ; un résultat de -1 indique qu'aucune connexion au serveur n'est actuellement ouverte (ceci ne changera pas lors de l'opération normale mais pourra changer lors d'une configuration de l'initialisation ou lors d'une réinitialisation).

```
int PQsocket(const PGconn *conn);
```

`PQbackendPID`

Renvoie l'identifiant du processus (PID) du serveur gérant cette connexion.

```
int PQbackendPID(const PGconn *conn);
```

Le PID du moteur est utile pour des raisons de débogage et pour la comparaison avec les messages **NOTIFY** (qui incluent le PID du processus serveur lançant la notification). Notez que le PID appartient à un processus exécuté sur l'hôte du serveur de bases de données et non pas sur l'hôte local !

`PQconnectionNeedsPassword`

Renvoie true (1) si la méthode d'authentification de la connexion nécessite un mot de passe, mais qu'aucun n'est disponible. Renvoie false (0) sinon.

```
int PQconnectionNeedsPassword(const PGconn *conn);
```

Cette fonction peut être utilisée après une tentative échouée de connexion pour décider de la demande d'un utilisateur pour un mot de passe.

PQconnectionUsedPassword

Renvoie true (1) si la méthode d'authentification de la connexion a utilisé un mot de passe. Renvoie false (0) sinon.

```
int PQconnectionUsedPassword(const PGconn *conn);
```

Cette fonction peut être utilisée après une connexion, réussie ou en échec, pour détecter si le serveur demande un mot de passe.

Les fonctions ci-dessous renvoient des informations relatives à SSL. Cette information ne change généralement pas après qu'une connexion soit établie.

PQsslInUse

Renvoie true (1) si la connexion utilise SSL, false (0) dans le cas contraire.

```
int PQsslInUse(const PGconn *conn);
```

PQsslAttribute

Renvoie des informations relatives à SSL à propos de la connexion.

```
const char *PQsslAttribute(const PGconn *conn, const char *attribute_name);
```

La liste des attributs disponibles varie en fonction de la bibliothèque SSL utilisée, et du type de la connexion. Si un attribut n'est pas disponible, renvoie NULL.

Les attributs suivants sont communément disponibles :

library

Nom de l'implémentation SSL utilisée. (À ce jour seul "OpenSSL" est implémenté)

protocol

SSL/TLS version utilisée. Les valeurs courantes sont "SSLv2", "SSLv3", "TLSv1", "TLSv1.1" and "TLSv1.2", mais une implémentation peut renvoyer d'autres chaînes si d'autres protocoles sont utilisés.

key_bits

Nombre de bits clefs utilisés par l'algorithme de chiffrement.

cipher

Le nom raccourci de la suite cryptographique utilisée, par exemple "DHE-RSA-DES-CBC3-SHA". Les noms sont spécifiques à chaque implémentation.

compression

Si la compression SSL est utilisée, renvoie le nom de l'algorithme de compression, ou "on" si la compression est utilisée mais que l'algorithme est inconnu. Si la compression n'est pas utilisée, renvoie "off".

PQsslAttributeNames

Renvoie un tableau des attributs SSL disponibles. Le tableau est terminé par un pointeur NULL.

```
const char * const * PQsslAttributeNames(const PGconn *conn);
```

PQsslStruct

Renvoie un pointeur sur un objet SSL qui est dépendant de l'implémentation et qui décrit la connexion.

```
void *PQsslStruct(const PGconn *conn, const char *struct_name);
```

La ou les structures disponibles dépendent de l'implémentation SSL utilisée. Pour OpenSSL, il y a une structure, disponible sous le nom "OpenSSL", qui renvoie un pointeur sur la structure OpenSSL SSL. Un exemple de code utilisant cette fonction

pourrait être :

```
#include <libpq-fe.h>
#include <openssl/ssl.h>

...
SSL *ssl;

dbconn = PQconnectdb(...);
...

ssl = PQsslStruct(dbconn, "OpenSSL");
if (ssl)
{
    /* utilisez les fonctions OpenSSL pour accéder à ssl */
}
```

Cette structure peut être utilisée pour vérifier les niveaux de chiffrement, les certificats du serveur, etc. Référez-vous à la documentation d'OpenSSL™ pour des informations sur cette structure.

PQgetssl

Renvoie la structure SSL utilisée dans la connexion, ou NULL si SSL n'est pas utilisé.

```
void *PQgetssl(const PGconn *conn);
```

Cette fonction est équivalente à `PQsslStruct(conn, "OpenSSL")`. Elle ne devrait pas être utilisée dans les nouvelles applications, car la structure renvoyée est spécifique à OpenSSL et ne sera pas disponible si une autre implémentation SSL est utilisée. Pour vérifier si une connexion utilise SSL, appeler à la place la fonction `PQsslInUse`, et pour plus de détails à propos de la connexion, utilisez `PQsslAttribute`.

32.3. Fonctions de commandes d'exécution

Une fois la connexion au serveur de la base de données établie avec succès, les fonctions décrites ici sont utilisées pour exécuter les requêtes SQL et les commandes.

32.3.1. Fonctions principales

PQexec

Soumet une commande au serveur et attend le résultat.

```
PGresult *PQexec(PGconn *conn, const char *command);
```

Renvoie un pointeur PGresult ou peut-être un pointeur NULL. Un pointeur non NULL sera généralement renvoyé sauf dans des conditions particulières comme un manque de mémoire ou lors d'erreurs sérieuses telles que l'incapacité à envoyer la commande au serveur. La fonction `PQresultStatus` devrait être appelée pour vérifier le code retour pour toute erreur (incluant la valeur d'un pointeur nul, auquel cas il renverra `PGRES_FATAL_ERROR`). Utilisez `PQerrorMessage` pour obtenir plus d'informations sur l'erreur.

La chaîne de la commande peut inclure plusieurs commandes SQL (séparées par des points virgules). Les requêtes multiples envoyées dans un simple appel à `PQexec` sont exécutées dans une seule transaction sauf si des commandes explicites **BEGIN/COMMIT** sont incluses dans la chaîne de requête pour la diviser dans de nombreuses transactions. Néanmoins, notez que la structure PGresult renvoyée décrit seulement le résultat de la dernière commande exécutée à partir de la chaîne. Si une des commandes doit échouer, l'exécution de la chaîne s'arrête et le PGresult renvoyé décrit la condition d'erreur.

PQexecParams

Soumet une commande au serveur et attend le résultat, avec la possibilité de passer des paramètres séparément du texte de la commande SQL.

```
PGresult *PQexecParams(PGconn *conn,
                      const char *command,
```

```

int nParams,
const Oid *paramTypes,
const char * const *paramValues,
const int *paramLengths,
const int *paramFormats,
int resultFormat);

```

`PQexecParams` est identique à `PQexec` mais offre des fonctionnalités supplémentaires : des valeurs de paramètres peuvent être spécifiées séparément de la chaîne de commande et les résultats de la requête peuvent être demandés soit au format texte soit au format binaire. `PQexecParams` est supporté seulement dans les connexions avec le protocole 3.0 et ses versions ultérieures ; elle échouera lors de l'utilisation du protocole 2.0.

Voici les arguments de la fonction :

conn

L'objet connexion où envoyer la commande.

command

La chaîne SQL à exécuter. Si les paramètres sont utilisés, ils sont référencés dans la chaîne avec \$1, \$2, etc.

nParams

Le nombre de paramètres fournis ; il s'agit de la longueur des tableaux `paramTypes[]`, `paramValues[]`, `paramLengths[]` et `paramFormats[]`. (Les pointeurs de tableau peuvent être NULL quand `nParams` vaut zéro.)

paramTypes[]

Spécifie, par OID, les types de données à affecter aux symboles de paramètres. Si `paramTypes` est NULL ou si tout élément spécifique du tableau est zéro, le serveur infère un type de donnée pour le symbole de paramètre de la même façon qu'il le ferait pour une chaîne littérale sans type.

paramValues[]

Spécifie les vraies valeurs des paramètres. Un pointeur nul dans ce tableau signifie que le paramètre correspondant est NULL ; sinon, le pointeur pointe vers une chaîne texte terminée par un octet nul (pour le format texte) ou vers des données binaires dans le format attendu par le serveur (pour le format binaire).

paramLengths[]

Spécifie les longueurs des données réelles des paramètres du format binaire. Il est ignoré pour les paramètres NULL et les paramètres de format texte. Le pointeur du tableau peut être NULL quand il n'y a pas de paramètres binaires.

paramFormats[]

Spécifie si les paramètres sont du texte (placez un zéro dans la ligne du tableau pour le paramètre correspondant) ou binaire (placez un un dans la ligne du tableau pour le paramètre correspondant). Si le pointeur du tableau est nul, alors tous les paramètres sont présumés être des chaînes de texte.

Les valeurs passées dans le format binaire nécessitent de connaître la représentation interne attendue par le moteur. Par exemple, les entiers doivent être passés dans l'ordre réseau pour les octets. Passer des valeurs numeric requiert de connaître le format de stockage du serveur, comme implémenté dans `src/backend/utils/adt/numeric.c::numeric_send()` et `src/backend/utils/adt/numeric.c::numeric_recv()`.

resultFormat

Indiquez zéro pour obtenir les résultats dans un format texte et un pour les obtenir dans un format binaire. (Il n'est actuellement pas possible d'obtenir des formats différents pour des colonnes de résultats différentes bien que le protocole le permette.)

Le principal avantage de `PQexecParams` sur `PQexec` est que les valeurs de paramètres pourraient être séparés à partir de la chaîne de commande, évitant ainsi le besoin de guillemets et d'échappements.

Contrairement à `PQexec`, `PQexecParams` autorise au plus une commande SQL dans une chaîne donnée (il peut y avoir des points-virgules mais pas plus d'une commande non vide). C'est une limitation du protocole sous-jacent mais cela a quelque utilité comme défense supplémentaire contre les attaques par injection de SQL.



Astuce

Spécifier les types de paramètres via des OID est difficile, tout particulièrement si vous préférez ne pas coder en dur les valeurs OID particulières dans vos programmes. Néanmoins, vous pouvez éviter de le faire même dans des cas où le serveur lui-même ne peut pas déterminer le type du paramètre ou choisit un type différent de celui que vous voulez. Dans le texte de commande SQL, attachez une conversion explicite au symbole de paramètre pour montrer le type de données que vous enverrez. Par exemple :

```
SELECT * FROM ma_table WHERE x = $1::bigint;
```

Ceci impose le traitement du paramètre \$1 en tant que bigint alors que, par défaut, il se serait vu affecté le même type que x. Forcer la décision du type de paramètre, soit de cette façon soit en spécifiant l'OID du type numérique, est fortement recommandé lors de l'envoi des valeurs des paramètres au format binaire car le format binaire a moins de redondance que le format texte et, du coup, il y a moins de chance que le serveur détecte une erreur de correspondance de type pour vous.

PQprepare

Soumet une requête pour créer une instruction préparée avec les paramètres donnés et attend la fin de son exécution.

```
PGresult *PQprepare(PGconn *conn,
                     const char *stmtName,
                     const char *query,
                     int nParams,
                     const Oid *paramTypes);
```

PQprepare crée une instruction préparée pour une exécution ultérieure avec PQexecPrepared. Cette fonction autorise les commandes à être exécutées de façon répétée sans être analysées et planifiées à chaque fois ; voir ??? pour les détails. PQprepare est uniquement supporté par les connexions utilisant le protocole 3.0 et ses versions ultérieures ; elle échouera avec le protocole 2.0.

La fonction crée une instruction préparée nommée *stmtName* à partir de la chaîne *query*, devant contenir une seule commande SQL. *stmtName* pourrait être une chaîne vide pour créer une instruction non nommée, auquel cas toute instruction non nommée déjà existante est automatiquement remplacée par cette dernière. Une erreur sera rapportée si le nom de l'instruction est déjà défini dans la session en cours. Si des paramètres sont utilisés, ils sont référencés dans la requête avec \$1, \$2, etc. *nParams* est le nombre de paramètres pour lesquels des types sont prédefinis dans le tableau *paramTypes* [] (le pointeur du tableau pourrait être NULL quand *nParams* vaut zéro). *paramTypes* [] spécifie les types de données à affecter aux symboles de paramètres par leur OID. Si *paramTypes* est NULL ou si un élément particulier du tableau vaut zéro, le serveur affecte un type de données au symbole du paramètre de la même façon qu'il le ferait pour une chaîne littérale non typée. De plus, la requête pourrait utiliser des symboles de paramètre avec des nombres plus importants que *nParams* ; les types de données seront aussi inférés pour ces symboles. (Voir PQdescribePrepared comme un moyen de trouver les types de données inférés.)

Comme avec PQexec, le résultat est normalement un objet PGresult dont le contenu indique le succès ou l'échec côté serveur. Un résultat NULL indique un manque de mémoire ou une incapacité à envoyer la commande. Utilisez PQerrorMessage pour obtenir plus d'informations sur de telles erreurs.

Les instructions préparées avec PQexecPrepared peuvent aussi être créées en exécutant les instructions SQL PREPARE(7). De plus, bien qu'il n'y ait aucune fonction libpq pour supprimer une instruction préparée, l'instruction SQL DEALLOCATE(7) peut être utilisée dans ce but.

PQexecPrepared

Envoie une requête pour exécuter une instruction séparée avec les paramètres donnés, et attend le résultat.

```
PGresult *PQexecPrepared(PGconn *conn,
                         const char *stmtName,
                         int nParams,
                         const char * const *paramValues,
                         const int *paramLengths,
                         const int *paramFormats,
                         int resultFormat);
```

PQexecPrepared est identique à PQexecParams mais la commande à exécuter est spécifiée en nommant l'instruction préparée précédemment au lieu de donner une chaîne de requête. Cette fonctionnalité permet aux commandes utilisées de façon répétée d'être analysées et planifiées seulement une fois plutôt que chaque fois qu'ils sont exécutés. L'instruction doit avoir été préparée précédemment dans la session en cours. PQexecPrepared est supporté seulement dans les connexions du protocole 3.0 et ses versions ultérieures ; il échouera lors de l'utilisation du protocole 2.0.

Les paramètres sont identiques à PQexecParams, sauf que le nom d'une instruction préparée est donné au lieu d'une chaîne de requête et le paramètre *paramTypes* [] n'est pas présente (il n'est pas nécessaire car les types des paramètres de l'instruction préparée ont été déterminés à la création).

PQdescribePrepared

Soumet une requête pour obtenir des informations sur l'instruction préparée indiquée et attend le retour de la requête.

```
PGresult *PQdescribePrepared(PGconn *conn, const char *stmtName);
```

PQdescribePrepared permet à une application d'obtenir des informations si une instruction préparée précédemment. PQdescribePrepared est seulement supporté avec des connexions utilisant le protocole 3.0 et ultérieurs ; il échouera lors de l'utilisation du protocole 2.0.

stmtName peut être " " ou NULL pour référencer l'instruction non nommée. Sinon, ce doit être le nom d'une instruction préparée existante. En cas de succès, un PGresult est renvoyé avec le code retour PGRES_COMMAND_OK. Les fonctions PQn-params et PQparamtype peuvent utiliser ce PGresult pour obtenir des informations sur les paramètres d'une instruction préparée, et les fonctions PQnfields, PQfname, PQftype, etc fournissent des informations sur les colonnes résultantes (au cas où) de l'instruction.

PQdescribePortal

Soumet une requête pour obtenir des informations sur le portail indiqué et attend le retour de la requête.

```
PGresult *PQdescribePortal(PGconn *conn, const char *portalName);
```

PQdescribePortal permet à une application d'obtenir des informations sur un portail précédemment créé. (libpq ne fournit pas d'accès direct aux portails mais vous pouvez utiliser cette fonction pour inspecter les propriétés d'un curseur créé avec la commande SQL **DECLARE CURSOR**.) PQdescribePortal est seulement supporté dans les connexions via le protocole 3.0 et ultérieurs ; il échouera lors de l'utilisation du protocole 2.0.

portalName peut être " " ou NULL pour référencer un portail sans nom. Sinon, il doit correspondre au nom d'un portail existant. En cas de succès, un PGresult est renvoyé avec le code de retour PGRES_COMMAND_OK. Les fonctions PQn-fields, PQfname, PQftype, etc peuvent utiliser ce PGresult pour obtenir des informations sur les colonnes résultats (au cas où) du portail.

La structure PGresult encapsule le résultat renvoyé par le serveur. Les développeurs d'applications libpq devraient faire attention au maintien de l'abstraction de PGresult. Utilisez les fonctions d'accès ci-dessous pour obtenir le contenu de PGresult. Évitez la référence aux champs de la structure PGresult car ils sont sujets à des changements dans le futur.

PQresultStatus

Renvoie l'état du résultat d'une commande.

```
ExecStatusType PQresultStatus(const PGresult *res);
```

PQresultStatus peut renvoyer une des valeurs suivantes :

PGRES_EMPTY_QUERY

La chaîne envoyée au serveur était vide.

PGRES_COMMAND_OK

Fin avec succès d'une commande ne renvoyant aucune donnée.

PGRES_TUPLES_OK

Fin avec succès d'une commande renvoyant des données (telle que **SELECT** ou **SHOW**).

PGRES_COPY_OUT

Début de l'envoi (à partir du serveur) d'un flux de données.

PGRES_COPY_IN

Début de la réception (sur le serveur) d'un flux de données.

PGRES_BAD_RESPONSE

La réponse du serveur n'a pas été comprise.

PGRES_NONFATAL_ERROR

Une erreur non fatale (une note ou un avertissement) est survenue.

PGRES_FATAL_ERROR

Une erreur fatale est survenue.

PGRES_COPY_BOTH

Lancement du transfert de données Copy In/Out (vers et à partir du serveur). Cette fonctionnalité est seulement utilisée par la réPLICATION en flux, so this status should not occur in ordinary applications.

PGRES_SINGLE_TUPLE

La structure PGresult contient une seule ligne de résultat provenant de la commande courante. Ce statut n'intervient que lorsque le mode simple ligne a été sélectionné pour cette requête (voir Section 32.5, « Récupérer le résultats des requêtes ligne par ligne »).

Si le statut du résultat est PGRES_TUPLES_OK ou PGRES_SINGLE_TUPLE, alors les fonctions décrites ci-dessous peuvent être utilisées pour récupérer les lignes renvoyées par la requête. Notez qu'une commande SELECT qui arrive à récupérer aucune ligne affichera toujours PGRES_TUPLES_OK. PGRES_COMMAND_OK est pour les commandes qui ne peuvent jamais renvoyer de lignes (INSERT ou UPDATE sans une clause RETURNING, etc.). Une réponse PGRES_EMPTY_QUERY pourrait indiquer un bogue dans le logiciel client.

Un résultat de statut PGRES_NONFATAL_ERROR ne sera jamais renvoyé directement par PQexec ou d'autres fonctions d'exécution de requêtes ; les résultats de ce type sont passés à l'exécuteur de notifications (voir la Section 32.12, « Traitement des messages »).

PQresStatus

Convertit le type énuméré renvoyé par PQresultStatus en une constante de type chaîne décrivant le code d'état. L'appelant ne devrait pas libérer le résultat.

```
char *PQresStatus(ExecStatusType status);
```

PQresultErrorMessage

Renvoie le message d'erreur associé avec la commande ou une chaîne vide s'il n'y a pas eu d'erreurs.

```
char *PQresultErrorMessage(const PGresult *res);
```

S'il y a eu une erreur, la chaîne renvoyée incluera un retour chariot en fin. L'appelant ne devrait pas libérer directement le résultat. Il sera libéré quand la poignée PGresult associée est passée à PQclear.

Suivant immédiatement un appel à PQexec ou PQgetResult, PQerrorMessage (sur la connexion) renverra la même chaîne que PQresultErrorMessage (sur le résultat). Néanmoins, un PGresult conservera son message d'erreur jusqu'à destruction alors que le message d'erreur de la connexion changera lorsque des opérations suivantes seront réalisées. Utiliser PQresultErrorMessage quand vous voulez connaître le statut associé avec un PGresult particulier ; utilisez PQerrorMessage lorsque vous souhaitez connaître le statut à partir de la dernière opération sur la connexion.

PQresultVerboseErrorMessage

Renvoie une version reformatée du message d'erreur associé avec un objet PGresult.

```
char *PQresultVerboseErrorMessage(const PGresult *res,
                                    PGVerbosity verbosity,
                                    PGContextVisibility show_context);
```

Dans certaines situations, un client pourrait souhaiter obtenir une version plus détaillée d'une erreur déjà rapportée. PQresultVerboseErrorMessage couvre ce besoin en traitant le message tel qu'il aurait été produit par PQresultErrorMessage si la configuration souhaitée de la verbosité était en effet pour la connexion quand l'objet PGresult donné a été généré. Si le PGresult ne correspond pas une erreur, « PGresult is not an error result » est renvoyé à la place. La chaîne renvoyée inclut un retour à la ligne en fin de chaîne.

Contrairement à la plupart des autres fonctions d'extraction de données à partir d'un objet PGresult, le résultat de cette fonction est une chaîne tout juste allouée. L'appelant doit la libérer en utilisant PQfreemem() quand la chaîne n'est plus nécessaire.

Un NULL est possible en retour s'il n'y a pas suffisamment de mémoire.

PQresultErrorField

Renvoie un champ individuel d'un rapport d'erreur.

```
char *PQresultErrorField(const PGresult *res, int fieldcode);
```

fieldcode est un identifiant de champ d'erreur ; voir les symboles listés ci-dessous. NULL est renvoyé si PGresult n'est pas un résultat d'erreur ou d'avertissement, ou n'inclut pas le champ spécifié. Les valeurs de champ n'incluront normalement pas un retour chariot en fin. L'appelant ne devrait pas libérer directement le résultat. Il sera libéré quand la poignée PGresult associée est passée à PQclear.

Les codes de champs suivants sont disponibles :

PG_DIAG_SEVERITY

La sévérité ; le contenu du champ peut être ERROR, FATAL ou PANIC dans un message d'erreur, ou WARNING, NOTICE, DEBUG, INFO ou LOG dans un message de notification, ou une traduction localisée de ceux-ci. Toujours présent.

PG_DIAG_SEVERITY_NONLOCALIZED

La sévérité ; le contenu du champ peut être ERROR, FATAL ou PANIC (dans un message d'erreur), ou WARNING, NOTICE, DEBUG, INFO ou LOG (dans un message de notification). C'est identique au champ PG_DIAG_SEVERITY sauf que le contenu n'est jamais traduit. C'est présent uniquement dans les rapports générés par les versions 9.6 et ultérieures de PostgreSQL™.

PG_DIAG_SQLSTATE

Le code SQLSTATE de l'erreur. Ce code identifie le type d'erreur qui est survenu ; il peut être utilisé par des interfaces qui réalisent les opérations spécifiques (telles que la gestion des erreurs) en réponse à une erreur particulière de la base de données. Pour une liste des codes SQLSTATE possibles, voir l'Annexe A, Codes d'erreurs de PostgreSQL™. Ce champ n'est pas localisable et est toujours présent.

PG_DIAG_MESSAGE_PRIMARY

Le principal message d'erreur, compréhensible par un humain (typiquement sur une ligne). Toujours présent.

PG_DIAG_MESSAGE_DETAIL

Détail : un message d'erreur secondaire et optionnel proposant plus d'informations sur le problème. Pourrait être composé de plusieurs lignes.

PG_DIAG_MESSAGE_HINT

Astuce : une suggestion supplémentaire sur ce qu'il faut faire suite à ce problème. Elle a pour but de différer du détail car elle offre un conseil (potentiellement inapproprié) plutôt que des faits établis. Pourrait être composé de plusieurs lignes.

PG_DIAG_STATEMENT_POSITION

Une chaîne contenant un entier décimal indiquant la position du curseur d'erreur comme index dans la chaîne d'instruction originale. Le premier caractère se trouve à l'index 1 et les positions sont mesurées en caractères, et non pas en octets.

PG_DIAG_INTERNAL_POSITION

Ceci est défini de la même façon que le champ PG_DIAG_STATEMENT_POSITION mais c'est utilisé quand la position du curseur fait référence à une commande générée en interne plutôt qu'une soumise par le client. Le champ PG_DIAG_INTERNAL_QUERY apparaîtra toujours quand ce champ apparaît.

PG_DIAG_INTERNAL_QUERY

Le texte d'une commande échouée, générée en interne. Ceci pourrait être, par exemple, une requête SQL lancée par une fonction PL/pgSQL.

PG_DIAG_CONTEXT

Une indication du contexte dans lequel l'erreur est apparue. Actuellement, cela inclut une trace de la pile d'appels des fonctions actives de langages de procédures et de requêtes générées en interne. La trace a une entrée par ligne, la plus récente se trouvant au début.

PG_DIAG_SCHEMA_NAME

Si l'erreur était associée à un objet spécifique de la base de données, nom du schéma contenant cet objet.

PG_DIAG_TABLE_NAME

Si l'erreur était associée à une table spécifique, nom de cette table. (Fait référence au champ du nom du schéma pour le nom du schéma de la table.)

PG_DIAG_COLUMN_NAME

Si l'erreur était associée à une colonne spécifique d'une table, nom de cette colonne. (Fait référence aux champs de noms du schéma et de la table pour identifier la table.)

PG_DIAG_DATATYPE_NAME

Si l'erreur était associée à un type de données spécifique, nom de ce type de données. (Fait référence au champ du nom du schéma pour le schéma du type de données.)

PG_DIAG_CONSTRAINT_NAME

Si l'erreur était associée à une contrainte spécifique, nom de cette contrainte. Cela fait référence aux champs listés ci-dessus pour la table ou le domaine associé. (Dans ce cadre, les index sont traités comme des contraintes, même s'ils n'ont pas été créés avec la syntaxe des contraintes.)

PG_DIAG_SOURCE_FILE

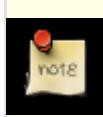
Le nom du fichier contenant le code source où l'erreur a été rapportée.

PG_DIAG_SOURCE_LINE

Le numéro de ligne dans le code source où l'erreur a été rapportée.

PG_DIAG_SOURCE_FUNCTION

Le nom de la fonction dans le code source où l'erreur a été rapportée.

**Note**

Les champs pour les noms du schéma, de la table, de la colonne, du type de données et de la contrainte sont seulement fournis pour un nombre limité de types d'erreurs ; voir Annexe A, Codes d'erreurs de PostgreSQL™. Ne supposez pas que la présence d'un de ces champs garantisse la présence d'un autre champ. Les sources d'erreurs du moteur observent les relations notées ci-dessus mais les fonctions utilisateurs peuvent utiliser ces champs d'une autre façon. Dans la même idée, ne supposez pas que ces champs indiquent des objets actuels dans la base de données courante.

Le client est responsable du formatage des informations affichées suivant à ses besoins ; en particulier, il doit supprimer les longues lignes si nécessaires. Les caractères de retour chariot apparaissant dans les champs de message d'erreur devraient être traités comme des changements de paragraphes, pas comme des changements de lignes.

Les erreurs générées en interne par libpq auront une sévérité et un message principal mais aucun autre champ. Les erreurs renvoyées par un serveur utilisant un protocole antérieur à la 3.0 inclueront la sévérité, le message principal et, quelques fois, un message détaillé mais aucun autre champ.

Notez que les champs d'erreurs sont seulement disponibles pour les objets PGresult, et non pas pour les objets PGconn ; il n'existe pas de fonction PQerrorField.

PQclear

Libère le stockage associé avec un PGresult. Chaque résultat de commande devrait être libéré via PQclear lorsqu'il n'est plus nécessaire.

```
void PQclear(PGresult *res);
```

Vous pouvez conserver un objet PGresult aussi longtemps que vous en avez besoin ; il ne part pas lorsque vous lancez une nouvelle commande, même pas si vous fermez la connexion. Pour vous en débarrasser, vous devez appeler PQclear. En cas d'oubli, ceci résultera en des pertes mémoires pour votre application.

32.3.2. Récupérer l'information provenant des résultats des requêtes

Ces fonctions sont utilisées pour extraire des informations provenant d'un objet PGresult représentant un résultat valide pour une requête (statut PGRES_TUPLES_OK ou PGRES_SINGLE_TUPLE). Ils peuvent aussi être utilisés pour extraire des informations à partir d'une opération Describe réussie : le résultat d'un Describe a les mêmes informations de colonnes qu'une exécution réelle de la requête aurait fournie, mais elle ne renvoie pas de lignes. Pour les objets ayant d'autres valeurs de statut, ces fonctions agiront comme si le résultat n'avait aucune ligne et aucune colonne.

PQntuples

Renvoie le nombre de lignes (tuples) du résultat de la requête. Comme elle envoie un entier, les gros ensembles de résultat pourraient dépasser la limite des valeurs renvoyées sur les systèmes d'exploitation 32 bits.

```
int PQntuples(const PGresult *res);
```

PQnfields

Renvoie le nombre de colonnes (champs) de chaque ligne du résultat de la requête.

```
int PQnfields(const PGresult *res);
```

PQfname

Renvoie le nom de la colonne associé avec le numéro de colonne donnée. Les numéros de colonnes commencent à zéro. L'appelant ne devrait pas libérer directement le numéro. Il sera libéré quand la poignée PGresult associée est passée à PQclear.

```
char *PQfname(const PGresult *res,
              int column_number);
```

`NULL` est renvoyé si le numéro de colonne est en dehors de la plage.

PQfnumber

Renvoie le numéro de colonne associé au nom de la colonne donné.

```
int PQfnumber(const PGresult *res,
              const char *column_name);
```

-1 est renvoyé si le nom donné ne correspond à aucune colonne.

Le nom donné est traité comme un identifiant dans une commande SQL, c'est-à-dire qu'il est mis en minuscule sauf s'il est entre des guillemets doubles. Par exemple, pour le résultat de la requête suivante

```
SELECT 1 AS FOO, 2 AS "BAR";
```

nous devons obtenir les résultats suivants : programlisting>PQfname(res, 0) *foo* PQfname(res, 1) *BAR* PQfnumber(res, "FOO") 0 PQfnumber(res, "foo") 0 PQfnumber(res, "BAR") -1 PQfnumber(res, "\"BAR\"") 1 /programlisting>

PQftable

Renvoie l'OID de la table à partir de laquelle la colonne donnée a été récupérée. Les numéros de colonnes commencent à zéro mais les colonnes des tables ont des numéros différents de zéro.

```
Oid PQftable(const PGresult *res,
              int column_number);
```

`InvalidOid` est renvoyé si le numéro de colonne est en dehors de la plage ou si la colonne spécifiée n'est pas une simple référence à une colonne de table, ou lors de l'utilisation d'un protocole antérieur à la version 3.0. Vous pouvez lancer des requêtes vers la table système `pg_class` pour déterminer exactement quelle table est référencée.

Le type `Oid` et la constante `InvalidOid` sera définie lorsque vous incluerez le fichier d'en-tête `libpq`. Ils auront le même type entier.

PQftablecol

Renvoie le numéro de colonne (à l'intérieur de la table) de la colonne correspondant à la colonne spécifiée de résultat de la requête. Les numéros de la colonne résultante commencent à 0.

```
int PQftablecol(const PGresult *res,
                  int column_number);
```

Zéro est renvoyé si le numéro de colonne est en dehors de la plage, ou si la colonne spécifiée n'est pas une simple référence à une colonne de table, ou lors de l'utilisation d'un protocole antérieur à la version 3.0.

PQfformat

Renvoie le code de format indiquant le format de la colonne donné. Les numéros de colonnes commencent à zéro.

```
int PQfformat(const PGresult *res,
                int column_number);
```

Le code de format zéro indique une représentation textuelle des données alors qu'un code de format un indique une représentation binaire (les autres codes sont réservés pour des définitions futures).

PQftype

Renvoie le type de données associé avec le numéro de colonne donné. L'entier renvoyé est le numéro OID interne du type. Les numéros de colonnes commencent à zéro.

```
Oid PQftype(const PGresult *res,
             int column_number);
```

Vous pouvez lancer des requêtes sur la table système `pg_type` pour obtenir les noms et propriétés des différents types de données. Les OID des types de données intégrés sont définis dans le fichier `src/include/catalog/pg_type.h` de la distribution des sources.

PQfmod

Renvoie le modificateur de type de la colonne associée avec le numéro de colonne donné. Les numéros de colonnes com-

mencent à zéro.

```
int PQfmod(const PGresult *res,
           int column_number);
```

L'interprétation des valeurs du modificateur est spécifique au type ; elles indiquent la précision ou les limites de taille. La valeur -1 est utilisée pour indiquer qu'« aucune information n'est disponible ». La plupart des types de données n'utilisent pas les modificateurs, auquel cas la valeur est toujours -1.

PQfsiz

Renvoie la taille en octets de la colonne associée au numéro de colonne donné. Les numéros de colonnes commencent à zéro.

```
int PQfsiz(const PGresult *res,
            int column_number);
```

PQfsiz renvoie l'espace alloué pour cette colonne dans une ligne de la base de données, en d'autres termes la taille de la représentation interne du serveur du type de données (de façon cohérente, ce n'est pas réellement utile pour les clients). Une valeur négative indique que les types de données ont une longueur variable.

PQbinaryTuples

Renvoie 1 si PGresult contient des données binaires et 0 s'il contient des données texte.

```
int PQbinaryTuples(const PGresult *res);
```

Cette fonction est obsolète (sauf dans le cas d'une utilisation en relation avec **COPY**) car un seul PGresult peut contenir du texte dans certaines colonnes et des données binaires dans d'autres. PQfformat est la fonction préférée. PQbinary-Tuples renvoie 1 seulement si toutes les colonnes du résultat sont dans un format binaire (format 1).

PQgetvalue

Renvoie la valeur d'un seul champ d'une seule ligne d'un PGresult. Les numéros de lignes et de colonnes commencent à zéro. L'appelant ne devrait pas libérer directement le résultat. Il sera libéré quand la poignée PGresult associée est passée à PQ-clear.

```
char* PQgetvalue(const PGresult *res,
                  int row_number,
                  int column_number);
```

Pour les données au format texte, la valeur renvoyée par PQgetvalue est une représentation au format chaîne de caractères terminée par un octet nul de la valeur du champ. Pour les données au format binaire, la valeur dans la représentation binaire est déterminée par le type de la donnée, fonctions typsend et typreceive (la valeur est en fait suivie d'un octet zéro dans ce cas aussi mais ce n'est pas réellement utile car la valeur a des chances de contenir d'autres valeurs NULL embarquées).

Une chaîne vide est renvoyée si la valeur du champ est NULL. Voir PQgetisnull pour distinguer les valeurs NULL des valeurs de chaîne vide.

Le pointeur renvoyé par PQgetvalue pointe vers le stockage qui fait partie de la structure PGresult. Personne ne devrait modifier les données vers lesquelles il pointe et tout le monde devrait copier explicitement les données dans un autre stockage s'il n'est pas utilisé après la durée de vie de la struture PGresult.

PQgetisnull

Teste un champ pour savoir s'il est nul. Les numéros de lignes et de colonnes commencent à zéro.

```
int PQgetisnull(const PGresult *res,
                 int row_number,
                 int column_number);
```

Cette fonction renvoie 1 si le champ est nul et 0 s'il contient une valeur non NULL (notez que PQgetvalue renverra une chaîne vide, et non pas un pointeur nul, pour un champ nul).

PQgetlength

Renvoie la longueur réelle de la valeur d'un champ en octet. Les numéros de lignes et de colonnes commencent à zéro.

```
int PQgetlength(const PGresult *res,
                 int row_number,
                 int column_number);
```

C'est la longueur réelle des données pour la valeur particulière des données, c'est-à-dire la taille de l'objet pointé par `PQgetvalue`. Pour le format textuel, c'est identique à `strlen()`. Pour le format binaire, c'est une information essentielle. Notez que *personne* ne devrait se fier à `PQfsize` pour obtenir la taille réelle des données.

PQnparams

Renvoie le nombre de paramètres d'une instruction préparée.

```
int PQnparams(const PGresult *res);
```

Cette fonction est seulement utile pour inspecter le résultat de `PQdescribePrepared`. Pour les autres types de requêtes, il renverra zéro.

PQparamtype

Renvoie le type de donnée du paramètre indiqué de l'instruction. Le numérotage des paramètres commence à 0.

```
Oid PQparamtype(const PGresult *res, int param_number);
```

Cette fonction est seulement utile pour inspecyer le résultat de `PQdescribePrepared`. Pour les autres types de requêtes, il renverra zéro.

PQprint

Affiche toutes les lignes et, optionnellement, les noms des colonnes dans le flux de sortie spécifié.

```
void PQprint(FILE* fout,          /* flux de sortie */
             const PGresult *res,
             const PQprintOpt *po);

typedef struct
{
    pqbool   header;      /* affiche les en-têtes des champs et le nombre de
                           lignes */
    pqbool   align;       /* aligne les champs */
    pqbool   standard;   /* vieux format (mort) */
    pqbool   html3;      /* affiche les tables en HTML */
    pqbool   expanded;   /* étend les tables */
    pqbool   pager;      /* utilise le paginateur pour la sortie si
                           nécessaire
                           */
    char    *fieldSep;   /* séparateur de champ */
    char    *tableOpt;   /* attributs des éléments de table HTML */
    char    *caption;    /* titre de la table HTML */
    char    **fieldName; /* Tableau terminé par un NULL des noms de
                           remplacement
                           des champs */
} PQprintOpt;
```

Cette fonction était auparavant utilisée par `psql` pour afficher les résultats des requêtes mais ce n'est plus le cas. Notez qu'elle assume que les données sont dans un format textuel.

32.3.3. Récupérer d'autres informations de résultats

Ces fonctions sont utilisées pour extraire d'autres informations des objets PGresult.

PQcmdStatus

Renvoie l'état de la commande depuis l'instruction SQL qui a généré le PGresult. L'appelant ne devrait pas libérer directement le résultat. Il sera libéré quand la poignée PGresult associée est passée à `PQclear`.

```
char * PQcmdStatus(PGresult *res);
```

D'habitude, c'est juste le nom de la commande mais elle pourrait inclure des données supplémentaires comme le nombre de

lignes traitées.

PQcmdTuples

Renvoie le nombre de lignes affectées par la commande SQL.

```
char * PQcmdTuples(PGresult *res);
```

Cette fonction renvoie une chaîne contenant le nombre de lignes affectées par l'instruction SQL qui a généré PGresult. Cette fonction peut seulement être utilisée après l'exécution d'une instruction **SELECT**, **CREATE TABLE AS**, **INSERT**, **UPDATE**, **DELETE**, **MOVE**, **FETCH** ou **COPY**, ou **EXECUTE** avec une instruction préparée contenant une instruction **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE**. Si la commande qui a généré PGresult était autre chose, PQcmdTuples renverrait directement une chaîne vide. L'appelant ne devrait pas libérer la valeur de retour directement. Elle sera libérée quand la poignée PGresult associée est passée à PQclear.

PQoidValue

Renvoie l'OID de la ligne insérée, si la commande SQL était une instruction **INSERT** qui a inséré exactement une ligne dans une table comprenant des OID ou un **EXECUTE** d'une requête préparée contenant une instruction **INSERT** convenable. Si non, cette fonction renvoie InvalidOid. Cette fonction renverra aussi InvalidOid si la table touchée par l'instruction **INSERT** ne contient pas d'OID.

```
Oid PQoidValue(const PGresult *res);
```

PQoidStatus

Cette fonction est obsolète. Utilisez plutôt PQoidValue. De plus, elle n'est pas compatible avec les threads. Elle renvoie une chaîne contenant l'OID de la ligne insérée alors que PQoidValue renvoie la valeur de l'OID.

```
char * PQoidStatus(const PGresult *res);
```

32.3.4. Chaîne d'échappement à inclure dans les commandes SQL

PQescapeLiteral

```
char *PQescapeLiteral(PGconn *conn, const char *str, size_t length);
```

PQescapeLiteral échappe une chaîne pour l'utiliser dans une commande SQL. C'est utile pour insérer des données comme des constantes dans des commandes SQL. Certains caractères, comme les guillemets et les antislashs, doivent être traités avec des caractères d'échappement pour éviter qu'ils soient traités d'après leur signification spéciale par l'analyseur SQL. PQescapeLiteral réalise cette opération.

PQescapeLiteral renvoie une version échappée du paramètre *str* dans une mémoire allouée avec `malloc()`. Cette mémoire devra être libérée en utilisant `PQfreemem()` quand le résultat ne sera plus utile. Un octet zéro de fin n'est pas requis et ne doit pas être compté dans *length*. (Si un octet zéro de fin est découvert avant la fin du traitement des *length* octets, PQescapeLiteral s'arrête au zéro ; ce comportement est identique à celui de `strncpy`.) Les caractères spéciaux de la chaîne en retour ont été remplacés pour qu'ils puissent être traités correctement par l'analyseur de chaînes de PostgreSQL™. Un octet zéro final est aussi ajouté. Les guillemets simples qui doivent entourer les chaînes littérales avec PostgreSQL™ sont inclus dans la chaîne résultante.

En cas d'erreur, PQescapeLiteral renvoie NULL et un message convenable est stocké dans l'objet *conn*.



Astuce

Il est particulièrement important de faire un échappement propre lors de l'utilisation de chaînes provenant d'une source qui n'est pas forcément de confiance. Sinon, il existe un risque de sécurité : vous vous exposez à une attaque de type « injection SQL » avec des commandes SQL non voulues injectées dans votre base de données.

Notez qu'il n'est pas nécessaire ni correct de faire un échappement quand une valeur est passé en tant que paramètre séparé dans PQexecParams ou ce type de routine.

PQescapeIdentifier

```
char *PQescapeIdentifier(PGconn *conn, const char *str, size_t length);
```

`PQescapeIdentifier` échappe une chaîne pour qu'elle puisse être utilisé en tant qu'identifiant SQL, par exemple pour le nom d'une table, d'une colonne ou d'une fonction. C'est utile quand un identifiant fourni par un utilisateur pourrait contenir des caractères spéciaux qui pourraient autrement ne pas être interprétés comme faisant parti de l'identifiant par l'analyseur SQL ou lorsque l'identifiant pourrait contenir des caractères en majuscule, auquel cas le casse doit être préservée.

`PQescapeIdentifier` renvoie une version du paramètre `str` échappée comme doit l'être un identifiant SQL, dans une mémoire allouée avec `malloc()`. Cette mémoire doit être libérée en utilisant `PQfreemem()` quand le résultat n'est plus nécessaire. Un octet zéro de fin n'est pas nécessaire et ne doit pas être comptabilisé dans `length`. (Si un octet zéro de fin est trouvé avant le traitement des `length` octets, `PQescapeIdentifier` s'arrête au zéro ; ce comportement est identique à celui de `strncpy`.) Les caractères spéciaux de la chaîne en retour ont été remplacés pour que ce dernier soit traité proprement comme un identifiant SQL. Un octet zéro de fin est aussi ajouté. La chaîne de retour sera aussi entourée de guillemets doubles.

En cas d'erreur, `PQescapeIdentifier` renvoie NULL et un message d'erreur convenable est stockée dans l'objet `conn`.



Astuce

Comme avec les chaînes littérales, pour empêcher les attaques d'injection SQL, les identifiants SQL doivent être échappés lorsqu'elles proviennent de source non sûre.

`PQescapeStringConn`

```
size_t PQescapeStringConn (PGconn *conn,
                           char *to, const char *from, size_t length,
                           int *error);
```

`PQescapeStringConn` échappe les chaînes littérales de la même façon que `PQescapeLiteral`. Contrairement à `PQescapeLiteral`, l'appelant doit fournir un tampon d'une taille appropriée. De plus, `PQescapeStringConn` n'ajoute pas de guillemets simples autour des chaînes littérales de PostgreSQL™ ; elles doivent être ajoutées dans la commande SQL où ce résultat sera inséré. Le paramètre `from` pointe vers le premier caractère d'une chaîne à échapper, et le paramètre `length` précise le nombre d'octets contenus dans cette chaîne. Un octet zéro de fin n'est pas nécessaire et ne doit pas être comptabilisé dans `length`. (Si un octet zéro de fin est trouvé avant le traitement des `length` octets, `PQescapeStringConn` s'arrête au zéro ; ce comportement est identique à celui de `strncpy`.) `to` doit pointer vers un tampon qui peut contenir au moins un octet de plus que deux fois la valeur de `length`, sinon le comportement de la fonction n'est pas connue. Le comportement est aussi non défini si les chaînes `to` et `from` se surchargent.

Si le paramètre `error` est différent de NULL, alors `*error` est configuré à zéro en cas de succès et est différent de zéro en cas d'erreur. Actuellement, les seuls conditions permettant une erreur impliquent des encodages multi-octets dans la chaîne source. La chaîne en sortie est toujours générée en cas d'erreur mais il est possible que le serveur la rejette comme une chaîne malformée. En cas d'erreur, un message convenable est stocké dans l'objet `conn`, que `error` soit NULL ou non.

`PQescapeStringConn` renvoie le nombre d'octets écrits dans `to`, sans inclure l'octet zéro de fin.

`PQescapeString`

`PQescapeString` est une ancienne version de `PQescapeStringConn`.

```
size_t PQescapeString (char *to, const char *from, size_t length);
```

La seule différence avec `PQescapeStringConn` tient dans le fait que `PQescapeString` n'a pas de paramètres `conn` et `error`. À cause de cela, elle ne peut ajuster son comportement avec les propriétés de la connexion (comme l'encodage des caractères) et du coup, *elle pourrait fournir de mauvais résultats*. De plus, elle ne peut pas renvoyer de conditions d'erreur.

`PQescapeString` peut être utilisé proprement avec des programmes utilisant une seule connexion PostgreSQL™ à la fois (dans ce cas, il peut trouver ce qui l'intéresse « en arrière-plan »). Dans d'autres contextes, c'est un risque en terme de sécurité. Cette fonction devrait être évitée et remplacée autant que possible par la fonction `PQescapeStringConn`.

`PQescapeByteaConn`

Échappe des données binaires à utiliser à l'intérieur d'une commande SQL avec le type bytea. Comme avec `PQescapeStringConn`, c'est seulement utilisé pour insérer des données directement dans une chaîne de commande SQL.

```
unsigned char *PQescapeByteaConn(PGconn *conn,
                                const unsigned char *from,
                                size_t from_length,
                                size_t *to_length);
```

Certaines valeurs d'octets *doivent* être échappées lorsqu'elles font partie d'un littéral bytea dans une instruction SQL. PQescapeByteaConn échappe les octets en utilisant soit un codage hexadécimal soit un échappement avec des antislashes. Voir Section 8.4, « Types de données binaires » pour plus d'informations.

Le paramètre *from* pointe sur le premier octet de la chaîne à échapper et le paramètre *from_length* donne le nombre d'octets de cette chaîne binaire (un octet zéro de terminaison n'est ni nécessaire ni compté). Le paramètre *to_length* pointe vers une variable qui contiendra la longueur de la chaîne échappée résultante. Cette longueur inclut l'octet zéro de terminaison.

PQescapeByteaConn renvoie une version échappée du paramètre *from* dans la mémoire allouée avec `malloc()`. Cette mémoire doit être libérée avec `PQfreemem` lorsque le résultat n'est plus nécessaire. Tous les caractères spéciaux de la chaîne de retour sont remplacés de façon à ce qu'ils puissent être traités proprement par l'analyseur de chaînes littérales de PostgreSQL™ et par l'entrée bytea de la fonction. Un octet zéro de terminaison est aussi ajouté. Les guillemets simples qui englobent les chaînes littérales de PostgreSQL™ ne font pas partie de la chaîne résultante.

En cas d'erreur, un pointeur NULL est renvoyé et un message d'erreur adéquat est stocké dans l'objet *conn*. Actuellement, la seule erreur possible est une mémoire insuffisante pour stocker la chaîne résultante.

PQescapeBytea

PQescapeBytea est une version obsolète de PQescapeByteaConn.

```
unsigned char *PQescapeBytea(const unsigned char *from,
                            size_t from_length,
                            size_t *to_length);
```

La seule différence avec PQescapeByteaConn est que PQescapeBytea ne prend pas de paramètre PGconn. De ce fait, PQescapeBytea peut seulement être utilisé correctement dans des programmes qui n'utilisent qu'une seule connexion PostgreSQL™ à la fois (dans ce cas, il peut trouver ce dont il a besoin « en arrière-plan »). Il *pourrait donner de mauvais résultats* s'il était utilisé dans des programmes qui utilisent plusieurs connexions de bases de données (dans ce cas, utilisez plutôt PQescapeByteaConn).

PQunescapeBytea

Convertit une représentation de la chaîne en données binaires -- l'inverse de PQescapeBytea. Ceci est nécessaire lors de la récupération de données bytea en format texte, mais pas lors de sa récupération au format binaire.

```
unsigned char *PQunescapeBytea(const unsigned char *from, size_t *to_length);
```

Le paramètre *from* pointe vers une chaîne de telle façon qu'elle pourrait provenir de PQgetvalue lorsque la colonne est de type bytea. PQunescapeBytea convertit cette représentation de la chaîne en sa représentation binaire. Elle renvoie un pointeur vers le tampon alloué avec `malloc()`, ou NULL en cas d'erreur, et place la taille du tampon dans *to_length*. Le résultat doit être libéré en utilisant `PQfreemem` lorsque celui-ci n'est plus nécessaire.

Cette conversion n'est pas l'inverse exacte de PQescapeBytea car la chaîne n'est pas échappée avec PQgetvalue. Cela signifie en particulier qu'il n'y a pas besoin de réfléchir à la mise entre guillemets de la chaîne, et donc pas besoin d'un paramètre PGconn.

32.4. Traitement des commandes asynchrones

La fonction PQexec est adéquate pour soumettre des commandes aux applications standards, synchrones. Néanmoins, il a quelques déficiences pouvant être d'importance à certains utilisateurs :

- PQexec attend que la commande se termine. L'application pourrait avoir d'autres travaux à réaliser (comme le rafraîchissement de l'interface utilisateur), auquel cas il ne voudra pas être bloqué en attente de la réponse.
- Comme l'exécution de l'application cliente est suspendue en attendant le résultat, il est difficile pour l'application de décider qu'elle voudrait annuler la commande en cours (c'est possible avec un gestionnaire de signaux mais pas autrement).
- PQexec ne peut renvoyer qu'une structure PGresult. Si la chaîne de commande soumise contient plusieurs commandes SQL, toutes les structures PGresult sont annulées par PQexec, sauf la dernière.

- PQexec récupère toujours le résultat entier de la commande, le mettant en cache dans une seule structure PGresult. Bien que cela simplifie la logique de la gestion des erreurs pour l'application, cela peut ne pas se révéler pratique pour les résultats contenant de nombreuses lignes.

Les applications qui n'apprécient pas ces limitations peuvent utiliser à la place les fonctions sous-jacentes à partir desquelles PQexec est construit : PQsendQuery et PQgetResult. Il existe aussi PQsendQueryParams, PQsendPrepare, PQsendQueryPrepared, PQsendDescribePrepared et PQsendDescribePortal, pouvant être utilisées avec PQgetResult pour dupliquer les fonctionnalités de respectivement PQexecParams, PQprepare, PQexecPrepared, PQdescribePrepared et PQdescribePortal.

PQsendQuery

Soumet une commande au serveur sans attendre le(s) résultat(s). 1 est renvoyé si la commande a été correctement envoyée et 0 dans le cas contraire (auquel cas, utilisez la fonction PQerrorMessage pour obtenir plus d'informations sur l'échec).

```
int PQsendQuery(PGconn *conn, const char *command);
```

Après un appel réussi à PQsendQuery, appelez PQgetResult une ou plusieurs fois pour obtenir les résultats. PQsendQuery ne peut pas être appelé de nouveau (sur la même connexion) tant que PQgetResult ne renvoie pas de pointeur nul, indiquant que la commande a terminé.

PQsendQueryParams

Soumet une commande et des paramètres séparés au serveur sans attendre le(s) résultat(s).

```
int PQsendQueryParams(PGconn *conn,
                      const char *command,
                      int nParams,
                      const Oid *paramTypes,
                      const char * const *paramValues,
                      const int *paramLengths,
                      const int *paramFormats,
                      int resultFormat);
```

Ceci est équivalent à PQsendQuery sauf que les paramètres peuvent être spécifiés à partir de la chaîne de requête. Les paramètres de la fonction sont gérés de façon identique à PQexecParams. Comme PQexecParams, cela ne fonctionnera pas pour les connexions utilisant le protocole 2.0 et cela ne permettra qu'une seule commande dans la chaîne de requête.

PQsendPrepare

Envoie une requête pour créer une instruction préparée avec les paramètres donnés et redonne la main sans attendre la fin de son exécution.

```
int PQsendPrepare(PGconn *conn,
                  const char *stmtName,
                  const char *query,
                  int nParams,
                  const Oid *paramTypes);
```

Ceci est la version asynchrone de PQprepare : elle renvoie 1 si elle a été capable d'envoyer la requête, 0 sinon. Après un appel terminé avec succès,appelez PQgetResult pour déterminer si le serveur a créé avec succès l'instruction préparée. Les paramètres de la fonction sont gérés de façon identique à PQprepare. Comme PQprepare, cela ne fonctionnera pas sur les connexions utilisant le protocole 2.0.

PQsendQueryPrepared

Envoie une requête pour exécuter une instruction préparée avec des paramètres donnés sans attendre le(s) résultat(s).

```
int PQsendQueryPrepared(PGconn *conn,
                        const char *stmtName,
                        int nParams,
                        const char * const *paramValues,
                        const int *paramLengths,
                        const int *paramFormats,
                        int resultFormat);
```

Ceci est similaire à PQsendQueryParams mais la commande à exécuter est spécifiée en nommant une instruction précédemment préparée au lieu de donner une chaîne contenant la requête. Les paramètres de la fonction sont gérés de façon identique à PQexecPrepared. Comme PQexecPrepared, cela ne fonctionnera pas pour les connexions utilisant le protocole 2.0.

PQsendDescribePrepared

Soumet une requête pour obtenir des informations sur l'instruction préparée indiquée sans attendre sa fin.

```
int PQsendDescribePrepared(PGconn *conn, const char *stmtName);
```

Ceci est la version asynchrone de `PQdescribePrepared` : elle renvoie 1 si elle a été capable d'envoyer la requête, 0 dans le cas contraire. Après un appel réussi, appelez `PQgetResult` pour obtenir les résultats. Les paramètres de la fonction sont gérés de façon identique à `PQdescribePrepared`. Comme `PQdescribePrepared`, cela ne fonctionnera pas avec les connexions utilisant le protocole 2.0.

PQsendDescribePortal

Soumet une requête pour obtenir des informations sur le portail indiqué sans attendre la fin de la commande.

```
int PQsendDescribePortal(PGconn *conn, const char *portalName);
```

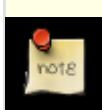
Ceci est la version asynchrone de `PQdescribePortal` : elle renvoie 1 si elle a été capable d'envoyer la requête, 0 dans le cas contraire. Après un appel réussi,appelez `PQgetResult` pour obtenir les résultats. Les paramètres de la fonction sont gérés de façon identique à `PQdescribePortal`. Comme `PQdescribePortal`, cela ne fonctionnera pas avec les connexions utilisant le protocole 2.0.

PQgetResult

Attend le prochain résultat d'un appel précédent à `PQsendQuery`, `PQsendQueryParams`, `PQsendPrepare`, `PQsendQueryPrepared`, `PQsendDescribePrepared` ou `PQsendDescribePortal`, et le renvoie. Un pointeur nul est renvoyé quand la commande est terminée et qu'il n'y aura plus de résultats.

```
PGresult *PQgetResult(PGconn *conn);
```

`PQgetResult` doit être appelé de façon répété jusqu'à ce qu'il retourne un pointeur nul indiquant que la commande s'est terminée (si appelé à un moment où aucune commande n'est active, `PQgetResult` renverra seulement un pointeur nul à la fois). Chaque résultat non nul provenant de `PQgetResult` devrait être traité en utilisant les mêmes fonctions d'accès à `PGresult` que celles précédemment décrites. N'oubliez pas de libérer chaque objet résultat avec `PQclear` une fois que vous en avez terminé. Notez que `PQgetResult` bloquera seulement si la commande est active et que les données nécessaires en réponse n'ont pas encore été lues par `PQconsumeInput`.

**Note**

Même quand `PQresultStatus` indique une erreur fatale, `PQgetResult` doit être appelé jusqu'à ce qu'il renvoie un pointeur nul pour permettre à libpq de traiter l'information sur l'erreur correctement.

Utiliser `PQsendQuery` et `PQgetResult` résout un des problèmes de `PQexec` : si une chaîne de commande contient plusieurs commandes SQL, les résultats de ces commandes peuvent être obtenus individuellement (ceci permet une simple forme de traitement en parallèle : le client peut gérer les résultats d'une commande alors que le serveur travaille sur d'autres requêtes de la même chaîne de commandes).

Une autre fonctionnalité fréquemment demandée, pouvant être obtenu avec `PQsendQuery` et `PQgetResult` est la récupération d'un gros résultat une ligne à la fois. Ceci est discuté dans Section 32.5, « Récupérer le résultats des requêtes ligne par ligne ».

Néanmoins, appeler `PQgetResult` causera toujours un blocage du client jusqu'à la fin de la prochaine commande SQL. Ceci est évitable en utilisant proprement deux fonctions supplémentaires :

PQconsumeInput

Si l'entrée est disponible à partir du serveur, consommez-la.

```
int PQconsumeInput(PGconn *conn);
```

`PQconsumeInput` renvoie normalement 1 indiquant « aucune erreur », mais renvoie zéro s'il y a eu une erreur (auquel cas `PQerrorMessage` peut être consulté). Notez que le résultat ne dit pas si des données ont été récupérées en entrée. Après avoir appelé `PQconsumeInput`, l'application devrait vérifier `PQisBusy` et/ou `PQnotifies` pour voir si leur état a changé.

`PQconsumeInput` pourrait être appelé même si l'application n'est pas encore préparé à gérer un résultat ou une notification.

La fonction lira les données disponibles et les sauvegardera dans un tampon indiquant ainsi qu'une lecture d'un `select()` est possible. L'application peut donc utiliser `PQconsumeInput` pour effacer la condition `select()` immédiatement, puis pour examiner les résultats autant que possible.

`PQisBusy`

Renvoie 1 si une commande est occupée, c'est-à-dire que `PQgetResult` bloquerait en attendant une entrée. Un zéro indiquerait que `PQgetResult` peut être appelé avec l'assurance de ne pas être bloqué.

```
int PQisBusy(PGconn *conn);
```

`PQisBusy` ne tentera pas lui-même de lire les données à partir du serveur ; du coup, `PQconsumeInput` doit être appelé d'abord ou l'état occupé ne s'arrêtera jamais.

Une application typique de l'utilisation de ces fonctions aura une boucle principale utilisant `select()` ou `poll()` pour attendre toutes les conditions auxquelles il doit répondre. Une des conditions sera la disponibilité des données à partir du serveur, ce qui signifie des données lisibles pour `select()` sur le descripteur de fichier identifié par `PQsocket`. Lorsque la boucle principale détecte la disponibilité de données, il devrait appeler `PQconsumeInput` pour lire l'en-tête. Il peut ensuite appeler `PQisBusy` suivi par `PQgetResult` si `PQisBusy` renvoie false (0). Il peut aussi appeler `PQnotifies` pour détecter les messages **NOTIFY** (voir la Section 32.8, « Notification asynchrone »).

Un client qui utilise `PQsendQuery/PQgetResult` peut aussi tenter d'annuler une commande en cours de traitement par le serveur ; voir la Section 32.6, « Annuler des requêtes en cours d'exécution ». Mais quelque soit la valeur renvoyée par `PQcancel`, l'application doit continuer avec la séquence normale de lecture du résultat en utilisant `PQgetResult`. Une annulation réussie causera simplement une fin plus rapide de la commande.

En utilisant les fonctions décrites ci-dessus, il est possible d'éviter le blocage pendant l'attente de données du serveur. Néanmoins, il est toujours possible que l'application se bloque en attendant l'envoi vers le serveur. C'est relativement peu fréquent mais cela peut arriver si de très longues commandes SQL ou données sont envoyées (c'est bien plus probable si l'application envoie des données via **COPY IN**). Pour empêcher cette possibilité et réussir des opérations de bases de données totalement non bloquantes, les fonctions supplémentaires suivantes pourraient être utilisées.

`PQsetnonblocking`

Initialise le statut non bloquant de la connexion.

```
int PQsetnonblocking(PGconn *conn, int arg);
```

Initialise l'état de la connexion à non bloquant si `arg` vaut 1 et à bloquant si `arg` vaut 0. Renvoie 0 si OK, -1 en cas d'erreur.

Dans l'état non bloquant, les appels à `PQsendQuery`, `PQputline`, `PQputnbytes`, `PQputCopyData` et `PQendcopy` ne bloqueront pas mais renverront à la place une erreur s'ils ont besoin d'être de nouveau appelés.

Notez que `PQexec` n'honore pas le mode non bloquant ; s'il est appelé, il agira d'une façon bloquante malgré tout.

`PQisnonblocking`

Renvoie le statut bloquant de la connexion à la base de données.

```
int PQisnonblocking(const PGconn *conn);
```

Renvoie 1 si la connexion est en mode non bloquant, 1 dans le cas contraire.

`PQflush`

Tente de vider les données des queues de sortie du serveur. Renvoie 0 en cas de succès (ou si la queue d'envoi est vide), -1 en cas d'échec quelque soit la raison ou 1 s'il a été incapable d'envoyer encore toutes les données dans la queue d'envoi (ce cas arrive seulement si la connexion est non bloquante).

```
int PQflush(PGconn *conn);
```

Après avoir envoyé une commande ou des données dans une connexion non bloquante, appelez `PQflush`. S'il renvoie 1, attendez que la socket devienne prête en lecture ou en écriture. Si elle est prête en écriture, appelez de nouveau `PQflush`. Si elle est prête en lecture, appelez `PQconsumeInput`, puis appelez `PQflush`. Répétez jusqu'à ce que `PQflush` renvoie 0. (Il est nécessaire de vérifier si elle est prête en lecture, et de vidanger l'entrée avec `PQconsumeInput` car le serveur peut bloquer en essayant d'envoyer des données, par exemple des messages NOTICE, et ne va pas lire nos données tant que nous n'avons pas lu les siennes.) Une fois que `PQflush` renvoie 0, attendez que la socket soit disponible en lecture puis lisez la réponse comme décrit ci-dessus.

32.5. Récupérer le résultats des requêtes ligne par ligne

D'habitude, libpq récupère le résultat complet d'une commande SQL et la renvoie à l'application sous la forme d'une seule structure PGresult. Ce comportement peut être un problème pour les commandes qui renvoient un grand nombre de lignes. Dans de tels cas, les applications peuvent utiliser PQsendQuery et PQgetResult dans le *mode simple ligne*. Dans ce mode, les lignes du résultat sont renvoyées à l'application une par une, au fur et à mesure qu'elles sont reçues du serveur.

Pour entrer dans le mode simple ligne, appelez PQsetSingleRowMode immédiatement après un appel réussi à PQsendQuery (ou une fonction similaire). Cette sélection de mode ne fonctionne que pour la requête en cours d'exécution. Puisappelez PQgetResult de façon répétée, jusqu'à ce qu'elle renvoie null, comme documenté dans Section 32.4, « Traitement des commandes asynchrones ». Si la requête renvoie des lignes, ils sont renvoyées en tant qu'objet PGresult individuel, qui ressemble à des résultats de requêtes standards en dehors du fait qu'elles ont le code de statut PGRES_SINGLE_TUPLE au lieu de PGRES_TUPLES_OK. Après la dernière ligne ou immédiatement si la requête ne renvoie aucune ligne, un objet de zéro ligne avec le statut PGRES_TUPLES_OK est renvoyé ; c'est le signal qu'aucune autre ligne ne va arriver. (Notez cependant qu'il est toujours nécessaire de continuer à appeler PQgetResult jusqu'à ce qu'elle renvoie null.) Tous les objets PGresult contiendront les mêmes données de description de lignes (noms de colonnes, types, etc) qu'un objet PGresult standard aurait pour cette requête. Chaque objet doit être libéré avec la fonction PQclear comme d'ordinaire.

PQsetSingleRowMode

Sélectionne le mode ligne simple pour la requête en cours d'exécution.

```
int PQsetSingleRowMode(PGconn *conn);
```

Cette fonction peut seulement être appelée immédiatement après PQsendQuery ou une de ses fonctions sœurs, avant toute autre opération sur la connexion comme PQconsumeInput ou PQgetResult. Si elle est appelée au bon moment, la fonction active le mode simple ligne pour la requête en cours et renvoie 1. Sinon, le mode reste inchangé et la fonction renvoie 0. Dans tous les cas, le mode retourne à la normale après la fin de la requête en cours.



Attention

Lors du traitement d'une requête, le serveur pourrait renvoyer quelques lignes puis rencontrer une erreur, causant l'annulation de la requête. D'ordinaire, la bibliothèque partagée libpq annule ces lignes et renvoie une erreur. Avec le mode simple ligne, des lignes ont déjà pu être envoyées à l'application. Du coup, l'application verra quelques objets PGresult de statut PGRES_SINGLE_TUPLE suivis par un objet de statut PGRES_FATAL_ERROR. Pour un bon comportement transactionnel, l'application doit être conçue pour invalider ou annuler tout ce qui a été fait avec les lignes précédemment traitées si la requête finit par échouer.

32.6. Annuler des requêtes en cours d'exécution

Une application client peut demander l'annulation d'une commande qui est toujours en cours d'exécution par le serveur en utilisant les fonctions décrites dans cette section.

PQgetCancel

Crée une structure de données contenant les informations nécessaires à l'annulation d'une commande lancée sur une connexion particulière à la base de données.

```
PGcancel *PQgetCancel(PGconn *conn);
```

PQgetCancel crée un objet fonction PGcancel avec un objet connexion PGconn. Il renverra NULL si le paramètre conn donné est NULL ou est une connexion invalide. L'objet PGcancel est une structure opaque qui n'a pas pour but d'être accédé directement par l'application ; elle peut seulement être passée à PQcancel ou PQfreeCancel.

PQfreeCancel

Libère une structure de données créée par PQgetCancel.

```
void PQfreeCancel(PGcancel *cancel);
```

PQfreeCancel libère un objet donné par PQgetCancel.

PQcancel

Demande que le serveur abandonne l'exécution de la commande en cours.

```
int PQcancel(PGcancel *cancel, char *errbuf, int errbufsize);
```

La valeur renvoyée est 1 si la demande d'annulation a été correctement envoyée et 0 sinon. Si non, *errbuf* contient un message d'erreur expliquant pourquoi. *errbuf* doit être un tableau de caractères d'une taille de *errbufsize* octets (la taille recommandée est de 256 octets).

Un envoi réussi ne garantit pas que la demande aura un quelconque effet. Si l'annulation est réelle, la commande en cours terminera plus tôt et renverra une erreur. Si l'annulation échoue (disons, parce que le serveur a déjà exécuté la commande), alors il n'y aura aucun résultat visible.

PQcancel peut être invoqué de façon sûre par le gestionnaire de signaux si *errbuf* est une variable locale dans le gestionnaire de signaux. L'objet *PGcancel* est en lecture seule pour ce qui concerne *PQcancel*, pour qu'il puisse aussi être appelé à partir d'un thread séparé de celui manipulant l'objet *PGconn*.

PQrequestCancel

PQrequestCancel est une variante obsolète de *PQcancel*.

```
int PQrequestCancel(PGconn *conn);
```

Demande au serveur l'abandon du traitement de la commande en cours d'exécution. Elle opère directement sur l'objet *PGconn* et, en cas d'échec, stocke le message d'erreur dans l'objet *PGconn* (d'où il peut être récupéré avec *PQerrorMessage*). Bien qu'il s'agisse de la même fonctionnalité, cette approche est hasardeuse en cas de programmes compatibles avec les threads ainsi que pour les gestionnaires de signaux car il est possible que la surcharge du message d'erreur de *PGconn* gênera l'opération en cours sur la connexion.

32.7. Interface à chemin rapide

PostgreSQL™ fournit une interface rapide pour envoyer des appels de fonctions simples au serveur.



Astuce

Cette interface est quelque peu obsolète car vous pourriez réaliser les mêmes choses avec des performances similaires et plus de fonctionnalités en initialisant une instruction préparée pour définir l'appel de fonction. Puis, exécuter l'instruction avec une transmission binaire des paramètres et des substitutions de résultats pour un appel de fonction à chemin rapide.

La fonction *PQfn* demande l'exécution d'une fonction du serveur via l'interface de chemin rapide :

```
PGresult* PQfn(PGconn* conn,
                int fnid,
                int *result_buf,
                int *result_len,
                int result_is_int,
                const PQArgBlock *args,
                int nargs);

typedef struct
{
    int len;
    int isint;
    union
    {
        int *ptr;
        int integer;
    } u;
} PQArgBlock;
```

L'argument *fnid* est l'OID de la fonction à exécuter. *args* et *nargs* définissent les paramètres à passer à la fonction ; ils doivent correspondre à la liste d'arguments déclarés de la fonction. Quand le champ *isint* d'une structure est vrai, la valeur de *u.integer* est envoyée au serveur en tant qu'entier de la longueur indiquée (qui doit être 2 ou 4 octets) ; les bons échanges d'octets se passent. Quand *isint* est faux, le nombre d'octets indiqué sur **u.ptr* est envoyé au traitement ; les données doivent

être dans le format attendu par le serveur pour la transmission binaire du type de données de l'argument de la fonction. (La déclaration de *u.ptr* en tant que type *int ** est historique ; il serait préférable de la considérer comme un *void **.) *result_buf* pointe vers le tampon dans lequel placer le code de retour de la fonction. L'appelant doit avoir alloué suffisamment d'espace pour stocker le code de retour (il n'y a pas de vérification !). La longueur actuelle du résultat en octet sera renvoyé dans l'entier pointé par *result_len*. Si un résultat sur un entier de 2 ou 4 octets est attendu, initialisez *result_is_int* à 1, sinon initialisez-le à 0. Initialiser *result_is_int* à 1 fait que libpq échange les octets de la valeur si nécessaire, de façon à ce que la bonne valeur *int* soit délivrée pour la machine cliente ; notez qu'un entier sur quatre octets est fourni dans **result_buf* pour la taille du résultat autorisé. Quand *result_is_int* vaut 0, la chaîne d'octets au format binaire envoyée par le serveur est renvoyée non modifiée. (Dans ce cas, il est préférable de considérer *result_buf* comme étant du type *void **.)

PQfn renvoie toujours un pointeur PGresult valide. L'état du résultat devrait être vérifié avant que le résultat ne soit utilisé. Le demandeur est responsable de la libération de la structure PGresult avec *PQclear* lorsque celle-ci n'est plus nécessaire.

Notez qu'il n'est pas possible de gérer les arguments nuls, les résultats nuls et les résultats d'ensembles nuls en utilisant cette interface.

32.8. Notification asynchrone

PostgreSQL™ propose des notifications asynchrones via les commandes **LISTEN** et **NOTIFY**. Une session cliente enregistre son intérêt dans un canal particulier avec la commande **LISTEN** (et peut arrêter son écoute avec la commande **UNLISTEN**). Toutes les sessions écoutant un canal particulier seront notifiées de façon asynchrone lorsqu'une commande **NOTIFY** avec ce nom de canal sera exécutée par une session. Une chaîne de « charge » peut être renseigné pour fournir des données supplémentaires aux processus en écoute.

Les applications libpq soumettent les commandes **LISTEN**, **UNLISTEN** et **NOTIFY** comme des commandes SQL ordinaires. L'arrivée des messages **NOTIFY** peut être détectée ensuite en appelant *PQnotifies*.

La fonction *PQnotifies* renvoie la prochaine notification à partir d'une liste de messages de notification non gérés reçus à partir du serveur. Il renvoie un pointeur nul s'il n'existe pas de notifications en attente. Une fois qu'une notification est renvoyée à partir de *PQnotifies*, elle est considérée comme étant gérée et sera supprimée de la liste des notifications.

```
PGnotify* PQnotifies(PGconn *conn);

typedef struct pgNotify
{
    char *relname;           /* nom du canal de la notification */
    int be_pid;              /* ID du processus serveur notifiant */
    char *extra;             /* chaîne de charge pour la notification */
} PGnotify;
```

Après avoir traité un objet PGnotify renvoyé par *PQnotifies*, assurez-vous de libérer le pointeur *PQfreemem*. Il est suffisant de libérer le pointeur PGnotify ; les champs *relname* et *extra* ne représentent pas des allocations séparées (le nom de ces champs est historique ; en particulier, les noms des canaux n'ont pas besoin d'être liés aux noms des relations.)

Exemple 32.2, « Deuxième exemple de programme pour libpq » donne un programme d'exemple illustrant l'utilisation d'une notification asynchrone.

PQnotifies ne lit pas réellement les données à partir du serveur ; il renvoie simplement les messages précédemment absorbés par une autre fonction de libpq. Dans les précédentes versions de libpq, la seule façon de s'assurer une réception à temps des messages **NOTIFY** consistait à soumettre constamment des commandes de soumission, même vides, puis de vérifier *PQnotifies* après chaque *PQexec*. Bien que ceci fonctionnait, cela a été abandonné à cause de la perte de puissance.

Une meilleure façon de vérifier les messages **NOTIFY** lorsque vous n'avez pas de commandes utiles à exécuter est d'appeler *PQconsumeInput* puis de vérifier *PQnotifies*. Vous pouvez utiliser *select()* pour attendre l'arrivée des données à partir du serveur, donc en utilisant aucune puissance du CPU sauf lorsqu'il y a quelque chose à faire (voir *PQsocket* pour obtenir le numéro du descripteur de fichiers à utiliser avec *select()*). Notez que ceci fonctionnera bien que vous soumettez les commandes avec *PQsendQuery/PQgetResult* ou que vous utilisez simplement *PQexec*. Néanmoins, vous devriez vous rappeler de vérifier *PQnotifies* après chaque *PQgetResult* ou *PQexec* pour savoir si des notifications sont arrivées lors du traitement de la commande.

32.9. Fonctions associées avec la commande COPY

Dans PostgreSQL™, la commande **COPY** a des options pour lire ou écrire à partir de la connexion réseau utilisée par libpq. Les fonctions décrites dans cette section autorisent les applications à prendre avantage de cette capacité en apportant ou en consommant les données copiées.

Le traitement complet est le suivant. L'application lance tout d'abord la commande SQL **COPY** via *PQexec* ou une des fonctions

équivalents. La réponse à ceci (s'il n'y a pas d'erreur dans la commande) sera un objet PGresult avec un code de retour PGRES_COPY_OUT ou PGRES_COPY_IN (suivant la direction spécifiée pour la copie). L'application devrait alors utiliser les fonctions de cette section pour recevoir ou transmettre des lignes de données. Quand le transfert de données est terminé, un autre objet PGresult est renvoyé pour indiquer le succès ou l'échec du transfert. Son statut sera PGRES_COMMAND_OK en cas de succès et PGRES_FATAL_ERROR si un problème a été rencontré. À ce point, toute autre commande SQL pourrait être exécutée via PQexec (il n'est pas possible d'exécuter d'autres commandes SQL en utilisant la même connexion tant que l'opération **COPY** est en cours).

Si une commande **COPY** est lancée via PQexec dans une chaîne qui pourrait contenir d'autres commandes supplémentaires, l'application doit continuer à récupérer les résultats via PQgetResult après avoir terminé la séquence **COPY**. C'est seulement quand PQgetResult renvoie NULL que vous pouvez être certain que la chaîne de commandes PQexec est terminée et qu'il est possible de lancer d'autres commandes.

Les fonctions de cette section devraient seulement être exécutées pour obtenir un statut de résultat PGRES_COPY_OUT ou PGRES_COPY_IN à partir de PQexec ou PQgetResult.

Un objet PGresult gérant un de ces statuts comporte quelques données supplémentaires sur l'opération **COPY** qui commence. La données supplémentaire est disponible en utilisant les fonctions qui sont aussi utilisées en relation avec les résultats de requêtes :

PQnfields

Renvoie le nombre de colonnes (champs) à copier.

PQbinaryTuples

0 indique que le format de copie complet est textuel (lignes séparées par des retours chariots, colonnes séparées par des caractères de séparation, etc). 1 indique que le format de copie complet est binaire. Voir COPY(7) pour plus d'informations.

PQfformat

Renvoie le code de format (0 pour le texte, 1 pour le binaire) associé avec chaque colonne de l'opération de copie. Les codes de format par colonne seront toujours zéro si le format de copie complet est textuel mais le format binaire supporte à la fois des colonnes textuelles et des colonnes binaires (néanmoins, avec l'implémentation actuelle de **COPY**, seules les colonnes binaires apparaissent dans une copie binaire donc les formats par colonnes correspondent toujours au format complet actuellement).



Note

Ces valeurs de données supplémentaires sont seulement disponibles en utilisant le protocole 3.0. Lors de l'utilisation du protocole 2.0, toutes ces fonctions renvoient 0.

32.9.1. Fonctions d'envoi de données pour **COPY**

Ces fonctions sont utilisées pour envoyer des données lors d'un **COPY FROM STDIN**. Elles échoueront si elles sont appelées alors que la connexion ne se trouve pas dans l'état **COPY_IN**.

PQputCopyData

Envoie des données au serveur pendant un état **COPY_IN**.

```
int PQputCopyData(PGconn *conn,
                  const char *buffer,
                  int nbytes);
```

Transmet les données de **COPY** dans le tampon spécifié (*buffer*), sur *nbytes* octets, au serveur. Le résultat vaut 1 si les données ont été placées dans la queue, zéro si elles n'ont pas été placées dans la queue car la tentative pourrait bloquer (ce cas n'est possible que lors d'une connexion en mode non bloquant) ou -1 si une erreur s'est produite (utilisez PQerrorMessage pour récupérer des détails si la valeur de retour vaut -1. Si la valeur vaut zéro, attendez qu'il soit prêt en écriture et réessayez).

L'application pourrait diviser le flux de données de **COPY** dans des chargements de tampon de taille convenable. Les limites n'ont pas de signification sémantique lors de l'envoi. Le contenu du flux de données doit correspondre au format de données attendu par la commande **COPY** ; voir COPY(7) pour des détails.

PQputCopyEnd

Envoie une indication de fin de transfert au serveur lors de l'état **COPY_IN**.

```
int PQputCopyEnd(PGconn *conn,
                  const char *errormsg);
```

Termine l'opération COPY_IN avec succès si *errormsg* est NULL. Si *errormsg* n'est pas NULL alors **COPY** échoue, la chaîne pointée par *errormsg* étant utilisée comme message d'erreur (néanmoins, vous ne devriez pas supposer que ce message d'erreur précis reviendra du serveur car le serveur pourrait avoir déjà échouée sur la commande **COPY** pour des raisons qui lui sont propres). Notez aussi que l'option forçant l'échec ne fonctionnera pas lors de l'utilisation de connexions avec un protocole pre-3.0.

Le résultat est 1 si la donnée de fin a été envoyée, ou dans le mode non bloquant, cela peut uniquement indiquer que la donnée de fin a été correctement mise dans la file d'attente. (En mode non bloquant, pour être certain que les données ont été correctement envoyées, vous devriez ensuite attendre que le mode écriture soit disponible puis appeler **PQflush**, à répéter jusqu'à ce que 0 soit renvoyé). Zéro indique que la fonction n'a pas pu mettre en file d'attente la donnée de fin à cause d'une file pleine ; ceci ne peut survenir qu'en mode non bloquant. (Dans ce cas, attendez que le mode écriture soit disponible puis rappeler à nouveau la fonction **PQputCopyEnd**). Si une erreur physique survient, -1 est renvoyé ; vous pouvez alors appeler **PQerrorMessage** pour avoir plus de détails sur l'erreur.

Après un appel réussi à **PQputCopyEnd**, appelez **PQgetResult** pour obtenir le statut de résultat final de la commande **COPY**. Vous pouvez attendre que le résultat soit disponible de la même façon. Puis, retournez aux opérations normales.

32.9.2. Fonctions de réception des données de **COPY**

Ces fonctions sont utilisées pour recevoir des données lors d'un **COPY TO STDOUT**. Elles échoueront si elles sont appelées alors que la connexion n'est pas dans l'état **COPY_OUT**

PQgetCopyData

Reçoit des données à partir du serveur lors d'un état **COPY_OUT**.

```
int PQgetCopyData(PGconn *conn,
                  char **buffer,
                  int async);
```

Tente d'obtenir une autre ligne de données du serveur lors d'une opération **COPY**. Les données ne sont renvoyées qu'une ligne à la fois ; si seulement une ligne partielle est disponible, elle n'est pas renvoyée. Le retour d'une ligne avec succès implique l'allocation d'une portion de mémoire pour contenir les données. Le paramètre *buffer* ne doit pas être NULL. **buffer* est initialisé pour pointer vers la mémoire allouée ou vers NULL au cas où aucun tampon n'est renvoyé. Un tampon résultat non NULL devra être libéré en utilisant **PQfreemem** lorsqu'il ne sera plus utile.

Lorsqu'une ligne est renvoyée avec succès, le code de retour est le nombre d'octets de la donnée dans la ligne (et sera donc supérieur à zéro). La chaîne renvoyée est toujours terminée par un octet nul bien que ce ne soit utile que pour les **COPY** textuels. Un résultat zéro indique que la commande **COPY** est toujours en cours mais qu'aucune ligne n'est encore disponible (ceci est seulement possible lorsque *async* est vrai). Un résultat -1 indique que **COPY** a terminé. Un résultat -2 indique qu'une erreur est survenue (consultez **PQerrorMessage** pour en connaître la raison).

Lorsque *async* est vraie (différent de zéro), **PQgetCopyData** ne bloquera pas en attente d'entrée ; il renverra zéro si **COPY** est toujours en cours mais qu'aucune ligne n'est encore disponible (dans ce cas, attendez qu'il soit prêt en lecture puis appelez **PQconsumeInput** avant d'appeler **PQgetCopyData** de nouveau). Quand *async* est faux (zéro), **PQgetCopyData** bloquera tant que les données ne seront pas disponibles ou tant que l'opération n'aura pas terminée.

Après que **PQgetCopyData** ait renvoyé -1,appelez **PQgetResult** pour obtenir le statut de résultat final de la commande **COPY**. Vous pourriez attendre la disponibilité de ce résultat comme d'habitude. Puis, retournez aux opérations habituelles.

32.9.3. Fonctions obsolètes pour **COPY**

Ces fonctions représentent d'anciennes méthodes de gestion de **COPY**. Bien qu'elles fonctionnent toujours, elles sont obsolètes à cause de leur pauvre gestion des erreurs, des méthodes non convenables de détection d'une fin de transmission, et du manque de support des transferts binaires et des transferts non bloquants.

PQgetline

Lit une ligne de caractères terminée par un retour chariot (transmis par le serveur) dans un tampon de taille *length*.

```
int PQgetline(PGconn *conn,
              char *buffer,
              int length);
```

Cette fonction copie jusqu'à *length*-1 caractères dans le tampon et convertit le retour chariot en un octet nul. `PQgetline` renvoie EOF à la fin de l'entrée, 0 si la ligne entière a été lu et 1 si le tampon est complet mais que le retour chariot à la fin n'a pas encore été lu.

Notez que l'application doit vérifier si un retour chariot est constitué de deux caractères \., ce qui indique que le serveur a terminé l'envoi des résultats de la commande **COPY**. Si l'application peut recevoir des lignes de plus de *length*-1 caractères, une attention toute particulière est nécessaire pour s'assurer qu'elle reconnaissse la ligne \. correctement (et ne la confond pas, par exemple, avec la fin d'une longue ligne de données).

`PQgetlineAsync`

Lit une ligne de données **COPY** (transmise par le serveur) dans un tampon sans blocage.

```
int PQgetlineAsync(PGconn *conn,
                   char *buffer,
                   int bufsize);
```

Cette fonction est similaire à `PQgetline` mais elle peut être utilisée par des applications qui doivent lire les données de **COPY** de façon asynchrone, c'est-à-dire sans blocage. Après avoir lancé la commande **COPY** et obtenu une réponse PGRES_COPY_OUT, l'application devrait appeler `PQconsumeInput` et `PQgetlineAsync` jusqu'à ce que le signal de fin des données ne soit détecté.

Contrairement à `PQgetline`, cette fonction prend la responsabilité de détecter la fin de données.

À chaque appel, `PQgetlineAsync` renverra des données si une ligne de données complète est disponible dans le tampon d'entrée de libpq. Sinon, aucune ligne n'est renvoyée jusqu'à l'arrivée du reste de la ligne. La fonction renvoie -1 si le marqueur de fin de copie des données a été reconnu, 0 si aucune donnée n'est disponible ou un nombre positif indiquant le nombre d'octets renvoyés. Si -1 est renvoyé, l'appelant doit ensuite appeler `PQendcopy` puis retourner aux traitements habituels.

Les données renvoyées ne seront pas étendues au delà de la limite de la ligne. Si possible, une ligne complète sera retournée en une fois. Mais si le tampon offert par l'appelant est trop petit pour contenir une ligne envoyée par le serveur, alors une ligne de données partielle sera renvoyée. Avec des données textuelles, ceci peut être détecté en testant si le dernier octet renvoyé est \n ou non (dans un **COPY** binaire, l'analyse réelle du format de données **COPY** sera nécessaire pour faire la détermination équivalente). La chaîne renvoyée n'est pas terminée par un octet nul (si vous voulez ajouter un octet nul de terminaison, assurez-vous de passer un *bufsize* inférieur de 1 par rapport à l'espace réellement disponible).

`PQputline`

Envoye une chaîne terminée par un octet nul au serveur. Renvoie 0 si tout va bien et EOF s'il est incapable d'envoyer la chaîne.

```
int PQputline(PGconn *conn,
              const char *string);
```

Le flux de données de **COPY** envoyé par une série d'appels à `PQputline` a le même format que celui renvoyé par `PQgetlineAsync`, sauf que les applications ne sont pas obligées d'envoyer exactement une ligne de données par appel à `PQputline` ; il est correct d'envoyer une ligne partielle ou plusieurs lignes par appel.



Note

Avant le protocole 3.0 de PostgreSQL™, il était nécessaire pour l'application d'envoyer explicitement les deux caractères \. comme ligne finale pour indiquer qu'il a terminé l'envoi des données du **COPY** data. Bien que ceci fonctionne toujours, cette méthode est abandonnée et la signification spéciale de \. pourrait être supprimée dans une prochaine version. Il est suffisant d'appeler `PQendcopy` après avoir envoyé les vraies données.

`PQputnbytes`

Envoye une chaîne non terminée par un octet nul au serveur. Renvoie 0 si tout va bien et EOF s'il n'a pas été capable d'envoyer la chaîne.

```
int PQputnbytes(PGconn *conn,
                const char *buffer,
                int nbytes);
```

C'est exactement comme `PQputline` sauf que le tampon de donnée n'a pas besoin d'être terminé avec un octet nul car le nombre d'octets envoyés est spécifié directement. Utilisez cette procédure pour envoyer des données binaires.

PQendcopy

Se synchronise avec le serveur.

```
int PQendcopy(PGconn *conn);
```

Cette fonction attend que le serveur ait terminé la copie. Il devrait soit indiquer quand la dernière chaîne a été envoyée au serveur en utilisant `PQputline` soit le moment où la dernière chaîne a été reçue du serveur en utilisant `PGgetline`. Si ce n'est pas fait, le serveur renverra un « out of sync » (perte de synchronisation) au client. Suivant le retour de cette fonction, le serveur est prêt à recevoir la prochaine commande SQL. Le code de retour 0 indique un succès complet et est différent de zéro dans le cas contraire (utilisez `PQerrorMessage` pour récupérer des détails sur l'échec).

Lors de l'utilisation de `PQgetResult`, l'application devrait répondre à un résultat `PGRES_COPY_OUT` en exécutant `PQgetline` de façon répétée, suivi par un `PQendcopy` une fois la ligne de terminaison aperçue. Il devrait ensuite retourner à la boucle `PQgetResult` jusqu'à ce que `PQgetResult` renvoie un pointeur nul. De façon similaire, un résultat `PGRES_COPY_IN` est traité par une série d'appels à `PQputline` suivis par un `PQendcopy`, ensuite retour à la boucle `PQgetResult`. Cet arrangement vous assurera qu'une commande **COPY** intégrée dans une série de commandes SQL sera exécutée correctement.

Les anciennes applications soumettent un **COPY** via `PQexec` et assument que la transaction est faite après un `PQendcopy`. Ceci fonctionnera correctement seulement si **COPY** est la seule commande SQL dans la chaîne de commandes.

32.10. Fonctions de contrôle

Ces fonctions contrôlent divers détails du comportement de libpq.

PQclientEncoding

Renvoie l'encodage client.

```
int PQclientEncoding(const PGconn *conn);
```

Notez qu'il renvoie l'identifiant d'encodage, pas une chaîne symbolique telle que `EUC_JP`. Renvoie -1 en cas d'échec. Pour convertir un identifiant d'encodage en nom, vous pouvez utiliser :

```
char *pg_encoding_to_char(int encoding_id);
```

PQsetClientEncoding

Configure l'encodage client.

```
int PQsetClientEncoding(PGconn *conn, const char *encoding);
```

conn est la connexion au serveur, et *encoding* est l'encodage que vous voulez utiliser. Si la fonction initialise l'encodage avec succès, elle renvoie 0, sinon -1. L'encodage actuel de cette connexion peut être déterminé en utilisant `PQclientEncoding`.

PQsetErrorVerbosity

Détermine la verbosité des messages renvoyés par `PQerrorMessage` et `PQresultErrorMessage`.

```
typedef enum
{
    PQERRORS_TERSE,
    PQERRORS_DEFAULT,
    PQERRORS_VERBOSE
} PGVerbosity;
```

```
PGVerbosity PQsetErrorVerbosity(PGconn *conn, PGVerbosity verbosity);
```

`PQsetErrorVerbosity` initialise le mode de verbosité, renvoyant le paramétrage précédent de cette connexion. Dans le mode *terse*, les messages renvoyés incluent seulement la sévérité, le texte principal et la position ; ceci tiendra normalement sur une seule ligne. Le mode par défaut produit des messages qui inclut ces champs ainsi que les champs détail, astuce ou contexte (ils pourraient être sur plusieurs lignes). Le mode *VERBOSE* inclut tous les champs disponibles. Modifier la verbosité n'affecte pas les messages disponibles à partir d'objets PGresult déjà existants, seulement ceux créés après (mais voir `PQ-`

`resultVerboseErrorMessage` si vous voulez imprimer une erreur précédente avec une verbosité différente).

PQsetErrorContextVisibility

Détermine la gestion des champs CONTEXT dans les messages renvoyés par `PQerrorMessage` et `PQresultErrorMessage`.

```
typedef enum
{
    PQSHOW_CONTEXT_NEVER,
    PQSHOW_CONTEXT_ERRORS,
    PQSHOW_CONTEXT_ALWAYS
} PGContextVisibility;

PGContextVisibility PQsetErrorContextVisibility(PGconn *conn, PGContextVisibility show_context);
```

`PQsetErrorContextVisibility` configure le mode d'affichage du contexte, renvoyant la précédente configuration de la connexion. Ce mode contrôle si le champ CONTEXT est inclus dans les messages (sauf si la verbosité est configurée à *TERSE*, auquel cas CONTEXT n'est jamais affiché). Le mode *NEVER* n'inclut jamais CONTEXT alors que *ALWAYS* l'inclut en permanence s'il est disponible. Dans le mode par défaut, *ERRORS*, les champs CONTEXT sont inclus seulement pour les messages d'erreur, et non pas pour les messages d'informations et d'avertissements. La modification de ce mode n'affecte pas les messages disponibles à partir des objets PGresult déjà existant, seulement ceux créés après. (Cependant, voir `PQresultVerboseErrorMessage` si vous voulez imprimer l'erreur précédent avec un mode d'affichage différent.)

PQtrace

Active les traces de communication entre client et serveur dans un flux fichier de débogage.

```
void PQtrace(PGconn *conn, FILE *stream);
```



Note

Sur Windows, si la bibliothèque libpq et une application sont compilées avec des options différentes, cet appel de fonction arrêtera brutalement l'application car la représentation interne des pointeurs FILE diffère. Spécifiquement, les options multi-threaded/single-threaded release/debug et static/dynamic devraient être identiques pour la bibliothèque et les applications qui l'utilisent.

PQuntrace

Désactive les traces commencées avec `PQtrace`.

```
void PQuntrace(PGconn *conn);
```

32.11. Fonctions diverses

Comme toujours, certains fonctions ne sont pas catégorisables.

PQfreemem

Libère la mémoire allouée par libpq.

```
void PQfreemem(void *ptr);
```

Libère la mémoire allouée par libpq, particulièrement `PQescapeByteaConn`, `PQescapeBytea`, `PQunescapeBytea`, et `PQnotifies`. Il est particulièrement important que cette fonction, plutôt que `free()`, soit utilisée sur Microsoft Windows. Ceci est dû à l'allocation de la mémoire dans une DLL et la relâcher dans l'application fonctionne seulement si les drapeaux multi-thread/mon-thread, release/debug et static/dynamic sont les mêmes pour la DLL et l'application. Sur les plateformes autres que Microsoft Windows, cette fonction est identique à la fonction `free()` de la bibliothèque standard.

PQconninfoFree

Libère les structures de données allouées par `PQconndefaults` ou `PQconninfoParse`.

```
void PQconninfoFree(PQconninfoOption *connOptions);
```

Un simple appel à `PQfreemem` ne suffira pas car le tableau contient des références à des chaînes supplémentaires.

`PQencryptPassword`

Prépare la forme chiffrée du mot de passe PostgreSQL™.

```
char * PQencryptPassword(const char *passwd, const char *user);
```

Cette fonction est utilisée par les applications clientes qui souhaitent envoyées des commandes comme `ALTER USER joe PASSWORD 'passe'`. Une bonne pratique est de ne pas envoyer le mot de passe en clair dans une telle commande car le mot de passe serait exposé dans les journaux, les affichages d'activité, et ainsi de suite. À la place, utilisez cette fonction pour convertir le mot de passe en clair en une forme chiffrée avant de l'envoyer. Les arguments sont le mot de passe en clair et le nom SQL de l'utilisateur. La valeur renvoyée est une chaîne allouée par `malloc` ou `NULL` s'il ne reste plus de mémoire. L'appelant assume que la chaîne ne contient aucun caractère spécial qui nécessiterait un échappement. Utilisez `PQfreemem` pour libérer le résultat une fois terminé.

`PQmakeEmptyPGresult`

Construit un objet PGresult vide avec la statut indiqué.

```
PGresult *PQmakeEmptyPGresult(PGconn *conn, ExecStatusType status);
```

C'est une fonction interne de la libpq pour allouer et initialiser un objet PGresult vide. Cette fonction renvoie `NULL` si la mémoire n'a pas pu être allouée. Elle est exportée car certaines applications trouveront utiles de générer eux-mêmes des objets de résultat (tout particulièrement ceux avec des statuts d'erreur). Si `conn` n'est pas `NULL` et que `status` indique une erreur, le message d'erreur actuel de la connexion indiquée est copié dans `PGresult`. De plus, si `conn` n'est pas `NULL`, toute procédure d'événement enregistrée dans la connexion est copiée dans le `PGresult`. (Elles n'obtiennent pas d'appels `PGEVT_RESULTCREATE`, mais jetez un œil à `PQfireResultCreateEvents`.) Notez que `PQclear` devra être appelé sur l'objet, comme pour un `PGresult` renvoyé par libpq lui-même.

`PQfireResultCreateEvents`

Déclenche un événement `PGEVT_RESULTCREATE` (voir Section 32.13, « Système d'événements ») pour chaque procédure d'événement enregistré dans l'objet `PGresult`. Renvoie autre chose que zéro en cas de succès, zéro si la procédure d'événement échoue.

```
int PQfireResultCreateEvents(PGconn *conn, PGresult *res);
```

L'argument `conn` est passé aux procédures d'événement mais n'est pas utilisé directement. Il peut être `NULL` si les procédures de l'événement ne l'utilisent pas.

Les procédures d'événements qui ont déjà reçu un événement `PGEVT_RESULTCREATE` ou `PGEVT_RESULTCOPY` pour cet objet ne sont pas déclenchées de nouveau.

La raison principale pour séparer cette fonction de `PQmakeEmptyPGresult` est qu'il est souvent approprié de créer un `PGresult` et de le remplir avec des données avant d'appeler les procédures d'événement.

`PQcopyResult`

Fait une copie de l'objet `PGresult`. La copie n'est liée en aucune façon au résultat source et `PQclear` doit être appelée dans que la copie n'est plus nécessaire. Si la fonction échoue, `NULL` est renvoyé.

```
PGresult *PQcopyResult(const PGresult *src, int flags);
```

Cela n'a pas pour but de faire une copie exacte. Le résultat renvoyé a toujours le statut `PGRES_TUPLES_OK`, et ne copie aucun message d'erreur dans la source. (Néanmoins, il copie la chaîne de statut de commande.) L'argument `flags` détermine le reste à copier. C'est un OR bit à bit de plusieurs drapeaux. `PG_COPYRES_ATTRS` indique la copie des attributs du résultat source (définition des colonnes). `PG_COPYRES_TUPLES` indique la copie des lignes du résultat source. (Cela implique de copier aussi les attributs.) `PG_COPYRES_NOTICEHOOKS` indique la copie des gestionnaires de notification du résultat source. `PG_COPYRES_EVENTS` indique la copie des événements du résultat source. (Mais toute instance de données associée avec la source n'est pas copiée.)

`PQsetResultAttrs`

Initialise les attributs d'un objet `PGresult`.

```
int PQsetResultAttrs(PGresult *res, int numAttributes, PGresAttDesc
*attDescs);
```

Les *attDescs* fournis sont copiés dans le résultat. Si le pointeur *attDescs* est NULL ou si *numAttributes* est inférieur à 1, la requête est ignorée et la fonction réussit. Si *res* contient déjà les attributs, la fonction échouera. Si la fonction échoue, la valeur de retour est zéro. Si la fonction réussit, la valeur de retour est différente de zéro.

PQsetvalue

Initialise la valeur d'un champ d'une ligne d'un objet PGresult.

```
int PQsetvalue(PGresult *res, int tup_num, int field_num, char *value, int
len);
```

La fonction fera automatiquement grossir le tableau de lignes internes des résultats, si nécessaire. Néanmoins, l'argument *tup_num* doit être inférieur ou égal à *PQntuples*, ceci signifiant que la fonction peut seulement faire grossir le tableau des lignes une ligne à la fois. Mais tout champ d'une ligne existante peut être modifié dans n'importe quel ordre. Si une valeur à *field_num* existe déjà, elle sera écrasée. Si *len* vaut 1 ou si *value* est NULL, la valeur du champ sera configurée à la valeur SQL NULL. *value* est copié dans le stockage privé du résultat, donc n'est plus nécessaire au retour de la fonction. Si la fonction échoue, la valeur de retour est zéro. Dans le cas contraire, elle a une valeur différente de zéro.

PQresultAlloc

Alloue un stockage supplémentaire pour un objet PGresult.

```
void *PQresultAlloc(PGresult *res, size_t nbytes);
```

Toute mémoire allouée avec cette fonction est libérée quand *res* est effacée. Si la fonction échoue, la valeur de retour vaut NULL. Le résultat est garanti d'être correctement aligné pour tout type de données, comme pour un malloc.

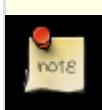
PQlibVersion

Renvoie la version de libpq™ en cours d'utilisation.

```
int PQlibVersion(void);
```

Le résultat de cette fonction peut être utilisé pour déterminer, à l'exécution, si certaines fonctionnalités spécifiques sont disponibles dans la version chargée de libpq. Par exemple, cette fonction peut être utilisée pour déterminer les options de connexions disponibles pour *PQconnectdb* ou si la sortie hex du type bytea ajoutée par PostgreSQL 9.0 est supportée.

Le nombre est formé par conversion des numéros majeur, mineur et de révision en nombre à deux chiffres et en les concaténant les uns aux autres. Par exemple, la version 9.1 sera renvoyée en tant que 90100, alors que la version 9.1.2 sera renvoyée en tant que 90102 (Les zéros en début de chiffres ne sont pas affichées).



Note

Cette fonction apparaît en version 9.1 de PostgreSQL™, donc elle ne peut pas être utilisée pour détecter des fonctionnalités des versions précédentes car l'édition de lien créera une dépendance sur la version 9.1.

32.12. Traitement des messages

Les messages de note et d'avertissement générés par le serveur ne sont pas renvoyés par les fonctions d'exécution des requêtes car elles n'impliquent pas d'échec dans la requête. À la place, elles sont passées à la fonction de gestion des messages et l'exécution continue normalement après le retour du gestionnaire. La fonction par défaut de gestion des messages affiche le message sur *stderr* mais l'application peut surcharger ce comportement en proposant sa propre fonction de gestion.

Pour des raisons historiques, il existe deux niveaux de gestion de messages, appelés la réception des messages et le traitement. Pour la réception, le comportement par défaut est de formater le message et de passer une chaîne au traitement pour affichage. Néanmoins, une application qui choisit de fournir son propre receveur de messages ignorera typiquement la couche d'envoi de messages et effectuera tout le travail au niveau du receveur.

La fonction `PQsetNoticeReceiver` initialise ou examine le receveur actuel de messages pour un objet de connexion. De la même façon, `PQsetNoticeProcessor` initialise ou examine l'émetteur actuel de messages.

```
typedef void (*PQnoticeReceiver) (void *arg, const PGresult *res);

PQnoticeReceiver
PQsetNoticeReceiver(PGconn *conn,
                     PQnoticeReceiver proc,
                     void *arg);

typedef void (*PQnoticeProcessor) (void *arg, const char *message);

PQnoticeProcessor
PQsetNoticeProcessor(PGconn *conn,
                     PQnoticeProcessor proc,
                     void *arg);
```

Chacune de ces fonctions reçoit le pointeur de fonction du précédent receveur ou émetteur de messages et configure la nouvelle valeur. Si vous fournissez un pointeur de fonction nul, aucune action n'est réalisée mais le pointeur actuel est renvoyé.

Quand un message de note ou d'avertissement est reçu du serveur ou généré de façon interne par libpq, la fonction de réception du message est appelée. Le message lui est passé sous la forme d'un PGresult PGRES_NONFATAL_ERROR (ceci permet au receveur d'extraire les champs individuels en utilisant `PQresultErrorField` ou d'obtenir le message complet préformaté en utilisant `PQresultErrorMessage` ou `PQresultVerboseErrorMessage`). Le même pointeur void passé à `PQsetNoticeReceiver` est aussi renvoyé (ce pointeur peut être utilisé pour accéder à un état spécifique de l'application si nécessaire).

Le receveur de messages par défaut extrait simplement le message (en utilisant `PQresultErrorMessage`) et le passe au système de traitement du message.

Ce dernier est responsable de la gestion du message de note ou d'avertissement donné au format texte. La chaîne texte du message est passée avec un retour chariot supplémentaire, plus un pointeur sur void identique à celui passé à `PQsetNoticeProcessor` (ce pointeur est utilisé pour accéder à un état spécifique de l'application si nécessaire).

Le traitement des messages par défaut est simplement

```
static void
defaultNoticeProcessor(void * arg, const char * message)
{
    fprintf(stderr, "%s", message);
}
```

Une fois que vous avez initialisé un receveur ou une fonction de traitement des messages, vous devez vous attendre à ce que la fonction soit appelée aussi longtemps que l'objet PGconn ou qu'un objet PGresult réalisé à partir de celle-ci existent. À la création d'un PGresult, les pointeurs de gestion actuels de PGconn sont copiés dans PGresult pour une utilisation possible par des fonctions comme `PQgetvalue`.

32.13. Système d'événements

Le système d'événements de libpq est conçu pour notifier les gestionnaires d'événements enregistrés de l'arrivée d'événements intéressants de la libpq, comme par exemple la création ou la destruction d'objets PGconn et PGresult. Un cas d'utilisation principal est de permettre aux applications d'associer leur propres données avec un PGconn ou un PGresult et de s'assurer que les données soient libérées au bon moment.

Chaque gestionnaire d'événement enregistré est associé avec deux types de données, connus par libpq comme des pointeurs opaques, c'est-à-dire `void *`. Il existe un pointeur `passthrough` fourni par l'application quand le gestionnaire d'événements est enregistré avec un PGconn. Le pointeur `passthrough` ne change jamais pendant toute la durée du PGconn et des PGresult générés grâce à lui ; donc s'il est utilisé, il doit pointer vers des données vivantes. De plus, il existe une pointeur de *données instanciées*, qui commence à NULL dans chaque objet PGconn et PGresult. Ce pointeur peut être manipulé en utilisant les fonctions `PQinstanceData`, `PQsetInstanceData`, `PQresultInstanceData` et `PQsetResultInstanceData`. Notez que, contrairement au pointeur `passthrough`, les PGresult n'héritent pas automatiquement des données instanciées d'un PGconn. libpq ne sait pas vers quoi pointent les pointeurs `passthrough` et de données instanciées, et n'essaiera hamais de les libérer -- cela tient de la responsabilité du gestionnaire d'événements.

32.13.1. Types d'événements

La variable `PGEventId` de type enum précise tous les types d'événements gérés par le système d'événements. Toutes ces valeurs

ont des noms commençant avec PGEVT. Pour chaque type d'événement, il existe une structure d'informations sur l'événement, précisant les paramètres passés aux gestionnaires d'événement. Les types d'événements sont :

PGEVT_REGISTER

L'événement d'enregistrement survient quand PQregisterEventProc est appelé ; C'est le moment idéal pour initialiser toute structure instanceData qu'une procédure d'événement pourrait avoir besoin. Seul un événement d'enregistrement sera déclenché par gestionnaire d'événement sur une connexion. Si la procédure échoue, l'enregistrement est annulé.

```
typedef struct
{
    PGconn *conn;
} PGEVENT_REGISTER;
```

Quand un événement PGEVT_REGISTER est reçu, le pointeur *evtInfo* doit être converti en un PGEVENT_REGISTER *. Cette structure contient un PGconn qui doit être dans le statut CONNECTION_OK ; garanti si PQregisterEventProc est appelé juste après avoir obtenu un bon PGconn. Lorsqu'elle renvoie un code d'erreur, le nettoyage doit être réalisé car aucun événement PGEVT_DESTROY ne sera envoyé.

PGEVT_CONNRESET

L'événement de réinitialisation de connexion est déclenché après un PQreset ou un PQresetPoll. Dans les deux cas, l'événement est seulement déclenché si la ré-initialisation est réussie. Si la procédure échoue, la réinitialisation de connexion échouera ; la structure PGconn est placée dans le statut CONNECTION_BAD et PQresetPoll renverra PGRES_POLLING_FAILED.

```
typedef struct
{
    PGconn *conn;
} PGEVENT_CONNRESET;
```

Quand un événement PGEVT_CONNRESET est reçu, le pointeur *evtInfo* doit être converti en un PGEVENTCONNRESET *. Bien que le PGconn a été réinitialisé, toutes les données de l'événement restent inchangées. Cet événement doit être utilisé pour ré-initialiser/recharger/re-quérir tout instanceData associé. Notez que même si la procédure d'événement échoue à traiter PGEVT_CONNRESET, elle recevra toujours un événement PGEVT_DESTROY à la fermeture de la connexion.

PGEVT_CONNDESTROY

L'événement de destruction de la connexion est déclenchée en réponse à PQfinish. Il est de la responsabilité de la procédure de l'événement de nettoyer proprement ses données car libpq n'a pas les moyens de gérer cette mémoire. Un échec du nettoyage amènera des pertes mémoire.

```
typedef struct
{
    PGconn *conn;
} PGEVENTCONNDESTROY;
```

Quand un événement PGEVT_CONNDESTROY est reçu, le pointeur *evtInfo* doit être converti en un PGEVENTCONNDESTROY *. Cet événement est déclenché avant que PQfinish ne réalise d'autres nettoyages. La valeur de retour de la procédure est ignorée car il n'y a aucun moyen d'indiquer un échec de PQfinish. De plus, un échec de la procédure ne doit pas annuler le nettoyage de la mémoire non désirée.

PGEVT_RESULTCREATE

L'événement de création de résultat est déclenché en réponse à l'utilisation d'une fonction d'exécution d'une requête, par exemple PQgetResult. Cet événement sera déclenché seulement après la création réussie du résultat.

```
typedef struct
{
    PGconn *conn;
    PGresult *result;
} PGEVENTRESULTCREATE;
```

Quand un événement PGEVT_RESULTCREATE est reçu, le pointeur *evtInfo* doit être converti en un PGEVENTRESULTCREATE *. Le paramètre *conn* est la connexion utilisée pour générer le résultat. C'est le moment idéal pour initialiser tout instanceData qui doit être associé avec le résultat. Si la procédure échoue, le résultat sera effacé et l'échec sera propagé.

Le procédure d'événement ne doit pas tenter un `PQclear` sur l'objet résultat lui-même. Lors du renvoi d'un code d'échec, tout le nettoyage doit être fait car aucun événement `PGEVT_RESULTDESTROY` ne sera envoyé.

PGEVT_RESULTCOPY

L'événement de copie du résultat est déclenché en réponse à un `PQcopyResult`. Cet événement se déclenchera seulement une fois la copie terminée. Seules les procédures qui ont gérées avec succès l'événement `PGEVT_RESULTCREATE` ou `PGEVT_RESULTCOPY` pour le résultat source recevront les événements `PGEVT_RESULTCOPY`.

```
typedef struct
{
    const PGresult *src;
    PGresult *dest;
} PGEVENTRESULTCOPY;
```

Quand un événement `PGEVT_RESULTCOPY` est reçu, le pointeur `evtInfo` doit être converti en un `PGEventResultCopy` *. Le résultat résultat `src` correspond à ce qui a été copié alors que le résultat `dest` correspond à la destination. Cet événement peut être utilisé pour fournir une copie complète de `instanceData`, ce que `PQcopyResult` ne peut pas faire. Si la procédure échoue, l'opération complète de copie échouera et le résultat `dest` sera effacé. Au renvoi d'un code d'échec, tout le nettoyage doit être réalisé car aucun événement `PGEVT_RESULTDESTROY` ne sera envoyé pour le résultat de destination.

PGEVT_RESULTDESTROY

L'événement de destruction de résultat est déclenché en réponse à la fonction `PQclear`. C'est de la responsabilité de l'événement de nettoyer proprement les données de l'événement car libpq n'a pas cette capacité en matière de gestion de mémoire. Si le nettoyage échoue, cela sera la cause de pertes mémoire.

```
typedef struct
{
    PGresult *result;
} PGEVENTRESULTDESTROY;
```

Quand un événement `PGEVT_RESULTDESTROY` est reçu, le pointeur `evtInfo` doit être converti en un `PGEventResultDestroy` *. Cet événement est déclenché avant que `PQclear` ne puisse faire de nettoyage. La valeur de retour de la procédure est ignorée car il n'existe aucun moyen d'indiquer un échec à partir de `PQclear`. De plus, un échec de la procédure ne doit pas annuler le nettoyage de la mémoire non désirée.

32.13.2. Procédure de rappel de l'événement

PGEVENTPROC

`PGEVENTPROC` est une définition de type pour un pointeur vers une procédure d'événement, c'est-à-dire la fonction utilisateur appelée pour les événements de la libpq. La signature d'une telle fonction doit être :

```
int eventproc(PGEVENTID evtId, void *evtInfo, void *passThrough)
```

Le paramètre `evtId` indique l'événement `PGEVT` qui est survenu. Le pointeur `evtInfo` doit être converti vers le type de structure approprié pour obtenir plus d'informations sur l'événement. Le paramètre `passThrough` est le pointeur fourni à `PQregisterEventProc` quand la procédure de l'événement a été enregistrée. La fonction doit renvoyer une valeur différente de zéro en cas de succès et zéro en cas d'échec.

Une procédure d'événement particulière peut être enregistrée une fois seulement pour un `PGconn`. Ceci est dû au fait que l'adresse de la procédure est utilisée comme clé de recherche pour identifier les données instanciées associées.



Attention

Sur Windows, les fonctions peuvent avoir deux adresses différentes : une visible de l'extérieur de la DLL et une visible de l'intérieur. Il faut faire attention que seule une de ces adresses est utilisée avec les fonctions d'événement de la libpq, sinon une confusion en résultera. La règle la plus simple pour écrire du code qui fonctionnera est de s'assurer que les procédures d'événements sont déclarées `static`. Si l'adresse de la procédure doit être disponible en dehors de son propre fichier source, il faut exposer une fonction séparée pour renvoyer l'adresse.

32.13.3. Fonctions de support des événements

PQregisterEventProc

Enregistre une procédure de rappel pour les événements avec libpq.

```
int PQregisterEventProc(PGconn *conn, PGEVENTPROC proc,
                        const char *name, void *passThrough);
```

Une procédure d'événement doit être enregistré une fois pour chaque PGconn pour lequel vous souhaitez recevoir des événements. Il n'existe pas de limites, autre que la mémoire, sur le nombre de procédures d'événements qui peuvent être enregistrées avec une connexion. La fonction renvoie une valeur différente de zéro en cas de succès, et zéro en cas d'échec.

L'argument *proc* sera appelé quand se déclenchera un événement libpq. Son adresse mémoire est aussi utilisée pour rechercher *instanceData*. L'argument *name* est utilisé pour faire référence à la procédure d'événement dans les messages d'erreur. Cette valeur ne peut pas être NULL ou une chaîne de longueur nulle. La chaîne du nom est copiée dans PGconn, donc ce qui est passé n'a pas besoin de durer longtemps. Le pointeur *passThrough* est passé à *proc* à chaque arrivée d'un événement. Cet argument peut être NULL.

PQsetInstanceData

Initialise *instanceData* de la connexion pour la procédure *proc* avec *data*. Cette fonction renvoie zéro en cas d'échec et autre chose en cas de réussite. (L'échec est seulement possible si *proc* n'a pas été correctement enregistré dans le résultat.)

```
int PQsetInstanceData(PGconn *conn, PGEVENTPROC proc, void *data);
```

PQinstanceData

Renvoie le *instanceData* de la connexion associée avec *connproc* ou NULL s'il n'y en a pas.

```
void *PQinstanceData(const PGconn *conn, PGEVENTPROC proc);
```

PQresultSetInstanceData

Initialise le *instanceData* du résultat pour la procédure *proc* avec *data*. Cette fonction renvoie zéro en cas d'échec et autre chose en cas de réussite. (L'échec est seulement possible si *proc* n'a pas été correctement enregistré dans le résultat.)

```
int PQresultSetInstanceData(PGresult *res, PGEVENTPROC proc, void *data);
```

PQresultInstanceData

Renvoie le *instanceData* du résultat associé avec *proc* ou NULL s'il n'y en a pas.

```
void *PQresultInstanceData(const PGresult *res, PGEVENTPROC proc);
```

32.13.4. Exemple d'un événement

Voici un exemple d'une gestion de données privées associée aux connexions et aux résultats de la libpq.

```
/* en-tête nécessaire pour les événements de la libpq (note : inclut libpq-fe.h) */
#include <libpq-events.h>

/* la donnée instanciée : instanceData */
typedef struct
{
    int n;
    char *str;
} mydata;

/* PGEVENTPROC */
static int myEventProc(PGEVENTID evtId, void *evtInfo, void *passThrough);
```

```

int
main(void)
{
    mydata *data;
    PGresult *res;
    PGconn *conn = PQconnectdb("dbname = postgres");

    if (PQstatus(conn) != CONNECTION_OK)
    {
        fprintf(stderr, "Connection to database failed: %s",
                PQerrorMessage(conn));
        PQfinish(conn);
        return 1;
    }

    /* appelée une fois pour toute connexion qui doit recevoir des événements.
     * Envoie un PGEVT_REGISTER à myEventProc.
     */
    if (!PQregisterEventProc(conn, myEventProc, "mydata_proc", NULL))
    {
        fprintf(stderr, "Cannot register PGEventProc\n");
        PQfinish(conn);
        return 1;
    }

    /* la connexion instanceData est disponible */
    data = PQinstanceData(conn, myEventProc);

    /* Envoie un PGEVT_RESULTCREATE à myEventProc */
    res = PQexec(conn, "SELECT 1 + 1");

    /* le résultat instanceData est disponible */
    data = PQresultInstanceData(res, myEventProc);

    /* Si PG_COPYRES_EVENTS est utilisé, envoie un PGEVT_RESULTCOPY à myEventProc */
    res_copy = PQcopyResult(res, PG_COPYRES_TUPLES | PG_COPYRES_EVENTS);

    /* le résultat instanceData est disponible si PG_COPYRES_EVENTS a été
     * utilisé lors de l'appel à PQcopyResult.
     */
    data = PQresultInstanceData(res_copy, myEventProc);

    /* Les deux fonctions de nettoyage envoient PGEVT_RESULTDESTROY à myEventProc */
    PQclear(res);
    PQclear(res_copy);

    /* Envoie un PGEVT_CONNDESTROY à myEventProc */
    PQfinish(conn);

    return 0;
}

static int
myEventProc(PGEventId evtId, void *evtInfo, void *passThrough)
{
    switch (evtId)
    {
        case PGEVT_REGISTER:
        {
            PGEventRegister *e = (PGEventRegister *)evtInfo;
            mydata *data = get_mydata(e->conn);

            /* associe des données spécifiques de l'application avec la connexion */
            PQsetInstanceData(e->conn, myEventProc, data);
            break;
        }

        case PGEVT_CONNRESET:
    }
}

```

```

{
    PGEventConnReset *e = (PGEventConnReset *)evtInfo;
    mydata *data = PQinstanceData(e->conn, myEventProc);

    if (data)
        memset(data, 0, sizeof(mydata));
    break;
}

case PGEVT_CONNDESTROY:
{
    PGEventConnDestroy *e = (PGEventConnDestroy *)evtInfo;
    mydata *data = PQinstanceData(e->conn, myEventProc);

    /* libère les données instanciées car la connexion est en cours de
destruction */
    if (data)
        free_mydata(data);
    break;
}

case PGEVT_RESULTCREATE:
{
    PGEventResultCreate *e = (PGEventResultCreate *)evtInfo;
    mydata *conn_data = PQinstanceData(e->conn, myEventProc);
    mydata *res_data = dup_mydata(conn_data);

    /* associe des données spécifiques à l'application avec les résultats
(copié de la connexion) */
    PQsetResultInstanceData(e->result, myEventProc, res_data);
    break;
}

case PGEVT_RESULTCOPY:
{
    PGEventResultCopy *e = (PGEventResultCopy *)evtInfo;
    mydata *src_data = PQresultInstanceData(e->src, myEventProc);
    mydata *dest_data = dup_mydata(src_data);

    /* associe des données spécifiques à l'application avec les résultats
(copié d'un résultat) */
    PQsetResultInstanceData(e->dest, myEventProc, dest_data);
    break;
}

case PGEVT_RESULTDESTROY:
{
    PGEventResultDestroy *e = (PGEventResultDestroy *)evtInfo;
    mydata *data = PQresultInstanceData(e->result, myEventProc);

    /* libère les données instanciées car le résultat est en cours de
destruction */
    if (data)
        free_mydata(data);
    break;
}

/* unknown event id, just return TRUE. */
default:
    break;
}

return TRUE; /* event processing succeeded */
}

```

32.14. Variables d'environnement

Les variables d'environnement suivantes peuvent être utilisées pour sélectionner des valeurs par défaut pour les paramètres de connexion, valeurs qui seront utilisées par `PQconnectdb`, `PQsetdbLogin` et `PQsetdb` si aucune valeur n'est directement précisée par le code d'appel. Elles sont utiles pour éviter de coder en dur les informations de connexion à la base de données dans les applications clients, par exemple.

- `PGHOST` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `host`.
- `PGHOSTADDR` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `hostaddr`. Elle peut être initialisée avec `PGHOST` pour éviter la surcharge des recherches DNS.
- `PGPORT` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `port`.
- `PGDATABASE` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `dbname`.
- `PGUSER` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `user`.
- `PGPASSWORD` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `password`. L'utilisation de cette variable d'environnement n'est pas recommandée pour des raisons de sécurité (certains systèmes d'exploitation autorisent les utilisateurs autres que root à voir les variables d'environnement du processus via `ps`) ; à la place, considérez l'utilisation du fichier `~/.pgpass` (voir la Section 32.15, « Fichier de mots de passe »).
- `PGPASSFILE` spécifie le nom du fichier de mot de passe à utiliser pour les recherches. Sa valeur par défaut est `~/.pgpass` (voir la Section 32.15, « Fichier de mots de passe »).
- `PGSERVICE` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `service`.
- `PGSERVICEFILE` indique le nom du fichier service de connexion par utilisateur. S'il n'est pas configuré, sa valeur par défaut est `~/.pg_service.conf` (voir Section 32.16, « Fichier des connexions de service »).
- `PGOPTIONS` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `options`.
- `PGAPPNAME` se comporte de la même façon que le paramètre de connexion `application_name`.
- `PGSSLMODE` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `sslmode`.
- `PGREQUIRESSL` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `requiressl`. Cette variable d'environnement est abandonnée au profit de la variable `PGSSLMODE`, mais la configuration des deux variables supprime l'effet de `PGSSL-MODE`.
- `PGSSLKEY` spécifie le jeton matériel qui stocke la clé secrète pour le certificat client. La valeur de cette variable doit consister d'un nom de moteur séparé par une virgule (les moteurs sont les modules chargeables d'OpenSSL™) et un identifiant de clé spécifique au moteur. Si elle n'est pas configurée, la clé secrète doit être conservée dans un fichier.
- `PGSSLCOMPRESSION` se comporte de la même façon que le paramètre de connexion `sslcompression`.
- `PGSSLCERT` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `sslcert`.
- `PGSSLKEY` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `sslkey`.
- `PGSSLROOTCERT` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `sslrootcert`.
- `PGSSLCRL` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `sslcrl`.
- `PGREQUIREPEER` se comporte de la même façon que le paramètre de connexion `requirepeer`.
- `PGKRBsrvname` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `krbsrvname`.
- `PGGSSLIB` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `gsslib`.
- `PGCONNECT_TIMEOUT` se comporte de la même façon que le paramètre de configuration `connect_timeout`.
- `PGCLIENTENCODING` se comporte de la même façon que le paramètre de connexion `client_encoding`.

Les variables d'environnement par défaut peuvent être utilisées pour spécifier le comportement par défaut de chaque session PostgreSQL™ (voir aussi les commandes `ALTER ROLE(7)` et `ALTER DATABASE(7)` pour des moyens d'initialiser le comportement par défaut sur des bases par utilisateur ou par bases de données).

- `PGDATESTYLE` initialise le style par défaut de la représentation de la date et de l'heure (équivalent à `SET datestyle TO ...`).
- `PGTZ` initialise le fuseau horaire par défaut (équivalent à `SET timezone TO ...`).
- `PGGEQO` initialise le mode par défaut pour l'optimiseur générique de requêtes (équivalent à `SET geqo TO ...`).

Référez-vous à la commande SQL SET(7) pour plus d'informations sur des valeurs correctes pour ces variables d'environnement.

Les variables d'environnement suivantes déterminent le comportement interne de libpq ; elles surchargent les valeurs internes par défaut.

- PGSYSConfdir configure le répertoire contenant le fichier pg_service.conf et dans une future version d'autres fichiers de configuration globaux au système.
- PGLOCALEDIR configure le répertoire contenant les fichiers locale pour l'internationalisation des messages.

32.15. Fichier de mots de passe

Le fichier .pgpass, situé dans le répertoire personnel de l'utilisateur, ou le fichier référencé par PGPASSFILE est un fichier contenant les mots de passe à utiliser si la connexion requiert un mot de passe (et si aucun mot de passe n'a été spécifié). Sur Microsoft Windows, le fichier est nommé %APPDATA%\postgresql\pgpass.conf (où %APPDATA% fait référence au sous-répertoire Application Data du profile de l'utilisateur).

Ce fichier devra être composé de lignes au format suivant (une ligne par connexion) :

```
nom_hote:port:database:nomutilisateur:motdepasse
```

(Vous pouvez ajouter en commentaire dans le fichier cette ligne que vous précéderez d'un dièse (#).) Chacun des quatre premiers champs pourraient être une valeur littérale ou * (qui correspond à tout). La première ligne réalisant une correspondance pour les paramètres de connexion sera utilisée (du coup, placez les entrées plus spécifiques en premier lorsque vous utilisez des jokers). Si une entrée a besoin de contenir : ou \, échappez ce caractère avec \\. Un nom d'hôte localhost correspond à la fois à une connexion TCP (nom d'hôte localhost) et à une connexion par socket de domaine Unix (pghost vide ou le répertoire par défaut du socket) provenant de la machine locale. Dans un serveur en standby, le nom de la base de données replication correspond aux connexions réalisées par le serveur maître pour la réPLICATION en flux. Le champ database est d'une utilité limitée car les utilisateurs ont le même mot de passe pour toutes les bases de données de la même instance.

Sur les systèmes Unix, les droits sur .pgpass doivent interdire l'accès au groupe et au reste du monde ; faites-le par cette commande : chmod 0600 ~/.pgpass. Si les droits sont moins stricts que cela, le fichier sera ignoré. Sur Microsoft Windows, il est supposé que le fichier est stocké dans un répertoire qui est sécurisé, donc aucune vérification des droits n'est effectuée.

32.16. Fichier des connexions de service

Le fichier des connexions de service autorise l'association des paramètres de connexion avec un seul nom de service. Ce nom de service peut ensuite être spécifié par une connexion libpq et les paramétrages associés seront utilisés. Ceci permet de modifier les paramètres de connexion sans avoir à recompiler l'application libpq. Le nom de service peut aussi être spécifié en utilisant la variable d'environnement PGSERVICE.

Le fichier de service pour la connexion peut être un fichier par utilisateur sur ~/pg_service.conf ou à l'emplacement indiqué par la variable d'environnement PGSERVICEFILE. Il peut aussi être un fichier global au système dans le répertoire `pg_config --sysconfdir`/pg_service.conf ou dans le répertoire indiqué par la variable d'environnement PG-SYSConfdir. Si les définitions de service de même nom existent dans le fichier utilisateur et système, le fichier utilisateur est utilisé.

Le fichier utiliser le format des « fichiers INI » où le nom de la section et les paramètres sont des paramètres de connexion ; voir Section 32.1.2, « Mots clés de la chaîne de connexion » pour une liste. Par exemple :

```
# comment
[mabase]
host=unhote
port=5433
user=admin
```

Un fichier exemple est fourni sur share/pg_service.conf.sample.

32.17. Recherches LDAP des paramètres de connexion

Si libpq a été compilé avec le support de LDAP (option --with-ldap du script configure), il est possible de récupérer les options de connexion comme host ou dbname via LDAP à partir d'un serveur central. L'avantage en est que, si les paramètres de connexion d'une base évolue, l'information de connexion n'a pas à être modifiée sur toutes les machines clientes.

La recherche LDAP des paramètres de connexion utilise le fichier service pg_service.conf (voir Section 32.16, « Fichier des connexions de service »). Une ligne dans pg_service.conf commençant par ldap:// sera reconnue comme une URL

LDAP et une requête LDAP sera exécutée. Le résultat doit être une liste de paires motclé = valeur qui sera utilisée pour configurer les options de connexion. L'URL doit être conforme à la RFC 1959 et être de la forme :

```
ldap://[hôte[:port]]/base_recherche?attribut?étendue_recherche?filtre
```

où *hôte* vaut par défaut localhost et *port* vaut par défaut 389.

Le traitement de pg_service.conf se termine après une recherche réussie dans LDAP, mais continu si le serveur LDAP ne peut pas être contacté. Cela fournit un moyen de préciser d'autres URL LDAP pointant vers d'autres serveurs LDAP, des paires classiques motclé = valeur ou les options de connexion par défaut. Si vous obtenez à la place un message d'erreur, ajoutez une ligne syntaxiquement incorrecte après l'URL LDAP.

Un exemple d'une entrée LDAP qui a été créée à partir d'un fichier LDIF

```
version: 1
dn: cn=mydatabase,dc=mycompany,dc=com
changetype:add
objectclass:top
objectclass:device
cn:mydatabase
description:host=dbserver.mycompany.com
description:port=5439
description:dbname=mydb
description:user=mydb_user
description:sslmode=require
```

amènera l'exécution de l'URL LDAP suivante :

```
ldap://ldap.masociété.com/dc=masociété,dc=com?description?one?(cn=mabase)
```

Vous pouvez mélanger des entrées d'un fichier de service standard avec des recherches par LDAP. Voici un exemple complet dans pg_service.conf :

```
# seuls l'hôte et le port sont stockés dans LDAP,
# spécifiez explicitement le nom de la base et celui de l'utilisateur
[customerdb]
dbname=clients
user=utilisateurappl
ldap://ldap.acme.com/cn=serveur,cn=hosts?pgconnectinfo?base?(objectclass=*)
```

32.18. Support de SSL

PostgreSQL™ dispose d'un support natif des connexions SSL pour crypter les connexions client/serveur et améliorer ainsi la sécurité. Voir la Section 18.9, « Connexions tcp/ip sécurisées avec ssl » pour des détails sur la fonctionnalité SSL côté serveur.

libpq lit le fichier de configuration système d'OpenSSL™. Par défaut, ce fichier est nommé openssl.cnf et est placé dans le répertoire indiqué par openssl version -d. Cette valeur par défaut peut être surchargé en configurant la variable d'environnement OPENSSL_CONF avec le nom du fichier de configuration souhaité.

32.18.1. Vérification par le client du certificat serveur

Par défaut, PostgreSQL™ ne vérifie pas le certificat du serveur. Cela signifie qu'il est possible de se faire passer pour le serveur final (par exemple en modifiant un enregistrement DNS ou en prenant l'adresse IP du serveur) sans que le client ne le sache. Pour empêcher ceci, la vérification du certificat SSL doit être activée.

Si le paramètre sslmode est configuré à verify-ca, libpq vérifiera que le serveur est de confiance en vérifiant que le certificat a bien été généré par une autorité de certification (CA) de confiance. Si sslmode est configuré à verify-full, libpq vérifiera aussi que le nom du serveur correspond à son certificat. La connexion SSL échouera si le certificat du serveur n'établit pas ces correspondances. La connexion SSL échouera si le certificat du serveur ne peut pas être vérifié. verify-full est recommandé pour les environnements les plus sensibles à la sécurité.

En mode verify-full, le nom de l'hôte est mis en correspondance avec le ou les attributs "Subject Alternative Name" du certi-

ficat, ou avec l'attribut "Common Name" si aucun "Subject Alternative Name" de type dNSName est présent. Si le nom du certificat débute avec le caractère étoile (*), le caractère étoile sera traité comme un métacaractère qui correspondra à tous les caractères à l'*exception du* point. Cela signifie que le certificat ne pourra pas être utilisé pour des sous-domaines complets. Si la connexion se fait en utilisant une adresse IP au lieu d'un nom d'hôte, l'adresse IP sera vérifiée (sans faire de recherche DNS).

Pour permettre la vérification du certificat du serveur, le certificat d'un ou plusieurs CA de confiance doit être placé dans le fichier `~/.postgresql/root.crt` dans le répertoire personnel de l'utilisateur. Si des CA intermédiaires apparaissent dans `root.crt`, le fichier doit également contenir les chaînes de certificat de leur CA racines. Sur Microsoft Windows, le fichier est nommé `%APPDATA%\postgresql\root.crt`.

Les entrées de la liste de révocation des certificats (CRL) sont aussi vérifiées si le fichier `~/.postgresql/root.crl` existe (`%APPDATA%\postgresql\root.crl` sur Microsoft Windows).

L'emplacement du certificat racine et du CRL peuvent être changés avec les paramètres de connexion `sslrootcert` et `sslrlcrl`, ou les variables d'environnement `PGSSLROOTCERT` et `PGSSLCRL`.



Note

Pour une compatibilité ascendante avec les anciennes versions de PostgreSQL, si un certificat racine d'autorité existe, le comportement de `sslmode=require` sera identique à celui de `verify-ca`. Cela signifie que le certificat du serveur est validé par l'autorité de certification. Il ne faut pas se baser sur ce comportement. Les applications qui ont besoin d'une validation du certificat doivent toujours utiliser `verify-ca` ou `verify-full`.

32.18.2. Certificats des clients

Si le serveur réclame un certificat de confiance du client, libpq enverra le certificat stocké dans le fichier `~/.postgresql/postgresql.crt` du répertoire personnel de l'utilisateur. Le certificat doit être signé par une des autorités (CA) de confiance du serveur. Un fichier de clé privée correspondant `~/.postgresql/postgresql.key` doit aussi être présent. Le fichier de clé privée ne doit pas permettre son accès pour le groupe ou pour le reste du monde ; cela se fait avec la commande `chmod 0600 ~/.postgresql/postgresql.key`. Sur Microsoft Windows, ces fichiers sont nommés `%APPDATA%\postgresql\postgresql.crt` et `%APPDATA%\postgresql\postgresql.key`, et il n'existe pas de vérification de droits car ce répertoire est présumé sécurisé. L'emplacement des fichiers certificat et clé peut être surchargé par les paramètres de connexion `sslcert` et `sslkey`, ou les variables d'environnement `PGSSLCERT` et `PGSSLKEY`.

Dans certains cas, le certificat du client peut être signé par une autorité de certification « intermédiaire », plutôt que par un qui est directement accepté par le serveur. Pour utiliser un tel certificat, ajoutez le certificat de l'autorité signataire du fichier `postgresql.crt`, alors son certificat de l'autorité parente, et ainsi de suite jusqu'à arriver à l'autorité, « racine » ou « intermédiaire », qui est accepté par le serveur. Le certificat racine doit être inclus dans chaque cas où `root.crt` contient plus d'un certificat.

Notez que les `root.crt` clients listent les autorités de certification de haut-niveau qui sont considérées de confiance pour les certificats serveur signataires. En principe, il n'a pas besoin de lister l'autorité de certification qui a signé le certificat du client, bien que dans la plupart des cas, l'autorité du certification sera aussi de confiance pour les certificats serveur.

32.18.3. Protection fournie dans les différents modes

Les différentes valeurs du paramètre `sslmode` fournissent différents niveaux de protection. SSL peut fournir une protection contre trois types d'attaques différentes :

L'écoute

Si une troisième partie peut examiner le trafic réseau entre le client et le serveur, il peut lire à la fois les informations de connexion (ceci incluant le nom de l'utilisateur et son mot de passe) ainsi que les données qui y passent. SSL utilise le chiffrement pour empêcher cela.

Man in the middle (MITM)

Si une troisième partie peut modifier les données passant entre le client et le serveur, il peut prétendre être le serveur et, du coup, voir et modifier les données *y compris si elles sont chiffrées*. La troisième partie peut ensuite renvoyer les informations de connexion et les données au serveur d'origine, rendant à ce dernier impossible la détection de cette attaque. Les vecteurs communs pour parvenir à ce type d'attaque sont l'empoisonnement des DNS et la récupération des adresses IP où le client est dirigé vers un autre serveur que celui attendu. Il existe aussi plusieurs autres méthodes d'attaque pour accomplir ceci. SSL utilise la vérification des certificats pour empêcher ceci, en authentifiant le serveur auprès du client.

Impersonnification

Si une troisième partie peut prétendre être un client autorisé, il peut tout simplement accéder aux données auquel il n'a pas droit. Typiquement, cela peut arriver avec une gestion incorrecte des mots de passe. SSL utilise les certificats clients pour empêcher ceci, en s'assurant que seuls les propriétaires de certificats valides peuvent accéder au serveur.

Pour qu'une connexion soit sûre, l'utilisation de SSL doit être configurée *sur le client et sur le serveur* avant que la connexion ne soit effective. Si c'est seulement configuré sur le serveur, le client pourrait envoyer des informations sensibles (comme les mots de passe) avant qu'il ne sache que le serveur réclame une sécurité importante. Dans libpq, les connexions sécurisées peuvent être garanties en configurant le paramètre `sslmode` à `verify-full` ou `verify-ca`, et en fournissant au système un certificat racine à vérifier. Ceci est analogue à l'utilisation des URL `https` pour la navigation web chiffrée.

Une fois que le serveur est authentifié, le client peut envoyer des données sensibles. Cela signifie que jusqu'à ce point, le client n'a pas besoin de savoir si les certificats seront utilisés pour l'authentification, rendant particulièrement sûr de ne spécifier que ceci dans la configuration du serveur.

Toutes les options SSL ont une surcharge du type chiffrement et échange de clés. Il y a donc une balance entre performance et sécurité. Tableau 32.1, « Description des modes SSL » illustre les risques que les différentes valeurs de `sslmode` cherchent à protéger, et ce que cela apporte en sécurité et fait perdre en performances.

Tableau 32.1. Description des modes SSL

sslmode	Protection contre l'écoute	Protection contre l'attaque MITM	Remarques
disable	Non	Non	Peu m'importe la sécurité, je ne veux pas la surcharge apportée par le chiffrement.
allow	Peut-être	Non	Peu m'importe la sécurité, mais je vais accepter la surcharge du chiffrement si le serveur insiste là-dessus.
prefer	Peut-être	Non	Peu m'importe la sécurité, mais j'accepte la surcharge du chiffrement si le serveur le supporte.
require	Oui	Non	Je veux chiffrer mes données, et j'accepte la surcharge. Je fais confiance au réseau pour me connecter toujours au serveur que je veux.
verify-ca	Oui	Depends on CA-policy	Je veux chiffrer mes données, et j'accepte la surcharge. Je veux aussi être sûr que je me connecte à un serveur en qui j'ai confiance.
verify-full	Oui	Oui	Je veux chiffrer mes données, et j'accepte la surcharge. Je veux être sûr que je me connecte à un serveur en qui j'ai confiance et que c'est bien celui que j'indique.

La différence entre `verify-ca` et `verify-full` dépend de la politique du CA racine. Si un CA public est utilisé, `verify-ca` permet les connexions à un serveur que *quelqu'un d'autre* a pu enregistrer avec un CA accepté. Dans ce cas, `verify-full` devrait toujours être utilisé. Si un CA local est utilisé, voire même un certificat signé soi-même, utiliser `verify-ca` fournit souvent suffisamment de protection.

La valeur par défaut pour `sslmode` est `prefer`. Comme l'indique la table ci-dessus, cela n'a pas de sens d'un point de vue de la sécurité, et cela ne promet qu'une surcharge en terme de performance si possible. C'est uniquement fourni comme valeur par défaut pour la compatibilité ascendante, et n'est pas recommandé pour les déploiements de serveurs nécessitant de la sécurité.

32.18.4. Utilisation des fichiers SSL

Tableau 32.2, « Utilisation des fichiers SSL libpq/client » résume les fichiers liés à la configuration de SSL sur le client.

Tableau 32.2. Utilisation des fichiers SSL libpq/client

Fichier	Contenu	Effet
~/.postgresql/postgresql.crt	certificat client	requis par le serveur
~/.postgresql/postgresql.key	clé privée du client	prouve le certificat client envoyé par l'utilisateur ; n'indique pas que le propriétaire du certificat est de confiance
~/.postgresql/root.crt	autorité de confiance du certificat	vérifie que le certificat du serveur est signé par une autorité de confiance
~/.postgresql/root.crl	certificats révoqués par les autorités	le certificat du serveur ne doit pas être sur cette liste

32.18.5. Initialisation de la bibliothèque SSL

Si votre application initialise les bibliothèques libssl et/ou libcrypto et que libpq est construit avec le support de SSL, vous devez appeler la fonction `PQinitOpenSSL` pour indiquer à libpq que les bibliothèques libssl et/ou libcrypto ont été initialisées par votre application, de façon à ce que libpq n'initialise pas elle-aussi ces bibliothèques. Voir http://h71000.www7.hp.com/doc/83final/ba554_90007/ch04.html pour plus de détails sur l'API SSL.

`PQinitOpenSSL`

Permet aux applications de sélectionner les bibliothèques de sécurité à initialiser.

```
void PQinitOpenSSL(int do_ssl, int do_crypto);
```

Quand `do_ssl` est différent de zéro, libpq initialisera la bibliothèque OpenSSL avant d'ouvrir une connexion à la base de données. Quand `do_crypto` est différent de zéro, la bibliothèque libcrypto sera initialisée. Par défaut (si `PQinitOpenSSL` n'est pas appelé), les deux bibliothèques sont initialisées. Quand le support de SSL n'est pas intégré, cette fonction est présente mais ne fait rien.

Si votre application utilise et initialise soit OpenSSL soit libcrypto, vous *devez* appeler cette fonction avec des zéros pour les paramètres appropriés avant d'ouvrir la première connexion à la base de données. De plus, assurez-vous que vous avez fait cette initialisation avant d'ouvrir une connexion à la base de données.

`PQinitSSL`

Permet aux applications de sélectionner les bibliothèques de sécurité à initialiser.

```
void PQinitSSL(int do_ssl);
```

Cette fonction est équivalent à `PQinitOpenSSL(do_ssl, do_ssl)`. C'est suffisant pour les applications qui initialisent à la fois OpenSSL et libcrypto ou aucune des deux.

`PQinitSSL` est présente depuis PostgreSQL™ 8.0, alors que `PQinitOpenSSL` a été ajoutée dans PostgreSQL™ 8.4, donc `PQinitSSL` peut être préférée pour les applications qui ont besoin de fonctionner avec les anciennes versions de libpq.

32.19. Comportement des programmes threadés

libpq est réentrant et sûre avec les threads par défaut. Vous pourriez avoir besoin d'utiliser des options de compilation supplémentaires en ligne lorsque vous compiler le code de votre application. Référez-vous aux documentations de votre système pour savoir comment construire des applications actives au niveau thread ou recherchez `PTHREAD_CFLAGS` et `PTHREAD_LIBS` dans `src/Makefile.global`. Cette fonction permet d'exécuter des requêtes sur le statut de libpq concernant les threads :

`PQisthreadsafe`

Renvoie le statut de sûreté des threads pour libpq library.

```
int PQisthreadsafe();
```

Renvoie 1 si libpq supporte les threads, 0 dans le cas contraire.

Une restriction : il ne doit pas y avoir deux tentatives de threads manipulant le même objet PGconn à la fois. En particulier, vous ne pouvez pas lancer des commandes concurrentes à partir de threads différents à travers le même objet de connexion (si vous avez besoin de lancer des commandes concurrentes, utilisez plusieurs connexions).

Les objets PGresult sont en lecture seule après leur création et, du coup, ils peuvent être passés librement entre les threads. Les objets PQresult sont en lecture seule après leur création et, du coup, ils peuvent être passés librement entre les threads. Néanmoins, si vous utilisez une des fonctions de modification d'un PGresult décrites dans Section 32.11, « Fonctions diverses » ou Section 32.13, « Système d'événements », vous devez aussi éviter toute opération concurrente sur le même PGresult.

Les fonctions obsolètes PQrequestCancel et PQoidStatus ne gèrent pas les threads et ne devraient pas être utilisées dans des programmes multithread. PQrequestCancel peut être remplacé par PQcancel. PQoidStatus peut être remplacé par PQoidValue.

Si vous utilisez Kerberos avec votre application (ainsi que dans libpq), vous aurez besoin de verrouiller les appels Kerberos car les fonctions Kerberos ne sont pas sûres lorsqu'elles sont utilisées avec des threads. Voir la fonction PQregisterThreadLock dans le code source de libpq pour récupérer un moyen de faire un verrouillage coopératif entre libpq et votre application.

Si vous expérimentez des problèmes avec les applications utilisant des threads, lancez le programme dans `src/tools/thread` pour voir si votre plateforme à des fonctions non compatibles avec les threads. Ce programme est lancé par `configure` mais, dans le cas des distributions binaires, votre bibliothèque pourrait ne pas correspondre à la bibliothèque utilisée pour construire les binaires.

32.20. Construire des applications avec libpq

Pour construire (c'est-à-dire compiler et lier) un programme utilisant libpq, vous avez besoin de faire tout ce qui suit :

- Incluez le fichier d'en-tête `libpq-fe.h`:

```
#include <libpq-fe.h>
```

Si vous ne le faites pas, alors vous obtiendrez normalement les messages d'erreurs similaires à ceci

```
foo.c: In function `main':  
foo.c:34: `PGconn' undeclared (first use in this function)  
foo.c:35: `PGresult' undeclared (first use in this function)  
foo.c:54: `CONNECTION_BAD' undeclared (first use in this function)  
foo.c:68: `PGRES_COMMAND_OK' undeclared (first use in this function)  
foo.c:95: `PGRES_TUPLES_OK' undeclared (first use in this function)
```

- Pointez votre compilateur sur le répertoire où les fichiers d'en-tête de PostgreSQL™ ont été installés en fournissant l'option `-Irépertoire` à votre compilateur (dans certains cas, le compilateur cherchera dans le répertoire en question par défaut, donc vous pouvez omettre cette option). Par exemple, votre ligne de commande de compilation devrait ressembler à ceci :

```
cc -c -I/usr/local/pgsql/include testprog.c
```

Si vous utilisez des makefiles, alors ajoutez cette option à la variable CPPFLAGS :

```
CPPFLAGS += -I/usr/local/pgsql/include
```

S'il existe une chance pour que votre programme soit compilé par d'autres utilisateurs, alors vous ne devriez pas coder en dur l'emplacement du répertoire. À la place, vous pouvez exécuter l'outil `pg_config` pour trouver où sont placés les fichiers d'en-tête sur le système local :

```
$ pg_config --includedir  
          /usr/local/include
```

Si vous avez installé `pkg-config`, vous pouvez lancer à la place :

```
$ pkg-config --cflags libpq  
-I/usr/local/include
```

Notez qu'il sera déjà inclus avec l'option `-I` au début du chemin.

Un échec sur la spécification de la bonne option au compilateur résultera en un message d'erreur tel que

```
testlibpq.c:8:22: libpq-fe.h: No such file or directory
```

- Lors de l'édition des liens du programme final, spécifiez l'option `-lpq` de façon à ce que les bibliothèques libpq soient intégrées, ainsi que l'option `-Lrépertoire` pour pointer le compilateur vers le répertoire où les bibliothèques libpq résident (de nouveau, le compilateur cherchera certains répertoires par défaut). Pour une portabilité maximale, placez l'option `-L` avant l'option `-lpq`. Par exemple :

```
cc -o testprog testprog1.o testprog2.o -L/usr/local/pgsql/lib -lpq
```

Vous pouvez aussi récupérer le répertoire des bibliothèques en utilisant **pg_config** :

```
$ pg_config --libdir  
/usr/local/pgsql/lib
```

Ou utiliser de nouveau **pkg-config** :

```
$ pkg-config --libs libpq  
-L/usr/local/pgsql/lib -lpq
```

Notez aussi que cela affiche les options complètes, pas seulement le chemin.

Les messages d'erreurs, pointant vers des problèmes de ce style, pourraient ressembler à ce qui suit.

```
testlibpq.o: In function `main':  
  testlibpq.o(.text+0x60): undefined reference to `PQsetdbLogin'  
  testlibpq.o(.text+0x71): undefined reference to `PQstatus'  
  testlibpq.o(.text+0xa4): undefined reference to `PQerrorMessage'
```

Ceci signifie que vous avez oublié `-lpq`.

```
/usr/bin/ld: cannot find -lpq
```

Ceci signifie que vous avez oublié l'option `-L` ou que vous n'avez pas indiqué le bon répertoire.

32.21. Exemples de programmes

Ces exemples (et d'autres) sont disponibles dans le répertoire `src/test/examples` de la distribution des sources.

Exemple 32.1. Premier exemple de programme pour libpq

```
/*  
 * testlibpq.c  
 *  
 *      Test the C version of libpq, the PostgreSQL frontend library.  
 */  
#include <stdio.h>  
#include <stdlib.h>  
#include <libpq-fe.h>  
  
static void  
exit_nicely(PGconn *conn)  
{  
    PQfinish(conn);  
    exit(1);  
}  
  
int  
main(int argc, char **argv)  
{  
    const char *conninfo;
```

```

PGconn      *conn;
PGresult    *res;
int         nFields;
int         i,
int         j;

/*
 * If the user supplies a parameter on the command line, use it as the
 * conninfo string; otherwise default to setting dbname=postgres and using
 * environment variables or defaults for all other connection parameters.
 */
if (argc > 1)
    conninfo = argv[1];
else
    conninfo = "dbname = postgres";

/* Make a connection to the database */
conn = PQconnectdb(conninfo);

/* Check to see that the backend connection was successfully made */
if (PQstatus(conn) != CONNECTION_OK)
{
    fprintf(stderr, "Connection to database failed: %s",
            PQerrorMessage(conn));
    exit_nicely(conn);
}

/*
 * Our test case here involves using a cursor, for which we must be inside
 * a transaction block. We could do the whole thing with a single
 * PQexec() of "select * from pg_database", but that's too trivial to make
 * a good example.
*/
/* Start a transaction block */
res = PQexec(conn, "BEGIN");
if (PQresultStatus(res) != PGRES_COMMAND_OK)
{
    fprintf(stderr, "BEGIN command failed: %s", PQerrorMessage(conn));
    PQclear(res);
    exit_nicely(conn);
}

/*
 * Should PQclear PGresult whenever it is no longer needed to avoid memory
 * leaks
*/
PQclear(res);

/*
 * Fetch rows from pg_database, the system catalog of databases
*/
res = PQexec(conn, "DECLARE myportal CURSOR FOR select * from pg_database");
if (PQresultStatus(res) != PGRES_COMMAND_OK)
{
    fprintf(stderr, "DECLARE CURSOR failed: %s", PQerrorMessage(conn));
    PQclear(res);
    exit_nicely(conn);
}
PQclear(res);

res = PQexec(conn, "FETCH ALL in myportal");
if (PQresultStatus(res) != PGRES_TUPLES_OK)
{
    fprintf(stderr, "FETCH ALL failed: %s", PQerrorMessage(conn));
    PQclear(res);
    exit_nicely(conn);
}

```

```

/* first, print out the attribute names */
nFields = PQnfields(res);
for (i = 0; i < nFields; i++)
    printf("%-15s", PQfname(res, i));
printf("\n\n");

/* next, print out the rows */
for (i = 0; i < PQntuples(res); i++)
{
    for (j = 0; j < nFields; j++)
        printf("%-15s", PQgetvalue(res, i, j));
    printf("\n");
}

PQclear(res);

/* close the portal ... we don't bother to check for errors ... */
res = PQexec(conn, "CLOSE myportal");
PQclear(res);

/* end the transaction */
res = PQexec(conn, "END");
PQclear(res);

/* close the connection to the database and cleanup */
PQfinish(conn);

return 0;
}

```

Exemple 32.2. Deuxième exemple de programme pour libpq

```

/*
 * testlibpq2.c
 *      Test of the asynchronous notification interface
 *
 * Start this program, then from psql in another window do
 *      NOTIFY TBL2;
 * Repeat four times to get this program to exit.
 *
 * Or, if you want to get fancy, try this:
 * populate a database with the following commands
 * (provided in src/test/examples/testlibpq2.sql):
 *
 *      CREATE TABLE TBL1 (i int4);
 *
 *      CREATE TABLE TBL2 (i int4);
 *
 *      CREATE RULE r1 AS ON INSERT TO TBL1 DO
 *          (INSERT INTO TBL2 VALUES (new.i); NOTIFY TBL2);
 *
 * and do this four times:
 *
 *      INSERT INTO TBL1 VALUES (10);
 */

#ifndef WIN32
#include <windows.h>
#endif
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <errno.h>
#include <sys/time.h>
#include <sys/types.h>
#include "libpq-fe.h"

```

```

static void
exit_nicely(PGconn *conn)
{
    PQfinish(conn);
    exit(1);
}

int
main(int argc, char **argv)
{
    const char *conninfo;
    PGconn      *conn;
    PGresult    *res;
    PGnotify    *notify;
    int         nnotifies;

    /*
     * If the user supplies a parameter on the command line, use it as the
     * conninfo string; otherwise default to setting dbname=postgres and using
     * environment variables or defaults for all other connection parameters.
     */
    if (argc > 1)
        conninfo = argv[1];
    else
        conninfo = "dbname = postgres";

    /* Make a connection to the database */
    conn = PQconnectdb(conninfo);

    /* Check to see that the backend connection was successfully made */
    if (PQstatus(conn) != CONNECTION_OK)
    {
        fprintf(stderr, "Connection to database failed: %s",
                PQerrorMessage(conn));
        exit_nicely(conn);
    }

    /*
     * Issue LISTEN command to enable notifications from the rule's NOTIFY.
     */
    res = PQexec(conn, "LISTEN TBL2");
    if (PQresultStatus(res) != PGRES_COMMAND_OK)
    {
        fprintf(stderr, "LISTEN command failed: %s", PQerrorMessage(conn));
        PQclear(res);
        exit_nicely(conn);
    }

    /*
     * should PQclear PGresult whenever it is no longer needed to avoid memory
     * leaks
     */
    PQclear(res);

    /* Quit after four notifies are received. */
    nnotifies = 0;
    while (nnotifies < 4)
    {
        /*
         * Sleep until something happens on the connection.  We use select(2)
         * to wait for input, but you could also use poll() or similar
         * facilities.
         */
        int          sock;
        fd_set      input_mask;

        sock = PQsocket(conn);

        if (sock < 0)

```

```

        break;           /* shouldn't happen */

FD_ZERO(&input_mask);
FD_SET(sock, &input_mask);

if (select(sock + 1, &input_mask, NULL, NULL, NULL) < 0)
{
    fprintf(stderr, "select() failed: %s\n", strerror(errno));
    exit_nicely(conn);
}

/* Now check for input */
PQconsumeInput(conn);
while ((notify = PQnotifies(conn)) != NULL)
{
    fprintf(stderr,
            "ASYNC NOTIFY of '%s' received from backend PID %d\n",
            notify->relname, notify->be_pid);
    PQfreemem(notify);
    nnotifies++;
}
}

fprintf(stderr, "Done.\n");

/* close the connection to the database and cleanup */
PQfinish(conn);

return 0;
}

```

Exemple 32.3. Troisième exemple de programme pour libpq

```

/*
 * testlibpq3.c
 *     Test out-of-line parameters and binary I/O.
 *
 * Before running this, populate a database with the following commands
 * (provided in src/test/examples/testlibpq3.sql):
 *
 * CREATE TABLE test1 (i int4, t text, b bytea);
 *
 * INSERT INTO test1 values (1, 'joe''s place', '\x00\x01\x02\x03\x04');
 * INSERT INTO test1 values (2, 'ho there', '\x04\x03\x02\x01\x00');
 *
 * The expected output is:
 *
 * tuple 0: got
 * i = (4 bytes) 1
 * t = (11 bytes) 'joe's place'
 * b = (5 bytes) \x00\x01\x02\x03\x04
 *
 * tuple 0: got
 * i = (4 bytes) 2
 * t = (8 bytes) 'ho there'
 * b = (5 bytes) \x04\x03\x02\x01\x00
 */
#endif WIN32
#include <windows.h>
#endif

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdint.h>
#include <string.h>
#include <sys/types.h>

```

```
#include "libpq-fe.h"

/* for ntohl/htonl */
#include <netinet/in.h>
#include <arpa/inet.h>

static void
exit_nicely(PGconn *conn)
{
    PQfinish(conn);
    exit(1);
}

/*
 * This function prints a query result that is a binary-format fetch from
 * a table defined as in the comment above.  We split it out because the
 * main() function uses it twice.
 */
static void
show_binary_results(PGresult *res)
{
    int          i,
                j;
    int          i_fnum,
                t_fnum,
                b_fnum;

    /* Use PQfnumber to avoid assumptions about field order in result */
    i_fnum = PQfnumber(res, "i");
    t_fnum = PQfnumber(res, "t");
    b_fnum = PQfnumber(res, "b");

    for (i = 0; i < PQntuples(res); i++)
    {
        char          *iptr;
        char          *tptr;
        char          *bptr;
        int           blen;
        int           ival;

        /* Get the field values (we ignore possibility they are null!) */
        iptr = PQgetvalue(res, i, i_fnum);
        tptr = PQgetvalue(res, i, t_fnum);
        bptr = PQgetvalue(res, i, b_fnum);

        /*
         * The binary representation of INT4 is in network byte order, which
         * we'd better coerce to the local byte order.
         */
        ival = ntohl(*((uint32_t *) iptr));

        /*
         * The binary representation of TEXT is, well, text, and since libpq
         * was nice enough to append a zero byte to it, it'll work just fine
         * as a C string.
         */
        /*
         * The binary representation of BYTEA is a bunch of bytes, which could
         * include embedded nulls so we have to pay attention to field length.
         */
        blen = PQgetlength(res, i, b_fnum);

        printf("tuple %d: got\n", i);
        printf(" i = (%d bytes) %d\n",
               PQgetlength(res, i, i_fnum), ival);
        printf(" t = (%d bytes) '%s'\n",
               PQgetlength(res, i, t_fnum), tptr);
        printf(" b = (%d bytes) ", blen);
        for (j = 0; j < blen; j++)
            printf("%c", bptr[j]);
    }
}
```

```

        printf("\\%o", bptr[j]);
    }
}

int
main(int argc, char **argv)
{
    const char *conninfo;
    PGconn      *conn;
    PGresult    *res;
    const char *paramValues[1];
    int         paramLengths[1];
    int         paramFormats[1];
    uint32_t    binaryIntVal;

    /*
     * If the user supplies a parameter on the command line, use it as the
     * conninfo string; otherwise default to setting dbname=postgres and using
     * environment variables or defaults for all other connection parameters.
     */
    if (argc > 1)
        conninfo = argv[1];
    else
        conninfo = "dbname = postgres";

    /* Make a connection to the database */
    conn = PQconnectdb(conninfo);

    /* Check to see that the backend connection was successfully made */
    if (PQstatus(conn) != CONNECTION_OK)
    {
        fprintf(stderr, "Connection to database failed: %s",
                PQerrorMessage(conn));
        exit_nicely(conn);
    }

    /*
     * The point of this program is to illustrate use of PQexecParams() with
     * out-of-line parameters, as well as binary transmission of data.
     *
     * This first example transmits the parameters as text, but receives the
     * results in binary format. By using out-of-line parameters we can
     * avoid a lot of tedious mucking about with quoting and escaping, even
     * though the data is text. Notice how we don't have to do anything
     * special with the quote mark in the parameter value.
     */
    /* Here is our out-of-line parameter value */
    paramValues[0] = "joe's place";

    res = PQexecParams(conn,
                       "SELECT * FROM test1 WHERE t = $1",
                       1,           /* one param */
                       NULL,        /* let the backend deduce param type */
                       paramValues,
                       NULL,        /* don't need param lengths since text */
                       NULL,        /* default to all text params */
                       1);          /* ask for binary results */

    if (PQresultStatus(res) != PGRES_TUPLES_OK)
    {
        fprintf(stderr, "SELECT failed: %s", PQerrorMessage(conn));
        PQclear(res);
        exit_nicely(conn);
    }

    show_binary_results(res);
}

```

```
PQclear(res);

/*
 * In this second example we transmit an integer parameter in binary
 * form, and again retrieve the results in binary form.
 *
 * Although we tell PQexecParams we are letting the backend deduce
 * parameter type, we really force the decision by casting the parameter
 * symbol in the query text. This is a good safety measure when sending
 * binary parameters.
 */

/* Convert integer value "2" to network byte order */
binaryIntVal = htonl((uint32_t) 2);

/* Set up parameter arrays for PQexecParams */
paramValues[0] = (char *) &binaryIntVal;
paramLengths[0] = sizeof(binaryIntVal);
paramFormats[0] = 1; /* binary */

res = PQexecParams(conn,
                    "SELECT * FROM test1 WHERE i = $1::int4",
                    1,           /* one param */
                    NULL,        /* let the backend deduce param type */
                    paramValues,
                    paramLengths,
                    paramFormats,
                    1);          /* ask for binary results */

if (PQresultStatus(res) != PGRES_TUPLES_OK)
{
    fprintf(stderr, "SELECT failed: %s", PQerrorMessage(conn));
    PQclear(res);
    exit_nicely(conn);
}

show_binary_results(res);

PQclear(res);

/* close the connection to the database and cleanup */
PQfinish(conn);

return 0;
}
```

Chapitre 33. Objets larges

PostgreSQL™ a des fonctionnalités concernant les *objets larges*, fournissant un accès style flux aux données utilisateurs stockées dans une structure spéciale. L'accès en flux est utile pour travailler avec des valeurs de données trop larges pour être manipuler convenablement en entier.

Ce chapitre décrit l'implémentation, la programmation et les interfaces du langage de requêtes pour les données de type objet large dans PostgreSQL™. Nous utilisons la bibliothèque C libpq pour les exemples de ce chapitre mais la plupart des interfaces natives de programmation de PostgreSQL™ supportent des fonctionnalités équivalentes. D'autres interfaces pourraient utiliser l'interface des objets larges en interne pour fournir un support générique des valeurs larges. Ceci n'est pas décrit ici.

33.1. Introduction

Tous les « Large Objects » sont stockés dans une seule table système nommée pg_largeobject. Chaque « Large Object » a aussi une entrée dans la table système pg_largeobject_metadata. Les « Large Objects » peuvent être créés, modifiés et supprimés en utilisant l'API de lecture/écriture très similaire aux opérations standards sur les fichiers.

PostgreSQL™ supporte aussi un système de stockage appelé « TOAST » qui stocke automatiquement les valeurs ne tenant pas sur une page de la base de données dans une aire de stockage secondaire par table. Ceci rend partiellement obsolète la fonctionnalité des objets larges. Un avantage restant des objets larges est qu'il autorise les valeurs de plus de 4 To en taille alors que les champs TOAST peuvent être d'au plus 1 Go. De plus, lire et mettre à jour des portions d'un « Large Object » se fait très simplement en conservant de bonnes performances alors que la plupart des opérations sur un champ mis dans la partie TOAST demandera une lecture ou une écriture de la valeur totale.

33.2. Fonctionnalités d'implémentation

L'implémentation des objets larges, les coupe en « morceaux » (*chunks*) stockés dans les lignes de la base de données. Un index B-tree garantit des recherches rapides sur le numéro du morceau lors d'accès aléatoires en lecture et écriture.

Les parties enregistrées pour un « Large Object » n'ont pas besoin d'être contigües. Par exemple, si une application ouvre un nouveau « Large Object », recherche la position 1000000, et y écrit quelques octets, cela ne résulte pas en l'allocation de 1000000 octets de stockage, mais seulement les parties couvrant les octets de données écrites. Néanmoins, une opération de lecture lira des zéros pour tous les emplacements non alloués précédant la dernière partie existante. Cela correspond au comportement habituel des fichiers « peu alloués » dans les systèmes de fichiers Unix.

À partir de PostgreSQL™ 9.0, les « Large Objects » ont un propriétaire et un ensemble de droits d'accès pouvant être gérés en utilisant les commandes GRANT(7) et REVOKE(7). Les droits SELECT sont requis pour lire un « Large Object », et les droits UPDATE sont requis pour écrire ou tronquer. Seul le propriétaire du « Large Object » ou le propriétaire de la base de données peut supprimer, ajouter un commentaire ou modifier le propriétaire d'un « Large Object ». Pour ajuster le comportement en vue de la compatibilité avec les anciennes versions, voir le paramètre lo_compat_privileges.

33.3. Interfaces client

Cette section décrit les possibilités de la bibliothèque d'interface client libpq de PostgreSQL™ permettant d'accéder aux « Large Objects ». L'interface des « Large Objects » de PostgreSQL™ est modelé d'après l'interface des systèmes de fichiers d'Unix avec des analogies pour les appels open, read, write, lseek, etc.

Toutes les manipulations de « Large Objects » utilisant ces fonctions doivent prendre place dans un bloc de transaction SQL car les descripteurs de fichiers des « Large Objects » sont seulement valides pour la durée d'une transaction.

Si une erreur survient lors de l'exécution de ces fonctions, la fonction renverra une valeur autrement impossible, typiquement 0 or -1. Un message décrivant l'erreur est stocké dans l'objet de connexion et peut être récupéré avec la fonction PQerrorMessage.

Les applications clientes qui utilisent ces fonctions doivent inclure le fichier d'en-tête libpq/libpq-fs.h et établir un lien avec la bibliothèque libpq.

33.3.1. Créer un objet large

La fonction

```
Oid lo_creat(PGconn *conn, int mode);
```

crée un nouvel objet large. La valeur de retour est un OID assigné au nouvel objet large ou InvalidOid (zéro) en cas d'erreur.

mode est inutilisée et ignorée sur PostgreSQL™ 8.1 ; néanmoins, pour la compatibilité avec les anciennes versions, il est préférable de l'initialiser à INV_READ, INV_WRITE, ou INV_READ | INV_WRITE (ces constantes symboliques sont définies dans le fichier d'en-tête `libpq/libpq-fs.h`).

Un exemple :

```
inv_oid = lo_creat(conn, INV_READ|INV_WRITE);
```

La fonction

```
Oid lo_create(PGconn *conn, Oid lobjId);
```

crée aussi un nouvel objet large. L'OID à affecter peut être spécifié par *lobjId* ; dans ce cas, un échec survient si l'OID est déjà utilisé pour un autre objet large. Si *lobjId* vaut InvalidOid (zero), alors `lo_create` affecte un OID inutilisé (ceci est le même comportement que `lo_creat`). La valeur de retour est l'OID qui a été affecté au nouvel objet large ou InvalidOid (zero) en cas d'échec.

`lo_create` est nouveau depuis PostgreSQL™ 8.1 ; si cette fonction est utilisée à partir d'un serveur d'une version plus ancienne, elle échouera et renverra InvalidOid.

Un exemple :

```
inv_oid = lo_create(conn, desired_oid);
```

33.3.2. Importer un objet large

Pour importer un fichier du système d'exploitation en tant qu'objet large, appelez

```
Oid lo_import(PGconn *conn, const char *filename);
```

filename spécifie le nom du fichier à importer comme objet large. Le code de retour est l'OID assigné au nouvel objet large ou InvalidOid (zero) en cas d'échec. Notez que le fichier est lu par la bibliothèque d'interface du client, pas par le serveur. Donc il doit exister dans le système de fichier du client et lisible par l'application du client.

La fonction

```
Oid lo_import_with_oid(PGconn *conn, const char *filename, Oid lobjId);
```

importe aussi un nouvel « large object ». L'OID à affecter peut être indiqué par *lobjId* ; dans ce cas, un échec survient si l'OID est déjà utilisé pour un autre « large object ». Si *lobjId* vaut InvalidOid (zéro) alors `lo_import_with_oid` affecte un OID inutilisé (et donc obtient ainsi le même comportement que `lo_import`). La valeur de retour est l'OID qui a été affecté au nouveau « large object » ou InvalidOid (zéro) en cas d'échec.

`lo_import_with_oid` est une nouveauté de PostgreSQL™ 8.4, et utilise en interne `lo_create` qui était une nouveauté de la 8.1 ; si cette fonction est exécutée sur un serveur en 8.0 voire une version précédente, elle échouera et renverra InvalidOid.

33.3.3. Exporter un objet large

Pour exporter un objet large en tant que fichier du système d'exploitation,appelez

```
int lo_export(PGconn *conn, Oid lobjId, const char *filename);
```

L'argument *lobjId* spécifie l'OID de l'objet large à exporter et l'argument *filename* spécifie le nom du fichier. Notez que le fichier est écrit par la bibliothèque d'interface du client, pas par le serveur. Renvoie 1 en cas de succès, -1 en cas d'échec.

33.3.4. Ouvrir un objet large existant

Pour ouvrir un objet large existant pour lire ou écrire,appelez

```
int lo_open(PGconn *conn, Oid lobjId, int mode);
```

L'argument *lobjId* spécifie l'OID de l'objet large à ouvrir. Les bits *mode* contrôlent si l'objet est ouvert en lecture (INV_READ), écriture (INV_WRITE) ou les deux (ces constantes symboliques sont définies dans le fichier d'en-tête `libpq/libpq-fs.h`). `lo_open` renvoie un descripteur (positif) d'objet large pour une utilisation future avec `lo_read`, `lo_write`,

`lo_lseek`, `lo_lseek64`, `lo_tell`, `lo_tell64`, `lo_truncate`, `lo_truncate64` et `lo_close`. Le descripteur est uniquement valide pour la durée de la transaction en cours. En cas d'échec, -1 est renvoyé.

Actuellement, le serveur ne fait pas de distinction entre les modes `INV_WRITE` et `INV_READ | INV_WRITE` : vous êtes autorisé à lire à partir du descripteur dans les deux cas. Néanmoins, il existe une différence significative entre ces modes et `INV_READ` seul : avec `INV_READ`, vous ne pouvez pas écrire sur le descripteur et la donnée lue à partir de ce dernier, reflètera le contenu de l'objet large au moment où `lo_open` a été exécuté dans la transaction active, quelques soient les possibles écritures par cette transaction ou par d'autres. Lire à partir d'un descripteur ouvert avec `INV_WRITE` renvoie des données reflétant toutes les écritures des autres transactions validées ainsi que les écritures de la transaction en cours. Ceci est similaire à la différence de comportement entre les modes de transaction `REPEATABLE READ` et `READ COMMITTED` pour les requêtes SQL `SELECT`.

Un exemple :

```
inv_fd = lo_open(conn, inv_oid, INV_READ|INV_WRITE);
```

33.3.5. Écrire des données dans un objet large

La fonction

```
int lo_write(PGconn *conn, int fd, const char *buf, size_t len);
```

écrit `len` octets à partir de `buf` (qui doit avoir `len` comme taille) dans le descripteur `fd` du « Large Object ». L'argument `fd` doit avoir été renvoyé par un appel précédent à `lo_open`. Le nombre d'octets réellement écrit est renvoyé (dans l'implémentation actuelle, c'est toujours égal à `len` sauf en cas d'erreur). Dans le cas d'une erreur, la valeur de retour est -1.

Bien que le paramètre `len` est déclaré `size_t`, cette fonction rejette les valeurs plus grandes que `INT_MAX`. En pratique, il est préférable de transférer les données en plusieurs parties d'au plus quelques méga-octets.

33.3.6. Lire des données à partir d'un objet large

La fonction

```
int lo_read(PGconn *conn, int fd, char *buf, size_t len);
```

lit jusqu'à `len` octets à partir du descripteur de fichier `fd` dans `buf` (qui doit avoir pour taille `len`). L'argument `fd` doit avoir été renvoyé par un appel précédent à `lo_open`. Le nombre d'octets réellement lus est renvoyé. Cela sera plus petit que `len` si la fin du « Large Object » est atteint avant. Dans le cas d'une erreur, la valeur de retour est -1.

Bien que le paramètre `len` est déclaré `size_t`, cette fonction rejette les valeurs plus grandes que `INT_MAX`. En pratique, il est préférable de transférer les données en plusieurs parties d'au plus quelques méga-octets.

33.3.7. Recherche dans un objet large

Pour modifier l'emplacement courant de lecture ou écriture associé au descripteur d'un objet large, on utilise

```
int lo_lseek(PGconn *conn, int fd, int offset, int whence);
```

Cette fonction déplace le pointeur d'emplacement courant pour le descripteur de l'objet large identifié par `fd` au nouvel emplacement spécifié avec le décalage (`offset`). Les valeurs valides pour `whence` sont `SEEK_SET` (rechercher depuis le début de l'objet), `SEEK_CUR` (rechercher depuis la position courante) et `SEEK_END` (rechercher depuis la fin de l'objet). Le code de retour est le nouvel emplacement du pointeur ou -1 en cas d'erreur.

When dealing with large objects that might exceed 2GB in size, instead use

```
pg_int64 lo_lseek64(PGconn *conn, int fd, pg_int64 offset, int whence);
```

This function has the same behavior as `lo_lseek`, but it can accept an `offset` larger than 2GB and/or deliver a result larger than 2GB. Note that `lo_lseek` will fail if the new location pointer would be greater than 2GB.

`lo_lseek64` is new as of PostgreSQL™ 9.3. If this function is run against an older server version, it will fail and return -1.

33.3.8. Obtenir la position de recherche d'un objet large

Pour obtenir la position actuelle de lecture ou écriture d'un descripteur d'objet large, appelez

```
int lo_tell(PGconn *conn, int fd);
```

S'il n'y a pas d'erreur, la valeur renvoyée est -1.

Lors de la gestion de « Large Objects » qui pourraient dépasser 2 Go, utilisez à la place

```
pg_int64 lo_tell64(PGconn *conn, int fd);
```

Cette fonction a le même comportement que `lo_tell` mais elle peut gérer des objets de plus de 2 Go. Notez que `lo_tell` échouera si l'emplacement de lecture/écrire va au-delà des 2 Go.

`lo_tell64` est disponible depuis la version 9.3 de PostgreSQL™. Si cette fonction est utilisée sur une ancienne version, elle échouera et renverra -1.

33.3.9. Tronquer un Objet Large

Pour tronquer un objet large avec une longueur donnée, on utilise

```
int lo_truncate(PGcon *conn, int fd, size_t len);
```

Cette fonction tronque le « Large Object » décrit par `fd` avec la longueur `len`. L'argument `fd` doit avoir été renvoyé par un appel précédent à `lo_open`. Si la valeur du paramètre `len` est plus grand que la longueur actuelle du « Large Object », ce dernier est étendu à la longueur spécifiée avec des octets nuls ('\0'). En cas de succès, `lo_truncate` renvoie 0. En cas d'erreur, il renvoie -1.

L'emplacement de lecture/écriture associé avec le descripteur `fd` n'est pas modifié.

Bien que le paramètre `len` est déclaré `size_t`, `lo_truncate` rejettéra toute longueur supérieure à `INT_MAX`.

Lors de la gestion de « Large Objects » qui pourraient dépasser 2 Go, utilisez à la place

```
int lo_truncate64(PGcon *conn, int fd, pg_int64 len);
```

Cette fonction a le même comportement que `lo_truncate` mais elle peut accepter une valeur supérieure à 2 Go pour le paramètre `len`.

`lo_truncate` est une nouveauté de PostgreSQL™ 8.3; si cette fonction est également exécuté sur un version plus ancienne du serveur, elle échouera et retournera -1.

`lo_truncate64` est disponible depuis la version 9.3 de PostgreSQL™. Si cette fonction est utilisée sur une ancienne version, elle échouera et renverra -1.

33.3.10. Fermer un descripteur d'objet large

Un descripteur d'objet large peut être fermé en appelant

```
int lo_close(PGconn *conn, int fd);
```

où `fd` est un descripteur d'objet large renvoyé par `lo_open`. En cas de succès, `lo_close` renvoie zéro. -1 en cas d'échec.

Tous les descripteurs d'objets larges restant ouverts à la fin d'une transaction seront automatiquement fermés.

33.3.11. Supprimer un objet large

Pour supprimer un objet large de la base de données, on utilise

```
int lo_unlink(PGconn *conn, Oid lobjId);
```

L'argument `lobjId` spécifie l'OID de l'objet large à supprimer. En cas d'erreur, le code de retour est -1.

33.4. Fonctions du côté serveur

Les fonctions côté serveur conçues pour la manipulation des Large Objects en SQL sont listées dans Tableau 33.1, « Fonctions SQL pour les Large Objects ».

Tableau 33.1. Fonctions SQL pour les Large Objects

Fonction	Type en retour	Description	Exemple	Résultat
<code>lo_lo_from_bytea(id oid, string bytea)</code>	oid	Crée un Large Object et y stocke les données, renvoyant son OID. Passez la valeur 0 pour que le système choisisse un OID.	<code>lo_from_bytea(0, E'\\xfffffff00')</code>	24528
<code>lo_put(loid oid, offset bigint, str bytea)</code>	void	Écrit les données au décalage indiqué.	<code>lo_put(24528, 1, E'\\xaa')</code>	
<code>lo_get(loid oid [, from bigint, for int])</code>	bytea	Extrait le contenu ou une sous-chaîne du contenu.	<code>lo_get(24528, 0, 3)</code>	\xfffaaff

Il existe d'autres fonctions côté serveur correspondant à chacune des fonctions côté client décrites précédemment. En fait, la plupart des fonctions côté client sont simplement des interfaces vers l'équivalent côté serveur. Celles qu'il est possible d'appeler via des commandes SQL sont `lo_creat`, `lo_create`, `lo_create`, `lo_unlink`, `lo_import` et `lo_export`. Voici des exemples de leur utilisation :

```

CREATE TABLE image (
    nom          text,
    donnees      oid
);

SELECT lo_creat(-1);           -- renvoie l'OID du nouvel objet large
SELECT lo_create(43213);       -- tente de créer l'objet large d'OID 43213
SELECT lo_unlink(173454);      -- supprime l'objet large d'OID 173454

INSERT INTO image (nom, donnees)
    VALUES ('superbe image', lo_import('/etc/motd'));

INSERT INTO image (nom, donnees) -- identique à ci-dessus, mais précise l'OID à
utiliser
    VALUES ('superbe image', lo_import('/etc/motd', 68583));

SELECT lo_export(image.donnees, '/tmp/motd') FROM image
    WHERE nom = 'superbe image';

```

Les fonctions `lo_import` et `lo_export` côté serveur se comportent considérablement différemment de leurs analogues côté client. Ces deux fonctions lisent et écrivent des fichiers dans le système de fichiers du serveur en utilisant les droits du propriétaire du serveur de base de données. Du coup, leur utilisation est restreinte aux superutilisateurs PostgreSQL. Au contraire des fonctions côté serveur, les fonctions d'import et d'export côté client lisent et écrivent des fichiers dans le système de fichiers du client en utilisant les droits du programme client. Les fonctions côté client ne nécessitent pas le droit superutilisateur.

Les fonctionnalités de `lo_read` et `lo_write` sont aussi disponibles via des appels côté serveur mais les noms des fonctions diffèrent des interfaces côté client du fait qu'elles ne possèdent pas de tiret bas. Vous devez appeler ces fonctions avec `loread` et `lowrite`.

33.5. Programme d'exemple

L'Exemple 33.1, « Exemple de programme sur les objets larges avec libpq » est un programme d'exemple qui montre une utilisation de l'interface des objets larges avec libpq. Des parties de ce programme disposent de commentaires au bénéfice de l'utilisateur. Ce programme est aussi disponible dans la distribution des sources (`src/test/examples/testlo.c`).

Exemple 33.1. Exemple de programme sur les objets larges avec libpq

```
/*-----*
```

```

/*
 * testlo.c
 *   test utilisant des objets larges avec libpq
 *
 * Portions Copyright (c) 1996-2016, PostgreSQL Global Development Group
 * Portions Copyright (c) 1994, Regents of the University of California
 *
 *
 * IDENTIFICATION
 *   src/test/examples/testlo.c
 *
*-----
*/
#include <stdlib.h>

#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>

#include "libpq-fe.h"
#include "libpq/libpq-fs.h"

#define BUFSIZE          1024

/*
 * importFile -
 *   importe le fichier "in_filename" dans la base de données
 *   en tant qu'objet "lobjId"
 *
 */
static Oid
importFile(PGconn *conn, char *filename)
{
    Oid          lobjId;
    int          lobj_fd;
    char         buf[BUFSIZE];
    int          nbytes,
                tmp;
    int          fd;

    /*
     * ouvre le fichier à lire
     */
    fd = open(filename, O_RDONLY, 0666);
    if (fd < 0)
    {
        /* error */
        fprintf(stderr, "cannot open unix file \"%s\"\n", filename);
    }

    /*
     * crée l'objet large
     */
    lobjId = lo_create(conn, INV_READ | INV_WRITE);
    if (lobjId == 0)
        fprintf(stderr, "cannot create large object");

    lobj_fd = lo_open(conn, lobjId, INV_WRITE);

    /*
     * lit le fichier Unix écrit dans le fichier inversion
     */
    while ((nbytes = read(fd, buf, BUFSIZE)) > 0)
    {
        tmp = lo_write(conn, lobj_fd, buf, nbytes);
        if (tmp < nbytes)
            fprintf(stderr, "error while reading \"%s\"", filename);
    }
}

```

```

close(fd);
lo_close(conn, lobj_fd);

return lobjId;
}

static void
pickout(PGconn *conn, Oid lobjId, int start, int len)
{
    int          lobj_fd;
    char        *buf;
    int          nbytes;
    int          nread;

    lobj_fd = lo_open(conn, lobjId, INV_READ);
    if (lobj_fd < 0)
        fprintf(stderr, "cannot open large object %u", lobjId);

    lo_lseek(conn, lobj_fd, start, SEEK_SET);
    buf = malloc(len + 1);

    nread = 0;
    while (len - nread > 0)
    {
        nbytes = lo_read(conn, lobj_fd, buf, len - nread);
        buf[nbytes] = '\0';
        fprintf(stderr, ">>> %s", buf);
        nread += nbytes;
        if (nbytes <= 0)
            break;                  /* no more data? */
    }
    free(buf);
    fprintf(stderr, "\n");
    lo_close(conn, lobj_fd);
}

static void
overwrite(PGconn *conn, Oid lobjId, int start, int len)
{
    int          lobj_fd;
    char        *buf;
    int          nbytes;
    int          nwritten;
    int          i;

    lobj_fd = lo_open(conn, lobjId, INV_WRITE);
    if (lobj_fd < 0)
        fprintf(stderr, "cannot open large object %u", lobjId);

    lo_lseek(conn, lobj_fd, start, SEEK_SET);
    buf = malloc(len + 1);

    for (i = 0; i < len; i++)
        buf[i] = 'X';
    buf[i] = '\0';

    nwritten = 0;
    while (len - nwritten > 0)
    {
        nbytes = lo_write(conn, lobj_fd, buf + nwritten, len - nwritten);
        nwritten += nbytes;
        if (nbytes <= 0)
        {
            fprintf(stderr, "\nWRITE FAILED!\n");
            break;
        }
    }
    free(buf);
    fprintf(stderr, "\n");
}

```

```

        lo_close(conn, lobj_fd);
}

/*
 * exportFile -
 *     exporte l'objet large "lobjOid" dans le fichier
 * "out_filename"
 */
static void
exportFile(PGconn *conn, Oid lobjId, char *filename)
{
    int          lobj_fd;
    char         buf[BUFSIZE];
    int          nbytes,
                tmp;
    int          fd;

    /*
     * ouvre l' « objet » large
     */
    lobj_fd = lo_open(conn, lobjId, INV_READ);
    if (lobj_fd < 0)
        fprintf(stderr, "cannot open large object %u", lobjId);

    /*
     * ouvre le fichier à écrire
     */
    fd = open(filename, O_CREAT | O_WRONLY | O_TRUNC, 0666);
    if (fd < 0)
    {
        /* error */
        fprintf(stderr, "cannot open unix file\"%s\"",
                filename);
    }

    /*
     * lit à partir du fichier inversion et écrit dans le fichier Unix
     */
    while ((nbytes = lo_read(conn, lobj_fd, buf, BUFSIZE)) > 0)
    {
        tmp = write(fd, buf, nbytes);
        if (tmp < nbytes)
        {
            fprintf(stderr, "error while writing \"%s\"",
                    filename);
        }
    }

    lo_close(conn, lobj_fd);
    close(fd);

    return;
}

void
exit_nicely(PGconn *conn)
{
    PQfinish(conn);
    exit(1);
}

int
main(int argc, char **argv)
{
    char          *in_filename,
                  *out_filename;
    char          *database;
    Oid           lobjOid;
    PGconn       *conn;
}

```

```

PGresult *res;

if (argc != 4)
{
    fprintf(stderr, "Usage: %s database_name in_filename out_filename\n",
            argv[0]);
    exit(1);
}

database = argv[1];
in_filename = argv[2];
out_filename = argv[3];

/*
 * initialise la connexion
 */
conn = PQsetdb(NULL, NULL, NULL, NULL, database);

/* check to see that the backend connection was successfully made */
if (PQstatus(conn) != CONNECTION_OK)
{
    fprintf(stderr, "Connection to database failed: %s",
            PQerrorMessage(conn));
    exit_nicely(conn);
}

res = PQexec(conn, "begin");
PQclear(res);
printf("importing file \"%s\" ...\n", in_filename);
/* lobjOid = importFile(conn, in_filename); */
lobjOid = lo_import(conn, in_filename);
if (lobjOid == 0)
    fprintf(stderr, "%s\n", PQerrorMessage(conn));
else
{
    printf("\tas large object %u.\n", lobjOid);

    printf("picking out bytes 1000-2000 of the large object\n");
    pickout(conn, lobjOid, 1000, 1000);

    printf("overwriting bytes 1000-2000 of the large object with X's\n");
    overwrite(conn, lobjOid, 1000, 1000);

    printf("exporting large object to file \"%s\" ...\n", out_filename);
    exportFile(conn, lobjOid, out_filename); */
    if (lo_export(conn, lobjOid, out_filename) < 0)
        fprintf(stderr, "%s\n", PQerrorMessage(conn));
}

res = PQexec(conn, "end");
PQclear(res);
PQfinish(conn);
return 0;
}

```

Chapitre 34. ECPG SQL embarqué en C

Ce chapitre décrit le module de SQL embarqué pour PostgreSQL™. Il a été écrit par Linus Tolke (<linus@epact.se>) et Michael Meskes (<meskes@postgresql.org>). Initialement, il a été écrit pour fonctionner avec le C. Il fonctionne aussi avec le C++, mais il ne reconnaît pas encore toutes les syntaxes du C++.

Ce document est assez incomplet. Mais comme l'interface est standardisée, des informations supplémentaires peuvent être trouvées dans beaucoup de documents sur le SQL.

34.1. Le Concept

Un programme SQL embarqué est composé de code écrit dans un langage de programmation ordinaire, dans notre cas le C, mélangé avec des commandes SQL dans des sections spécialement balisées. Pour compiler le programme, le code source (*.pgc) passe d'abord dans un préprocesseur pour SQL embarqué, qui le convertit en un programme C ordinaire (*.c), afin qu'il puisse ensuite être traité par un compilateur C. (Pour les détails sur la compilation et l'édition de lien dynamique voyez Section 34.10, « Traiter des Programmes en SQL Embarqué »). Les applications ECPG converties appellent les fonctions de la librairie libpq au travers de la librairie SQL embarquée (ecpgli), et communiquent avec le serveur PostgreSQL au travers du protocole client-serveur normal.

Le SQL embarqué a des avantages par rapport aux autres méthodes de manipulation du SQL dans le code C. Premièrement, il s'occupe du laborieux passage d'information de et vers les variables de votre programme C. Deuxièmement, le code SQL du programme est vérifié à la compilation au niveau syntaxique. Troisièmement, le SQL embarqué en C est supporté par beaucoup d'autres bases de données SQL. L'implémentation PostgreSQL™ est conçue pour correspondre à ce standard autant que possible, et il est habituellement possible de porter du SQL embarqué d'autres bases SQL vers PostgreSQL™ assez simplement.

Comme déjà expliqué précédemment, les programmes écrits pour du SQL embarqué sont des programmes C normaux, avec du code spécifique inséré pour exécuter des opérations liées à la base de données. Ce code spécifique est toujours de la forme:

```
EXEC SQL ...;
```

Ces ordres prennent, syntaxiquement, la place d'un ordre SQL. En fonction de l'ordre lui-même, ils peuvent apparaître au niveau global ou à l'intérieur d'une fonction. Les ordres SQL embarqués suivent les règles habituelles de sensibilité à la casse du code SQL, et pas celles du C. De plus, ils permettent des commentaires imbriqués comme en C, qui font partie du standard SQL. Néanmoins, la partie C du programme suit le standard C de ne pas accepter des commentaires imbriqués.

Les sections suivantes expliquent tous les ordres SQL embarqués.

34.2. Gérer les Connexions à la Base de Données

Cette section explique comment ouvrir, fermer, et changer de connexion à la base.

34.2.1. Se Connecter au Serveur de Base de Données

On se connecte à la base de données avec l'ordre suivant:

```
EXEC SQL CONNECT TO cible [AS nom-connexion] [USER nom-utilisateur];
```

La *cible* peut être spécifiée des façons suivantes:

- *nomdb[@nomhôte][:port]*
- *tcp:postgresql://nomhôte[:port][/nomdb][?options]*
- *unix:postgresql://nomhôte[:port][/nomdb][?options]*
- une chaîne SQL littérale contenant une des formes précédentes
- une référence à une variable caractère contenant une des formes précédentes (voyez les exemples)
- DEFAULT

Si vous spécifiez la chaîne de connection de façon littérale (c'est à dire, pas par une référence à une variable) et que vous ne mettez pas la valeur entre guillemets, alors les règles d'insensibilité à la casse du SQL normal sont appliquées. Dans ce cas, vous pouvez aussi mettre entre guillemets doubles chaque paramètre individuel séparément au besoin. En pratique, il y a probablement

moins de risques d'erreur à utiliser une chaîne de caractères entre simples guillemets, ou une référence à une variable. La cible de connexion DEFAULT initie une connexion à la base de données par défaut avec l'utilisateur par défaut. Il n'est pas nécessaire de préciser séparément un nom d'utilisateur ou un nom de connexion dans ce cas.

Il y a aussi plusieurs façons de spécifier le nom de l'utilisateur:

- *nomutilisateur*
- *nomutilisateur/motdepasse*
- *nomutilisateur IDENTIFIED BY motdepasse*
- *nomutilisateur USING motdepasse*

Comme précédemment, les paramètres *nomutilisateur* et *motdepasse* peuvent être un identifiant SQL, une chaîne SQL littérale, ou une référence à une variable caractère.

Le *nom-connexion* est utilisé pour gérer plusieurs connexions dans un programme. Il peut être omis si le programme n'utilise qu'une connexion. La connexion la plus récemment ouverte devient la connexion courante, qui est utilisée par défaut quand un ordre SQL doit être exécuté (voyez plus bas dans ce chapitre).

Voici quelques exemples d'ordres CONNECT:

```
EXEC SQL CONNECT TO mabase@sql.mondomaine.com;

EXEC SQL CONNECT TO unix:postgresql://sql.mondomaine.com/mabase AS maconnexion USER
john;

EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
const char *cible = "mabase@sql.mondomaine.com";
const char *utilisateur = "john";
const char *motdepasse = "secret";
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
...
EXEC SQL CONNECT TO :cible USER :utilisateur USING :motdepasse;
/* or EXEC SQL CONNECT TO :cible USER :utilisateur/:motdepasse; */
```

La dernière forme utilise la variante dont on parlait précédemment sous le nom de référence par variable. Vous verrez dans les sections finales comment des variables C peuvent être utilisées dans des ordres SQL quand vous les préfixez par deux-points.

Notez que le format de la cible de connexion n'est pas spécifié dans le standard SQL. Par conséquent si vous voulez développer des applications portables, vous pourriez vouloir utiliser quelque chose ressemblant au dernier exemple pour encapsuler la cible de connexion quelque part.

34.2.2. Choisir une connexion

Les ordres des programmes SQL embarqué sont par défaut exécutés dans la connexion courante, c'est à dire la plus récemment ouverte. Si une application a besoin de gérer plusieurs connexions, alors il y a deux façons de le gérer.

La première solution est de choisir explicitement une connexion pour chaque ordre SQL, par exemple:

```
EXEC SQL AT nom-connexion SELECT ...;
```

Cette option est particulièrement appropriée si l'application a besoin d'alterner les accès à plusieurs connexions.

Si votre application utilise plusieurs threads d'exécution, ils ne peuvent pas utiliser une connexion simultanément. Vous devez soit contrôler explicitement l'accès à la connexion (en utilisant des mutexes), ou utiliser une connexion pour chaque thread.

La seconde option est d'exécuter un ordre pour changer de connexion courante. Cet ordre est:

```
EXEC SQL SET CONNECTION nom-connexion;
```

Cette option est particulièrement pratique si de nombreux ordres doivent être exécutés sur la même connexion.

Voici un programme exemple qui gère plusieurs connexions à base de données:

```
#include <stdio.h>
```

```

EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
  char nomdb[1024];
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

int
main()
{
  EXEC SQL CONNECT TO basetest1 AS con1 USER utilisateurtest;
  EXEC SQL CONNECT TO basetest2 AS con2 USER utilisateurtest;
  EXEC SQL CONNECT TO basetest3 AS con3 USER utilisateurtest;

  /* Cette requête serait exécuté dans la dernière base ouverte "basetest3". */
  EXEC SQL SELECT current_database() INTO :nomdb;
  printf("courante=%s (devrait être basetest3)\n", nomdb);

  /* Utiliser "AT" pour exécuter une requête dans "basetest2" */
  EXEC SQL AT con2 SELECT current_database() INTO :nomdb;
  printf("courante=%s (devrait être basetest2)\n", nomdb);

  /* Switch the courante connection to "basetest1". */
  EXEC SQL SET CONNECTION con1;

  EXEC SQL SELECT current_database() INTO :nomdb;
  printf("courante=%s (devrait être basetest1)\n", nomdb);

  EXEC SQL DISCONNECT ALL;
  return 0;
}

```

Cet exemple devrait produire cette sortie:

```

courante=basetest3 (devrait être basetest3)
courante=basetest2 (devrait être basetest2)
courante=basetest1 (sdevrait être basetest1)

```

34.2.3. Fermer une Connexion

Pour fermer une connexion, utilisez l'ordre suivant:

```
EXEC SQL DISCONNECT [connexion];
```

La *connexion* peut être spécifiée des façons suivantes:

- *nom-connexion*
- DEFAULT
- CURRENT
- ALL

Si aucun nom de connexion n'est spécifié, la connexion courante est fermée.

C'est une bonne pratique qu'une application ferme toujours explicitement toute connexion qu'elle a ouverte.

34.3. Exécuter des Commandes SQL

Toute commande SQL peut être exécutée à l'intérieur d'une application SQL embarquée. Voici quelques exemples montrant comment le faire.

34.3.1. Exécuter des Ordres SQL

Créer une table:

```
EXEC SQL CREATE TABLE truc (nombre integer, ascii char(16));
EXEC SQL CREATE UNIQUE INDEX num1 ON truc(nombre);
EXEC SQL COMMIT;
```

Inserting rows:

```
EXEC SQL INSERT INTO truc (nombre, ascii) VALUES (9999, 'doodad');
EXEC SQL COMMIT;
```

Deleting rows:

```
EXEC SQL DELETE FROM truc WHERE nombre = 9999;
EXEC SQL COMMIT;
```

Updates:

```
EXEC SQL UPDATE truc
    SET ascii = 'trucmachin'
    WHERE nombre = 9999;
EXEC SQL COMMIT;
```

Les ordres SELECT qui retournent un seul enregistrement peuvent aussi être exécutés en utilisant EXEC SQL directement. Pour traiter des jeux de résultats de plusieurs enregistrements, une application doit utiliser un curseur; voyez Section 34.3.2, « Utiliser des Curseurs » plus bas. (Exceptionnellement, une application peut récupérer plusieurs enregistrements en une seule fois dans une variable hôte tableau; voyez Section 34.4.4.3.1, « Arrays ».)

Select mono-ligne:

```
EXEC SQL SELECT truc INTO :trucmachin FROM table1 WHERE ascii = 'doodad';
```

De même, un paramètre de configuration peut être récupéré avec la commande SHOW:

```
EXEC SQL SHOW search_path INTO :var;
```

Les tokens de la forme :*quelquechose* sont des *variables hôtes*, c'est-à-dire qu'ils font référence à des variables dans le programme C. Elles sont expliquées dans Section 34.4, « Utiliser des Variables Hôtes ».

34.3.2. Utiliser des Curseurs

Pour récupérer un résultat contenant plusieurs enregistrements, une application doit déclarer un curseur et récupérer chaque enregistrement de ce curseur. Les étapes pour déclarer un curseur sont les suivantes: déclarer le curseur, l'ouvrir, récupérer un enregistrement à partir du curseur, répéter, et finalement le fermer.

Select avec des curseurs:

```
EXEC SQL DECLARE truc_machin CURSOR FOR
    SELECT nombre, ascii FROM foo
    ORDER BY ascii;
EXEC SQL OPEN truc_machin;
EXEC SQL FETCH truc_machin INTO :TrucMachin, MachinChouette;
...
EXEC SQL CLOSE truc_machin;
EXEC SQL COMMIT;
```

Pour plus de détails à propos de la déclaration du curseur, voyez DECLARE, et voyez FETCH(7) pour le détail de la commande FETCH



Note

La commande **DECLARE** ne déclenche pas réellement l'envoi d'un ordre au serveur PostgreSQL. Le curseur est ouvert dans le processus serveur (en utilisant la commande **DECLARE**) au moment où la commande **OPEN** est exécutée.

34.3.3. Gérer les Transactions

Dans le mode par défaut, les ordres SQL ne sont validés que quand **EXEC SQL COMMIT** est envoyée. L'interface SQL embarquée supporte aussi l'auto-commit des transactions (de façon similaire au comportement de psql) via l'option de ligne de commande **-t d'ecpg** (voyez [ecpg\(1\)](#)) ou par l'ordre **EXEC SQL SET AUTOCOMMIT TO ON**. En mode auto-commit, chaque commande est validée automatiquement sauf si elle se trouve dans un bloc explicite de transaction. Ce mode peut être explicitement désactivé en utilisant **EXEC SQL SET AUTOCOMMIT TO OFF**.

Les commandes suivantes de gestion de transaction sont disponibles:

```
EXEC SQL COMMIT
    Valider une transaction en cours.

EXEC SQL ROLLBACK
    Annuler une transaction en cours.

EXEC SQL SET AUTOCOMMIT TO ON
    Activer le mode auto-commit.

SET AUTOCOMMIT TO OFF
    Désactiver le mode auto-commit. C'est la valeur par défaut.
```

34.3.4. Requêtes préparées

Quand les valeurs à passer à un ordre SQL ne sont pas connues au moment de la compilation, ou que le même ordre SQL va être utilisé de nombreuses fois, les requêtes préparées peuvent être utiles.

L'ordre est préparé en utilisant la commande **PREPARE**. Pour les valeurs qui ne sont pas encore connues, utilisez le substitut « ? »:

```
EXEC SQL PREPARE stmt1 FROM "SELECT oid, datname FROM pg_database WHERE oid = ?";
```

Si un ordre retourne une seule ligne, l'application peut appeler **EXECUTE** après **PREPARE** pour exécuter l'ordre, en fournissant les vraies valeurs pour les substituts avec une clause **USING**:

```
EXEC SQL EXECUTE stmt1 INTO :dboid, :dbname USING 1;
```

Si un ordre retourne plusieurs enregistrements, l'application peut utiliser un curseur déclarés en se servant d'une requête préparée. Pour lier les paramètres d'entrée, le curseur doit être ouvert avec une clause **USING**:

```
EXEC SQL PREPARE stmt1 FROM "SELECT oid,datname FROM pg_database WHERE oid > ?";
EXEC SQL DECLARE foo_bar CURSOR FOR stmt1;

/* Quand la fin du jeu de résultats est atteinte, sortir de la boucle while */
EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;

EXEC SQL OPEN foo_bar USING 100;
...
while (1)
{
    EXEC SQL FETCH NEXT FROM foo_bar INTO :dboid, :dbname;
    ...
}
EXEC SQL CLOSE foo_bar;
```

Quand vous n'avez plus besoin de la requête préparée, vous devriez la désallouer:

```
EXEC SQL DEALLOCATE PREPARE nom;
```

Pour plus de détails sur PREPARE, voyez PREPARE. Voyez aussi Section 34.5, « SQL Dynamique » pour plus de détails à propos de l'utilisation des substituts et des paramètres d'entrée.

34.4. Utiliser des Variables Hôtes

Dans Section 34.3, « Exécuter des Commandes SQL » vous avez vu comment exécuter des ordres SQL dans un programme SQL embarqué. Certains de ces ordres n'ont utilisé que des valeurs constantes et ne fournissaient pas de moyen pour insérer des valeurs fournies par l'utilisateur dans des ordres ou pour permettre au programme de traiter les valeurs retournées par la requête. Ces types d'ordres ne sont pas très utiles dans des applications réelles. Cette section explique en détail comment faire passer des données entre votre programme en C et les ordres SQL embarqués en utilisant un simple mécanisme appelé *variables hôtes*. Dans un programme SQL embarqué nous considérons que les ordres SQL sont des *invités* dans le code du programme C qui est le *langage hôte*. Par conséquent, les variables du programme C sont appelées *variables hôtes*.

Une autre façon d'échanger des valeurs entre les serveurs PostgreSQL et les applications ECPG est l'utilisation de descripteurs SQL, décrits dans Section 34.7, « Utiliser les Zones de Descripteur ».

34.4.1. Overview

Passer des données entre le programme en C et les ordres SQL est particulièrement simple en SQL embarqué. Plutôt que d'avoir un programme qui connait des données dans un ordre SQL, ce qui entraîne des complications variées, comme protéger correctement la valeur, vous pouvez simplement écrire le nom d'une variable C dans un ordre SQL, prefixée par un deux-points. Par exemple:

```
EXEC SQL INSERT INTO unetable VALUES (:v1, 'foo', :v2);
```

Cet ordre fait référence à deux variables C appelées v1 et v2 et utilise aussi une chaîne SQL classique, pour montrer que vous n'êtes pas obligé de vous cantonner à un type de données ou à l'autre.

Cette façon d'insérer des variables C dans des ordres SQL fonctionne partout où une expression de valeur est attendue dans un ordre SQL.

34.4.2. Sections Declare

Pour passer des données du programme à la base, par exemple comme paramètres d'une requête, ou pour passer des données de la base vers le programme, les variables C qui sont prévues pour contenir ces données doivent être déclarées dans des sections spécialement identifiées, afin que le préprocesseur SQL embarqué puisse s'en rendre compte.

Cette section commence par:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
```

et se termine par:

```
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
```

Entre ces lignes, il doit y avoir des déclarations de variables C normales, comme:

```
int    x = 4;
char   foo[16], bar[16];
```

Comme vous pouvez le voir, vous pouvez optionnellement assigner une valeur initiale à une variable. La portée de la variable est déterminée par l'endroit où se trouve la section de déclaration dans le programme. Vous pouvez aussi déclarer des variables avec la syntaxe suivante, qui crée une section declare implicite:

```
EXEC SQL int i = 4;
```

Vous pouvez avoir autant de sections de déclaration que vous voulez dans un programme.

Ces déclarations sont aussi envoyées dans le fichier produit comme des variables C normales, il n'est donc pas nécessaire de les déclarer une seconde fois. Les variables qui n'ont pas besoin d'être utilisées dans des commandes SQL peuvent être déclarées normalement à l'extérieur de ces sections spéciales.

La définition d'une structure ou d'un union doit aussi être présente dans une section DECLARE. Sinon, le préprocesseur ne peut pas traiter ces types, puisqu'il n'en connaît pas la définition.

34.4.3. Récupérer des Résultats de Requêtes

Maintenant, vous devriez être capable de passer des données générées par votre programme dans une commande SQL. Mais comment récupérer les résultats d'une requête? À cet effet, le SQL embarqué fournit certaines variantes spéciales de commandes **SELECT** et **FETCH** habituelles. Ces commandes ont une clause spéciale **INTO** qui spécifie dans quelles variables hôtes les valeurs récupérées doivent être stockées. **SELECT** est utilisé pour une requête qui ne retourne qu'un seul enregistrement, et **FETCH** est utilisé pour une requête qui retourne plusieurs enregistrements, en utilisant un curseur.

Voici un exemple:

```
/*
 * Avec cette table:
 * CREATE TABLE test1 (a int, b varchar(50));
 */

EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
int v1;
VARCHAR v2;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

...

EXEC SQL SELECT a, b INTO :v1, :v2 FROM test;
```

La clause **INTO** apparaît entre la liste de sélection et la clause **FROM**. Le nombre d'éléments dans la liste **SELECT** et dans la liste après **INTO** (aussi appelée la liste cible) doivent être égaux.

Voici un exemple utilisant la commande **FETCH**:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
int v1;
VARCHAR v2;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

...

EXEC SQL DECLARE truc CURSOR FOR SELECT a, b FROM test;
...

do
{
    ...
    EXEC SQL FETCH NEXT FROM truc INTO :v1, :v2;
    ...
} while (...);
```

Ici, la clause **INTO** apparaît après toutes les clauses normales.

34.4.4. Correspondance de Type

Quand les applications ECPG échangent des valeurs entre le serveur PostgreSQL et l'application C, comme quand elles récupèrent des résultats de requête venant du serveur, ou qu'elles exécutent des ordres SQL avec des paramètres d'entrée, les valeurs doivent être converties entre les types de données PostgreSQL et les types du langage hôte (ceux du langage C). Une des fonctionnalités les plus importantes d'ECPG est qu'il s'occupe de cela automatiquement dans la plupart des cas.

De ce point de vue, il y a deux sortes de types de données: des types de données PostgreSQL simples, comme des **integer** et **text**, qui peuvent être lus et écrits directement par l'application. Les autres types PostgreSQL, comme **timestamp** ou **numeric** ne peuvent

être accédés qu'à travers des fonctions spéciales de librairie; voyez Section 34.4.4.2, « Accéder à des Types de Données Spéciaux ».

Tableau 34.1, « Correspondance Entre les Types PostgreSQL et les Types de Variables C » montre quels types de données de PostgreSQL correspondent à quels types C. Quand vous voulez envoyer ou recevoir une valeur d'un type PostgreSQL donné, vous devriez déclarer une variable C du type C correspondant dans la section declare.

Tableau 34.1. Correspondance Entre les Types PostgreSQL et les Types de Variables C

type de données PostgreSQL	type de variable hôte
smallint	short
integer	int
bigint	long long int
decimal	decimal ^a
numeric	numeric ^b
real	float
double precision	double
smallserial	short
serial	int
bigserial	long long int
oid	unsigned int
character(<i>n</i>), varchar(<i>n</i>), text	char[<i>n</i> +1], VARCHAR[<i>n</i> +1] ^c
name	char[NAMEDATALEN]
timestamp	timestamp ^d
interval	interval ^e
date	date ^f
boolean	bool ^g

^aCe type ne peut être accédé qu'à travers des fonctions spéciales de librairie. Voyez Section 34.4.4.2, « Accéder à des Types de Données Spéciaux ».

^bCe type ne peut être accédé qu'à travers des fonctions spéciales de librairie. Voyez Section 34.4.4.2, « Accéder à des Types de Données Spéciaux ».

^cdéclaré dans `ecpglib.h`

^dCe type ne peut être accédé qu'à travers des fonctions spéciales de librairie. Voyez Section 34.4.4.2, « Accéder à des Types de Données Spéciaux ».

^eCe type ne peut être accédé qu'à travers des fonctions spéciales de librairie. Voyez Section 34.4.4.2, « Accéder à des Types de Données Spéciaux ».

^fCe type ne peut être accédé qu'à travers des fonctions spéciales de librairie. Voyez Section 34.4.4.2, « Accéder à des Types de Données Spéciaux ».

^gdéclaré dans `ecpglib.h` si non natif

34.4.4.1. Manipuler des Chaînes de Caractères

Pour manipuler des types chaînes de caractères SQL, comme varchar et text, il y a deux façons de déclarer les variables hôtes.

Une façon est d'utiliser char[], un tableau de char, qui est la façon la plus habituelle de gérer des données texte en C.

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    char str[50];
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
```

Notez que vous devez gérer la longueur vous-même. Si vous utilisez cette variable he comme variable cible d'une requête qui retourne une chaîne de plus de 49 caractères, un débordement de tampon se produira. occurs.

L'autre façon est d'utiliser le type VARCHAR, qui est un type spécial fourni par ECPG. La définition d'un tableau de type VARCHAR est convertie dans un struct nommé pour chaque variable. Une déclaration comme:

```
VARCHAR var[180];
```

est convertie en:

```
struct varchar_var { int len; char arr[180]; } var;
```

Le membre `arr` contient la chaîne terminée par un octet à zéro. Par conséquent, la variable hôte doit être déclarée avec la longueur incluant le terminateur de chaîne. Le membre `len` stocke la longueur de la chaîne stockée dans `arr` sans l'octet zéro final. Quand une variable hôte est utilisé comme entrée pour une requête, si `strlen` et `len` sont différents, le plus petit est utilisé.

`VARCHAR` peut être écrit en majuscule ou en minuscule, mais pas dans un mélange des deux.

Les variables hôtes `char` et `VARCHAR` peuvent aussi contenir des valeurs d'autres types SQL, qui seront stockés dans leur forme chaîne.

34.4.4.2. Accéder à des Types de Données Spéciaux

ECPG contient des types spéciaux qui vous aident intéragir facilement avec des types de données spéciaux du serveur PostgreSQL. En particulier, sont supportés les types numeric, decimal, date, timestamp, et interval. Ces types de données ne peuvent pas être mis de façon utile en correspondance avec des types primitifs du langage hôtes (tels que int, long long int, ou char[]), parce qu'ils ont une structure interne complexe. Les applications manipulent ces types en déclarant des variables hôtes dans des types spéciaux et en y accédant avec des fonctions de la librairie pgtypes. La librairie pgtypes, décrite en détail dans Section 34.6, « Librairie pgtypes » contient des fonctions de base pour traiter ces types, afin que vous n'ayez pas besoin d'envoyer une requête au serveur SQL juste pour additionner un interval à un timestamp par exemple.

Les sous-sections suivantes décrivent ces types de données spéciaux. Pour plus de détails à propos des fonctions de librairie pgtype, voyez Section 34.6, « Librairie pgtypes ».

34.4.4.2.1. timestamp, date

Voici une méthode pour manipuler des variables timestamp dans l'application hôte ECPG.

Tout d'abord, le programme doit inclure le fichier d'en-tête pour le type timestamp:

```
#include <pgtypes_timestamp.h>
```

Puis, déclarez une variable hôte comme type timestamp dans la section declare:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
timestamp ts;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
```

Et après avoir lu une valeur dans la variable hôte, traitez la en utilisant les fonctions de la librairie pgtypes. Dans l'exemple qui suit, la valeur timestamp est convertie sous forme texte (ASCII) avec la fonction `PGTYPEStimestamp_to_asc()`:

```
EXEC SQL SELECT now()::timestamp INTO :ts;
printf("ts = %s\n", PGTYPEStimestamp_to_asc(ts));
```

Cet exemple affichera des résultats de ce type:

```
ts = 2010-06-27 18:03:56.949343
```

Par ailleurs, le type DATE peut être manipulé de la même façon. Le programme doit inclure `pgtypes_date.h`, déclarer une variable hôte comme étant du type date et convertir une valeur DATE dans sa forme texte en utilisant la fonction `PGTYPESto_date_to_asc()`. Pour plus de détails sur les fonctions de la librairie pgtypes, voyez Section 34.6, « Librairie pgtypes ».

34.4.4.2.2. interval

La manipulation du type interval est aussi similaire aux types timestamp et date. Il est nécessaire, par contre, d'allouer de la mémoire pour une valeur de type interval de façon explicite. Ou dit autrement, l'espace mémoire pour la variable doit être allouée du tas, et non de la pile.

Voici un programme de démonstration:

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <stdlib.h>
#include <pgtypes_interval.h>

int
main(void)
{
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    interval *in;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

    EXEC SQL CONNECT TO testdb;

    in = PGTYPEStinterval_new();
    EXEC SQL SELECT '1 min'::interval INTO :in;
    printf("interval = %s\n", PGTYPEStinterval_to_asc(in));
    PGTYPEStinterval_free(in);

    EXEC SQL COMMIT;
    EXEC SQL DISCONNECT ALL;
    return 0;
}
```

34.4.4.2.3. numeric, decimal

La manipulation des types numeric et decimal est similaire au type interval: elle requiert de définir d'un pointeur, d'allouer de la mémoire sur le tas, et d'accéder la variable au moyen des fonctions de librairie pgtypes. Pour plus de détails sur les fonctions de la librairie pgtypes, voyez Section 34.6, « Librairie pgtypes ».

Aucune fonction n'est fournie spécifiquement pour le type decimal. Une application doit le convertir vers une variable numeric en utilisant une fonction de la librairie pgtypes pour pouvoir le traiter.

Voici un programme montrant la manipulation des variables de type numeric et decimal.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <pgtypes_numeric.h>

EXEC SQL WHENEVER SQLERROR STOP;

int
main(void)
{
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    numeric *num;
    numeric *num2;
    decimal *dec;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

    EXEC SQL CONNECT TO testdb;

    num = PGTYPEStnumeric_new();
    dec = PGTYPEStdecimal_new();

    EXEC SQL SELECT 12.345::numeric(4,2), 23.456::decimal(4,2) INTO :num, :dec;

    printf("numeric = %s\n", PGTYPEStnumeric_to_asc(num, 0));
    printf("numeric = %s\n", PGTYPEStnumeric_to_asc(num, 1));
    printf("numeric = %s\n", PGTYPEStnumeric_to_asc(num, 2));

    /* Convertir le decimal en numeric pour montrer une valeur décimale. */
    num2 = PGTYPEStnumeric_new();
    PGTYPEStnumeric_from_decimal(dec, num2);

    printf("decimal = %s\n", PGTYPEStnumeric_to_asc(num2, 0));
    printf("decimal = %s\n", PGTYPEStnumeric_to_asc(num2, 1));
    printf("decimal = %s\n", PGTYPEStnumeric_to_asc(num2, 2));

    PGTYPEStnumeric_free(num2);
```

```
PGTYPESdecimal_free(dec);
PGTYPESnumeric_free(num);

EXEC SQL COMMIT;
EXEC SQL DISCONNECT ALL;
return 0;
}
```

34.4.4.3. Variables Hôtes avec des Types Non-Primitifs

Vous pouvez aussi utiliser des tableaux, typedefs, structs et pointeurs comme variables hôtes.

34.4.4.3.1. Arrays

Il y a deux cas d'utilisations pour des tableaux comme variables hôtes. Le premier est une façon de stocker des chaînes de texte dans des char[] ou VARCHAR[], comme expliqué Section 34.4.4.1, « Manipuler des Chaînes de Caractères ». Le second cas d'utilisation est de récupérer plusieurs enregistrements d'une requête sans utiliser de curseur. Sans un tableau, pour traiter le résultat d'une requête de plusieurs lignes, il est nécessaire d'utiliser un curseur et la commande **FETCH**. Mais avec une variable hôte de type variable, plusieurs enregistrements peuvent être récupérés en une seule fois. La longueur du tableau doit être définie pour pouvoir recevoir tous les enregistrements d'un coup, sans quoi un buffer overflow se produira probablement.

Les exemples suivants parcourront la table système pg_database et montrent tous les OIDs et noms des bases de données disponibles:

```
int
main(void)
{
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    int dbid[8];
    char dbname[8][16];
    int i;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

    memset(dbname, 0, sizeof(char)* 16 * 8);
    memset(dbid, 0, sizeof(int) * 8);

    EXEC SQL CONNECT TO testdb;

    /* Récupérer plusieurs enregistrements dans des tableaux d'un coup. */
    EXEC SQL SELECT oid,datname INTO :dbid, :dbname FROM pg_database;

    for (i = 0; i < 8; i++)
        printf("oid=%d, dbname=%s\n", dbid[i], dbname[i]);

    EXEC SQL COMMIT;
    EXEC SQL DISCONNECT ALL;
    return 0;
}
```

Cet exemple affiche le résultat suivant. (Les valeurs exactes dépendent de votre environnement.)

```
oid=1, dbname=template1
oid=11510, dbname=template0
oid=11511, dbname=postgres
oid=313780, dbname=testdb
oid=0, dbname=
oid=0, dbname=
oid=0, dbname=
```

34.4.4.3.2. Structures

Une structure dont les noms des membres correspondent aux noms de colonnes du résultat d'une requête peut être utilisée pour récupérer plusieurs colonnes d'un coup. La structure permet de gérer plusieurs valeurs de colonnes dans une seule variable hôte.

L'exemple suivant récupère les OIDs, noms, et tailles des bases de données disponibles à partir de la table système pg_database, et en utilisant la fonction pg_database_size(). Dans cet exemple, une variable structure dbinfo_t avec des membres dont les noms correspondent à chaque colonnes du résultat du SELECT est utilisée pour récupérer une ligne de résultat sans avoir besoin de mettre plusieurs variables hôtes dans l'ordre FETCH.

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    typedef struct
    {
        int oid;
        char datname[65];
        long long int size;
    } dbinfo_t;

    dbinfo_t dbval;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

    memset(&dbval, 0, sizeof(dbinfo_t));

    EXEC SQL DECLARE curl CURSOR FOR SELECT oid, datname, pg_database_size(oid) AS size
FROM pg_database;
    EXEC SQL OPEN curl;

    /* quand la fin du jeu de données est atteint, sortir de la boucle while */
    EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;

    while (1)
    {
        /* Récupérer plusieurs colonnes dans une structure. */
        EXEC SQL FETCH FROM curl INTO :dbval;

        /* Afficher les membres de la structure. */
        printf("oid=%d, datname=%s, size=%lld\n", dbval.oid, dbval.datname,
dbval.size);
    }

    EXEC SQL CLOSE curl;
```

Cet exemple montre le résultat suivant. (Les valeurs exactes dépendent du contexte.)

```
oid=1, datname=template1, size=4324580
oid=11510, datname=template0, size=4243460
oid=11511, datname=postgres, size=4324580
oid=313780, datname=testdb, size=8183012
```

Les variables hôtes structures « absorbent » autant de colonnes que la structure a de champs. Des colonnes additionnelles peuvent être assignées à d'autres variables hôtes. Par exemple, le programme ci-dessus pourrait être restructuré comme ceci, avec la variable size hors de la structure:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    typedef struct
    {
        int oid;
        char datname[65];
    } dbinfo_t;

    dbinfo_t dbval;
    long long int size;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

    memset(&dbval, 0, sizeof(dbinfo_t));

    EXEC SQL DECLARE curl CURSOR FOR SELECT oid, datname, pg_database_size(oid) AS size
FROM pg_database;
    EXEC SQL OPEN curl;
```

```
/* quand la fin du jeu de données est atteint, sortir de la boucle while */
EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;

while (1)
{
    /* Récupérer plusieurs colonnes dans une structure. */
    EXEC SQL FETCH FROM curl INTO :dbval, :size;

    /* Afficher les membres de la structure. */
    printf("oid=%d, datname=%s, size=%lld\n", dbval.oid, dbval.datname, size);
}

EXEC SQL CLOSE curl;
```

34.4.4.3.3. Typedefs

Utilisez le mot clé `typedef` pour faire correspondre de nouveaux types aux types existants.

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    typedef char mychartype[40];
    typedef long serial_t;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
```

Notez que vous pourriez aussi utiliser:

```
EXEC SQL TYPE serial_t IS long;
```

Cette déclaration n'a pas besoin de faire partie d'une section declare.

34.4.4.3.4. Pointeurs

Vous pouvez déclarer des pointeurs vers les types les plus communs. Notez toutefois que vous ne pouvez pas utiliser des pointeurs comme variables cibles de requêtes sans auto-allocation. Voyez Section 34.7, « Utiliser les Zones de Descripteur » pour plus d'information sur l'auto-allocation.

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    int     *intp;
    char   **charp;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
```

34.4.5. Manipuler des Types de Données SQL Non-Primitives

Cette section contient des informations sur comment manipuler des types non-scalaires et des types de données définies au niveau SQL par l'utilisateur dans des applications ECPG. Notez que c'est distinct de la manipulation des variables hôtes des types non-primitifs, décrits dans la section précédente.

34.4.5.1. Tableaux

Les tableaux SQL multi-dimensionnels ne sont pas directement supportés dans ECPG. Les tableaux SQL à une dimension peuvent être placés dans des variables hôtes de type tableau C et vice-versa. Néanmoins, lors de la création d'une instruction, `ecpg` ne connaît pas le type des colonnes, donc il ne peut pas vérifier si un tableau C est à placer dans un tableau SQL correspondant. Lors du traitement de la sortie d'une requête SQL, `ecpg` a suffisamment d'informations et, de ce fait, vérifie si les deux sont des tableaux.

Si une requête accède aux *éléments* d'un tableau séparément, cela évite l'utilisation des tableaux dans ECPG. Dans ce cas, une variable hôte avec un type qui peut être mis en correspondance avec le type de l'élément devrait être utilisé. Par exemple, si le type d'une colonne est un tableau d'`integer`, une variable hôte de type `int` peut être utilisée. Par ailleurs, si le type de l'élément est `varchar`, ou `text`, une variable hôte de type `char[]` ou `VARCHAR[]` peut être utilisée.

Voici un exemple. Prenez la table suivante:

```
CREATE TABLE t3 (
    ii integer[]
);

testdb=> SELECT * FROM t3;
    ii
-----
 {1,2,3,4,5}
(1 row)
```

Le programme de démonstration suivant récupère le 4ème élément du tableau et le stocke dans une variable hôte de type int: type int:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
int ii;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

EXEC SQL DECLARE curl CURSOR FOR SELECT ii[4] FROM t3;
EXEC SQL OPEN curl;

EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;

while (1)
{
    EXEC SQL FETCH FROM curl INTO :ii ;
    printf("ii=%d\n", ii);
}

EXEC SQL CLOSE curl;
```

Cet exemple affiche le résultat suivant:

```
ii=4
```

Pour mettre en correspondance de multiples éléments de tableaux avec les multiples éléments d'une variable hôte tableau, chaque élément du tableau doit être géré séparément, par exemple; for example:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
int ii_a[8];
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

EXEC SQL DECLARE curl CURSOR FOR SELECT ii[1], ii[2], ii[3], ii[4] FROM t3;
EXEC SQL OPEN curl;

EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;

while (1)
{
    EXEC SQL FETCH FROM curl INTO :ii_a[0], :ii_a[1], :ii_a[2], :ii_a[3];
    ...
}
```

Notez à nouveau que

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
int ii_a[8];
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

EXEC SQL DECLARE curl CURSOR FOR SELECT ii FROM t3;
EXEC SQL OPEN curl;

EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;
```

```
while (1)
{
    /* FAUX */
    EXEC SQL FETCH FROM curl INTO :ii_a;
    ...
}
```

ne fonctionnerait pas correctement dans ce cas, parce que vous ne pouvez pas mettre en correspondance une colonne de type tableau et une variable hôte de type tableau directement.

Un autre contournement possible est de stocker les tableaux dans leur forme de représentation texte dans des variables hôtes de type `char[]` ou `VARCHAR[]`. Pour plus de détails sur cette représentation, voyez Section 8.15.2, « Saisie de valeurs de type tableau ». Notez que cela implique que le tableau ne peut pas être accédé naturellement comme un tableau dans le programme hôte (sans traitement supplémentaire qui transforme la représentation texte).

34.4.5.2. Types Composite

Les types composite ne sont pas directement supportés dans ECPG, mais un contournement simple est possible. Les contournements disponibles sont similaires à ceux décrits pour les tableaux ci-dessus: soit accéder à chaque attribut séparément, ou utiliser la représentation externe en mode chaîne de caractères.

Pour les exemples suivants, soient les types et table suivants:

```
CREATE TYPE comp_t AS (intval integer, textval varchar(32));
CREATE TABLE t4 (compval comp_t);
INSERT INTO t4 VALUES ( (256, 'PostgreSQL') );
```

La solution la plus évidente est d'accéder à chaque attribut séparément. Le programme suivant récupère les données de la table exemple en sélectionnant chaque attribut du type `comp_t` séparément:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
int intval;
varchar textval[33];
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

/* Mettre chaque élément de la colonne de type composite dans la liste SELECT. */
EXEC SQL DECLARE curl CURSOR FOR SELECT (compval).intval, (compval).textval FROM t4;
EXEC SQL OPEN curl;

EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;

while (1)
{
    /* Récupérer chaque élément du type de colonne composite dans des variables hôtes.
 */
    EXEC SQL FETCH FROM curl INTO :intval, :textval;
    printf("intval=%d, textval=%s\n", intval, textval.arr);
}

EXEC SQL CLOSE curl;
```

Pour améliorer cet exemple, les variables hôtes qui vont stocker les valeurs dans la commande **FETCH** peuvent être rassemblées sous forme de structure, voyez Section 34.4.4.3.2, « Structures ». Pour passer à la structure, l'exemple peut-être modifié comme ci dessous. Les deux variables hôtes, `intval` et `textval`, deviennent membres de `comp_t`, et la structure est spécifiée dans la commande **FETCH**.

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
typedef struct
{
    int intval;
    varchar textval[33];
} comp_t;
```

```
comp_t compval;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

/* Mettre chaque élément de la colonne de type composite dans la liste SELECT. */
EXEC SQL DECLARE curl CURSOR FOR SELECT (compval).intval, (compval).textval FROM t4;
EXEC SQL OPEN curl;

EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;

while (1)
{
    /* Mettre toutes les valeurs de la liste SELECT dans une structure. */
    EXEC SQL FETCH FROM curl INTO :compval;

    printf("intval=%d, textval=%s\n", compval.intval, compval.textval.arr);
}

EXEC SQL CLOSE curl;
```

Bien qu'une structure soit utilisée dans la commande **FETCH**, les noms d'attributs dans la clause **SELECT** sont spécifiés un par un. Cela peut être amélioré en utilisant un * pour demander tous les attributs de la valeur de type composite.

```
...
EXEC SQL DECLARE curl CURSOR FOR SELECT (compval).* FROM t4;
EXEC SQL OPEN curl;

EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;

while (1)
{
    /* Mettre toutes les valeurs de la liste SELECT dans une structure. */
    EXEC SQL FETCH FROM curl INTO :compval;

    printf("intval=%d, textval=%s\n", compval.intval, compval.textval.arr);
}
...
```

De cette façon, les types composites peuvent être mis en correspondance avec des structures de façon quasi transparentes, alors qu'ECPG ne comprend pas lui-même le type composite.

Et pour finir, il est aussi possible de stocker les valeurs de type composite dans leur représentation externe de type chaîne dans des variables hôtes de type char[] ou VARCHAR[]. Mais de cette façon, il n'est pas facilement possible d'accéder aux champs de la valeur dans le programme hôte.

34.4.5.3. Types de Base Définis par l'Utilisateur

Les nouveaux types de base définis par l'utilisateur ne sont pas directement supportés par ECPG. Vous pouvez utiliser les représentations externes de type chaîne et les variables hôtes de type char[] ou VARCHAR[], et cette solution est en fait appropriée et suffisante pour de nombreux types.

Voici un exemple utilisant le type de données complexe de l'exemple tiré de Section 36.11, « Types utilisateur ». La représentation externe sous forme de chaîne de ce type est (%lf,%lf), qui est définie dans les fonctions `complex_in()` et `complex_out()`. L'exemple suivant insère les valeurs de type complexe (1,1) et (3,3) dans les colonnes a et b, et les sélectionne à partir de la table après cela.

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    varchar a[64];
    varchar b[64];
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

    EXEC SQL INSERT INTO test_complex VALUES ('(1,1)', '(3,3)');

    EXEC SQL DECLARE curl CURSOR FOR SELECT a, b FROM test_complex;
    EXEC SQL OPEN curl;
```

```
EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;

while (1)
{
    EXEC SQL FETCH FROM curl INTO :a, :b;
    printf("a=%s, b=%s\n", a.arr, b.arr);
}

EXEC SQL CLOSE curl;
```

Cet exemple affiche le résultat suivant:

```
a=(1,1), b=(3,3)
```

Un autre contournement est d'éviter l'utilisation directe des types définis par l'utilisateur dans ECPG et à la place créer une fonction ou un cast qui convertit entre le type défini par l'utilisateur et un type primitif que ECPG peut traiter. Notez, toutefois, que les conversions de types, particulièrement les implicites, ne devraient être introduits dans le système de typage qu'avec la plus grande prudence.

For example,

```
CREATE FUNCTION create_complex(r double, i double) RETURNS complex
LANGUAGE SQL
IMMUTABLE
AS $$ SELECT $1 * complex '(1,0)' + $2 * complex '(0,1)' $$;
```

After this definition, the following

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
double a, b, c, d;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

a = 1;
b = 2;
c = 3;
d = 4;

EXEC SQL INSERT INTO test_complex VALUES (create_complex(:a, :b), create_complex(:c, :d));
```

a le même effet que

```
EXEC SQL INSERT INTO test_complex VALUES ('(1,2)', '(3,4)');
```

34.4.6. Indicateurs

Les exemples précédents ne gèrent pas les valeurs nulles. En fait, les exemples de récupération de données remonteront une erreur si ils récupèrent une valeur nulle de la base. Pour être capable de passer des valeurs nulles à la base ou d'un récupérer, vous devez rajouter une seconde spécification de variable hôte à chaque variable hôte contenant des données. Cette seconde variable est appelée l'*indicateur* et contient un drapeau qui indique si le datum est null, dans quel cas la valeur de la vraie variable hôte est ignorée. Voici un exemple qui gère la récupération de valeurs nulles correctement:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
VARCHAR val;
int val_ind;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

...
EXEC SQL SELECT b INTO :val :val_ind FROM test1;
```

La variable indicateur `val_ind` sera zéro si la valeur n'était pas nulle, et sera négative si la valeur était nulle.

L'indicateur a une autre fonction: si la valeur de l'indicateur est positive, cela signifie que la valeur n'est pas nulle, mais qu'elle a été tronquée quand elle a été stockée dans la variable hôte.

Si l'argument `-r no_indicator` est passée au préprocesseur `ecpg`, il fonctionne dans le mode « no-indicator ». En mode no-indicator, si aucune variable indicator n'est spécifiée, les valeurs nulles sont signalées (en entrée et en sortie) pour les types chaînes de caractère comme des chaînes vides et pour les types integer comme la plus petite valeur possible pour le type (par exemple, `INT_MIN` pour `int`).

34.5. SQL Dynamique

Fréquemment, les ordres SQL particuliers qu'une application doit exécuter sont connus au moment où l'application est écrite. Dans certains cas, par contre, les ordres SQL sont composés à l'exécution ou fournis par une source externe. Dans ces cas, vous ne pouvez pas embarquer les ordres SQL directement dans le code source C, mais il y a une fonctionnalité qui vous permet d'exécuter des ordres SQL que vous fournissez dans une variable de type chaîne.

34.5.1. Exécuter des Ordres SQL Dynamiques sans Jeu de Donnée

La façon la plus simple d'exécuter un ordre SQL dynamique est d'utiliser la commande **EXECUTE IMMEDIATE**. Par exemple:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
const char *stmt = "CREATE TABLE test1 (...)";
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

EXEC SQL EXECUTE IMMEDIATE :stmt;
```

EXECUTE IMMEDIATE peut être utilisé pour des ordres SQL qui ne retournent pas de données (par exemple, **LDD**, **INSERT**, **UPDATE**, **DELETE**). Vous ne pouvez pas exécuter d'ordres qui ramènent des données (par exemple, **SELECT**) de cette façon. La prochaine section décrit comment le faire.

34.5.2. Exécuter une Requête avec Des Paramètres d'Entrée

Une façon plus puissante d'exécuter des ordres SQL arbitraires est de les préparer une fois et d'exécuter la requête préparée aussi souvent que vous le souhaitez. Il est aussi possible de préparer une version généralisé d'une requête et d'ensuite en exécuter des versions spécifiques par substitution de paramètres. Quand vous préparez la requête, mettez des points d'interrogation où vous voudrez substituer des paramètres ensuite. Par exemple:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
const char *stmt = "INSERT INTO test1 VALUES(?, ?)";
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

EXEC SQL PREPARE mystmt FROM :stmt;
...
EXEC SQL EXECUTE mystmt USING 42, 'foobar';
```

Quand vous n'avez plus besoin de la requête préparée, vous devriez la désallouer:

```
EXEC SQL DEALLOCATE PREPARE name;
```

34.5.3. Exécuter une Requête avec un Jeu de Données

Pour exécuter une requête SQL avec une seule ligne de résultat, vous pouvez utiliser **EXECUTE**. Pour enregistrer le résultat, ajoutez une clause **INTO**.

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
const char *stmt = "SELECT a, b, c FROM test1 WHERE a > ?";
int v1, v2;
VARCHAR v3[50];
```

```
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
EXEC SQL PREPARE mystmt FROM :stmt;
...
EXEC SQL EXECUTE mystmt INTO :v1, :v2, :v3 USING 37;
```

Une commande **EXECUTE** peut avoir une clause **INTO**, une clause **USING**, les deux, ou aucune.

Si une requête peut ramener plus d'un enregistrement, un curseur devrait être utilisé, comme dans l'exemple suivant. Voyez Section 34.3.2, « Utiliser des Curseurs » pour plus de détails à propos des curseurs.)

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
char dbaname[128];
char datname[128];
char *stmt = "SELECT u.username as dbaname, d.datname "
            "   FROM pg_database d, pg_user u "
            " WHERE d.datdba = u.usesysid";
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

EXEC SQL CONNECT TO testdb AS con1 USER testuser;

EXEC SQL PREPARE stmt1 FROM :stmt;

EXEC SQL DECLARE cursor1 CURSOR FOR stmt1;
EXEC SQL OPEN cursor1;

EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;

while (1)
{
    EXEC SQL FETCH cursor1 INTO :dbaname,:datname;
    printf("dbaname=%s, datname=%s\n", dbaname, datname);
}

EXEC SQL CLOSE cursor1;

EXEC SQL COMMIT;
EXEC SQL DISCONNECT ALL;
```

34.6. Librairie pgtypes

La librairie pgtypes met en correspondance les types de la base de données PostgreSQL™ avec des équivalents en C qui peuvent être utilisés dans des programmes en C. Elle fournit aussi des fonctions pour effectuer les calculs de base avec ces types en C, c'est à dire, sans l'aide du serveur PostgreSQL™. Voyez l'exemple suivant:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    date date1;
    timestamp ts1, tsout;
    interval iv1;
    char *out;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

PGTYPESdate_today(&date1);
EXEC SQL SELECT started, duration INTO :ts1, :iv1 FROM datetbl WHERE d=:date1;
PGTYPEStimestamp_add_interval(&ts1, &iv1, &tsout);
out = PGTYPEStimestamp_to_asc(&tsout);
printf("Started + duration: %s\n", out);
free(out);
```

34.6.1. Le TYpe numeric

Le type numeric permet de faire des calculs de précision arbitraire. Voyez Section 8.1, « Types numériques » pour le type équivalent dans le serveur PostgreSQL™. En raison de cette précision arbitraire cette variable doit pouvoir s'étendre et se réduire dynamiquement. C'est pour cela que vous ne pouvez créer des variables numeric que sur le tas, en utilisant les fonctions PGTYPEsnumeric_new et PGTYPEsnumeric_free. Le type décimal, qui est similaire mais de précision limitée, peut être créé sur la pile ou sur le tas.

Les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour travailler avec le type numeric:

PGTYPEsnumeric_new

Demander un pointeur vers une variable numérique nouvellement allouée.

```
numeric *PGTYPEsnumeric_new(void);
```

PGTYPEsnumeric_free

Désallouer un type numérique, libérer toute sa mémoire.

```
void PGTYPEsnumeric_free(numeric *var);
```

PGTYPEsnumeric_from_asc

Convertir un type numérique à partir de sa notation chaîne.

```
numeric *PGTYPEsnumeric_from_asc(char *str, char **endptr);
```

Les formats valides sont par exemple: -2, .794, +3.44, 592.49E07 or -32.84e-4. Si la valeur peut être convertie correctement, un pointeur valide est retourné, sinon un pointeur NULL. À l'heure actuelle ECPG traite toujours la chaîne en entier, il n'est donc pas possible pour le moment de stocker l'adresse du premier caractère invalide dans `*endptr`. Vous pouvez sans risque positionner `endptr` à NULL.

PGTYPEsnumeric_to_asc

Retourne un pointeur vers la chaîne allouée par `malloc` qui contient la représentation chaîne du type numérique num.

```
char *PGTYPEsnumeric_to_asc(numeric *num, int dscale);
```

La valeur numérique sera affichée avec `dscale` chiffres décimaux, et sera arrondie si nécessaire.

PGTYPEsnumeric_add

Ajoute deux variables numériques à une troisième.

```
int PGTYPEsnumeric_add(numeric *var1, numeric *var2, numeric *result);
```

La fonction additionne les variables `var1` et `var2` dans la variable résultat `result`. La fonction retourne 0 en cas de succès et -1 en cas d'erreur.

PGTYPEsnumeric_sub

Soustrait deux variables numériques et retourne le résultat dans une troisième.

```
int PGTYPEsnumeric_sub(numeric *var1, numeric *var2, numeric *result);
```

La fonction soustrait la variable `var2` de la variable `var1`. Le résultat de l'opération est stocké dans la variable `result`. La fonction retourne 0 en cas de succès et -1 en cas d'erreur.

PGTYPEsnumeric_mul

Multiplie deux valeurs numeric et retourne le résultat dans une troisième.

```
int PGTYPEsnumeric_mul(numeric *var1, numeric *var2, numeric *result);
```

La fonction multiplie la variable `var2` de la variable `var1`. Le résultat de l'opération est stocké dans la variable `result`. La fonction retourne 0 en cas de succès et -1 en cas d'erreur.

PGTYPESnumeric_div

Divise deux valeurs numeric et retourne le résultat dans une troisième.

```
int PGTYPEStypesnumeric_div(numeric *var1, numeric *var2, numeric *result);
```

La fonction divise la variable `var2` de la variable `var1`. Le résultat de l'opération est stocké dans la variable `result`. La fonction retourne 0 en cas de succès et -1 en cas d'erreur.

PGTYPESnumeric_cmp

Compare deux variables numeric.

```
int PGTYPEStypesnumeric_cmp(numeric *var1, numeric *var2)
```

Cette fonction compare deux variables numeric. En cas d'erreur, `INT_MAX` est retourné. En cas de réussite, la fonction retourne un des trois résultats suivants:

- 1, si `var1` est plus grand que `var2`
- -1, si `var1` est plus petit que `var2`
- 0, si `var1` et `var2` sont égaux

PGTYPEStypesnumeric_from_int

Convertit une variable int en variable numeric.

```
int PGTYPEStypesnumeric_from_int(signed int int_val, numeric *var);
```

Cette fonction accepte une variable de type signed int et la stocke dans la variable numeric `var`. La fonction retourne 0 en cas de réussite, et -1 en cas d'échec.

PGTYPEStypesnumeric_from_long

Convertit une variable long int en variable numeric.

```
int PGTYPEStypesnumeric_from_long(signed long int long_val, numeric *var);
```

Cette fonction accepte une variable de type signed long int et la stocke dans la variable numeric `var`. La fonction retourne 0 en cas de réussite, et -1 en cas d'échec.

PGTYPEStypesnumeric_copy

Copie une variable numeric dans une autre.

```
int PGTYPEStypesnumeric_copy(numeric *src, numeric *dst);
```

Cette fonction copie la valeur de la variable vers laquelle `src` pointe dans la variable vers laquelle `dst` pointe. Elle retourne 0 en cas de réussite et -1 en cas d'échec.

PGTYPEStypesnumeric_from_double

Convertit une variable de type double en variable numeric.

```
int PGTYPEStypesnumeric_from_double(double d, numeric *dst);
```

Cette fonction accepte une variable de type double et la stocke dans la variable numeric `dst`. La fonction retourne 0 en cas de réussite, et -1 en cas d'échec.

PGTYPEStypesnumeric_to_double

Convertit une variable de type numeric en double.

```
int PGTYPEStypesnumeric_to_double(numeric *nv, double *dp)
```

Cette fonction convertit la valeur numeric de la variable vers laquelle `nv` pointe vers la variable double vers laquelle `dp`

pointe. Elle retourne 0 en cas de réussite et -1 en cas d'échec, les cas de dépassement de capacité inclus. En cas de dépassement, la variable globale `errno` sera positionnée à `PGTYPES_NUM_OVERFLOW` en plus.

`PGTYPESnumeric_to_int`

Convertit une variable de type numeric en int.

```
int PGTYPEStypesnumeric_to_int(numeric *nv, int *ip);
```

Cette fonction convertit la valeur numeric de la variable vers laquelle `nv` pointe vers la variable int vers laquelle `ip` pointe. Elle retourne 0 en cas de réussite et -1 en cas d'échec, les cas de dépassement de capacité inclus. En cas de dépassement, la variable globale `errno` sera positionnée à `PGTYPES_NUM_OVERFLOW` en plus.

`PGTYPESnumeric_to_long`

Convertit une variable de type numeric en long.

```
int PGTYPEStypesnumeric_to_long(numeric *nv, long *lp);
```

Cette fonction convertit la valeur numeric de la variable vers laquelle `nv` pointe vers la variable long vers laquelle `lp` pointe. Elle retourne 0 en cas de réussite et -1 en cas d'échec, les cas de dépassement de capacité inclus. En cas de dépassement, la variable globale `errno` sera positionnée à `PGTYPES_NUM_OVERFLOW` en plus. additionally.

`PGTYPESnumeric_to_decimal`

Convertit une variable de type numeric en decimal.

```
int PGTYPEStypesnumeric_to_decimal(numeric *src, decimal *dst);
```

Cette fonction convertit la valeur numeric de la variable vers laquelle `src` pointe vers la variable decimal vers laquelle `dst` pointe. Elle retourne 0 en cas de réussite et -1 en cas d'échec, les cas de dépassement de capacité inclus. En cas de dépassement, la variable globale `errno` sera positionnée à `PGTYPES_NUM_OVERFLOW` en plus.

`PGTYPESnumeric_from_decimal`

Convertit une variable de type decimal en numeric.

```
int PGTYPEStypesnumeric_from_decimal(decimal *src, numeric *dst);
```

Cette fonction convertit la valeur decimal de la variable vers laquelle `src` pointe vers la variable numeric vers laquelle `dst` pointe. Elle retourne 0 en cas de réussite et -1 en cas d'échec. Comme le type decimal est implémentée comme une version limitée du type numeric, un dépassement ne peut pas se produire lors de cette conversion.

34.6.2. Le Type date

Le type date en C permet à votre programme de traiter les données type type SQL date. Voyez Section 8.5, « Types date/heure » pour le type équivalent du serveur PostgreSQL™.

Les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour travailler avec le type date:

`PGTYPESdate_from_timestamp`

Extraire la partie date d'un timestamp.

```
date PGTYPEStypesdate_from_timestamp(timestamp dt);
```

Cette fonction reçoit un timestamp comme seul argument et retourne la partie date extraite de ce timestamp.

`PGTYPESdate_from_asc`

Convertit une date à partir de sa représentation textuelle.

```
date PGTYPEStypesdate_from_asc(char *str, char **endptr);
```

Cette fonction reçoit une chaîne `char*` C `str` et un pointeur vers une chaîne `char*` C `endptr`. À l'heure actuelle ECPG traite toujours intégralement la chaîne, et ne supporte donc pas encore l'adresse du premier caractère invalide dans `*endptr`. Vous

pouvez positionner `endptr` à NULL sans risque.

Notez que la fonction attend toujours une date au format MDY et qu'il n'y a aucune variable à l'heure actuelle pour changer cela dans ECPG.

Tableau 34.2, « Formats d'Entrée Valides pour `PGTYPESdate_from_asc` » shows the allowed input formats.

Tableau 34.2. Formats d'Entrée Valides pour `PGTYPESdate_from_asc`

Entrée	Sortie
January 8, 1999	January 8, 1999
1999-01-08	January 8, 1999
1/8/1999	January 8, 1999
1/18/1999	January 18, 1999
01/02/03	February 1, 2003
1999-Jan-08	January 8, 1999
Jan-08-1999	January 8, 1999
08-Jan-1999	January 8, 1999
99-Jan-08	January 8, 1999
08-Jan-99	January 8, 1999
08-Jan-06	January 8, 2006
Jan-08-99	January 8, 1999
19990108	ISO 8601; January 8, 1999
990108	ISO 8601; January 8, 1999
1999.008	year and day of year
J2451187	Julian day
January 8, 99 BC	year 99 before the Common Era

`PGTYPESdate_to_asc`

Retourne la représentation textuelle d'une variable date.

```
char *PGTYPESdate_to_asc(date dDate);
```

La fonction reçoit la date `dDate` comme unique paramètre. Elle retournera la date dans la forme 1999-01-18, c'est-à-dire le format YYYY-MM-DD.

`PGTYPESdate_julmdy`

Extrait les valeurs pour le jour, le mois et l'année d'une variable de type date.

```
void PGTYPESdate_julmdy(date d, int *mdy);
```

La fonction reçoit la date `d` et un pointeur vers un tableau de 3 valeurs entières `mdy`. Le nom de variable indique l'ordre séquentiel: `mdy[0]` contiendra le numéro du mois, `mdy[1]` contiendra le numéro du jour et `mdy[2]` contiendra l'année.

`PGTYPESdate_mdyjul`

Crée une valeur date à partir d'un tableau de 3 entiers qui spécifient le jour, le mois et l'année de la date.

```
void PGTYPESdate_mdyjul(int *mdy, date *jdate);
```

Cette fonction reçoit le tableau des 3 entiers (`mdy`) comme premier argument, et son second argument est un pointeur vers la variable de type date devant contenir le résultat de l'opération.

`PGTYPESdate_dayofweek`

Retourne un nombre représentant le jour de la semaine pour une valeur date.

```
int PGTYPEsdate_dayofweek(date d);
```

La fonction reçoit la variable date d comme seul argument et retourne un entier qui indique le jour de la semaine pour cette date. this date.

- 0 - Dimanche
- 1 - Lundi
- 2 - Mardi
- 3 - Mercredi
- 4 - Jeudi
- 5 - Vendredi
- 6 - Samedi

PGTYPEsdate_today

Récupérer la date courante.

```
void PGTYPEsdate_today(date *d);
```

Cette fonction reçoit un pointeur vers une variable date (d) qu'il positionne à la date courante.

PGTYPEsdate_fmt_asc

Convertisseur une variable de type date vers sa représentation textuelle en utilisant un masque de formatage.

```
int PGTYPEsdate_fmt_asc(date dDate, char *fmtstring, char *outbuf);
```

La fonction reçoit la date à convertir (dDate), le masque de formatage (fmtstring) et la chaîne qui contiendra la représentation textuelle de la date (outbuf).

En cas de succès, 0 est retourné, et une valeur négative si une erreur s'est produite.

Les littéraux suivants sont les spécificateurs de champs que vous pouvez utiliser:

- dd - Le numéro du jour du mois.
- mm - Le numéro du mois de l'année.
- yy - Le numéro de l'année comme nombre à deux chiffres.
- yyyy - Le numéro de l'année comme nombre à quatre chiffres.
- ddd - Le nom du jour (abrégué).
- mmm - Le nom du mois (abrégué).

Tout autre caractère est recopié tel quel dans la chaîne de sortie.

Tableau 34.3, « Formats d'Entrée Valides pour PGTYPEsdate_fmt_asc » indique quelques formats possibles. Cela vous donnera une idée de comment utiliser cette fonction. Toutes les lignes de sortie reposent sur la même date: Le 23 novembre 1959.

Tableau 34.3. Formats d'Entrée Valides pour PGTYPEsdate_fmt_asc

Format	Résultat
mmddyy	112359
ddmmyy	231159
yyymmdd	591123
YY/mm/dd	59/11/23
YY mm dd	59 11 23
YY.mm.dd	59.11.23

Format	Résultat
.mm.yyyy.dd.	.11.1959.23.
mmm. dd, yyyy	Nov. 23, 1959
mmm dd yyyy	Nov 23 1959
yyyy dd mm	1959 23 11
ddd, mmm. dd, yyyy	Mon, Nov. 23, 1959
(ddd) mmm. dd, yyyy	(Mon) Nov. 23, 1959

PGTYPESdate_defmt_asc

Utiliser un masque de formatage pour convertir une chaîne de caractère char* en une valeur de type date.

```
int PGTYPEsdate_defmt_asc(date *d, char *fmt, char *str);
```

La fonction reçoit un pointeur vers la valeur de date qui devrait stocker le résultat de l'opération (d), le masque de formatage à utiliser pour traiter la date (fmt) et la chaîne de caractères char* C contenant la représentation textuelle de la date (str). La représentation textuelle doit correspondre au masque de formatage. Toutefois, vous n'avez pas besoin d'avoir une correspondance exacte entre la chaîne et le masque de formatage. La fonction n'analyse qu'en ordre séquentiel et cherche les littéraux yy ou yyyy qui indiquent la position de l'année, mm qui indique la position du mois et dd qui indique la position du jour.

Tableau 34.4, « Formats d'Entrée Valides pour rdefmtdate » indique quelques formats possibles. Cela vous donnera une idée de comment utiliser cette fonction

Tableau 34.4. Formats d'Entrée Valides pour rdefmtdate

Format	Chaîne	Résultat
ddmmyy	21-2-54	1954-02-21
ddmmyy	2-12-54	1954-12-02
ddmmyy	20111954	1954-11-20
ddmmyy	130464	1964-04-13
mmm.dd.yyyy	MAR-12-1967	1967-03-12
yy/mm/dd	1954, February 3rd	1954-02-03
mmm.dd.yyyy	041269	1969-04-12
yy/mm/dd	In the year 2525, in the month of July, mankind will be alive on the 28th day	2525-07-28
dd-mm-yy	I said on the 28th of July in the year 2525	2525-07-28
mmm.dd.yyyy	9/14/58	1958-09-14
yy/mm/dd	47/03/29	1947-03-29
mmm.dd.yyyy	oct 28 1975	1975-10-28
mmddyy	Nov 14th, 1985	1985-11-14

34.6.3. Le Type timestamp

Le type timestamp en C permet à vos programmes de manipuler les données du type SQL timestamp. Voyez Section 8.5, « Types date/heure » pour le type équivalent dans le serveur PostgreSQL™.

Les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour manipuler le type timestamp:

PGTYPEstimestamp_from_asc

Transformer un timestamp de sa représentation texte vers une variable timestamp.

```
timestamp PGTYPEstimestamp_from_asc(char *str, char **endptr);
```

La fonction reçoit la chaîne à analyser (`str`) et un pointeur vers un `char*` C (`endptr`). The function receives the string to parse (`str`) and a pointer to a C `char*` (`endptr`). À l'heure actuelle ECPG traite toujours intégralement la chaîne, et ne supporte donc pas encore l'adresse du premier caractère invalide dans `*endptr`. Vous pouvez positionner `endptr` à NULL sans risque.

La fonction retourne le timestamp identifié en cas de réussite. En cas d'erreur, `PGTYPESInvalidTimestamp` est retourné et `error` est positionné à `PGTYPES_TS_BAD_TIMESTAMP`. Voyez `PGTYPESInvalidTimestamp` pour des informations importantes sur cette valeur.

En général, la chaîne d'entrée peut contenir toute combinaison d'une spécification de date autorisée, un caractère espace et une spécification de temps (time) autorisée. Notez que les timezones ne sont pas supportées par ECPG. Il peut les analyser mais n'applique aucune calcul comme le ferait le serveur PostgreSQL™ par exemple. Les spécificateurs de timezone sont ignorées en silence.

Tableau 34.5, « Formats d'Entrée Valide pour `PGTYPEStimestamp_from_asc` » contient quelques exemples pour les chaînes d'entrée.

Tableau 34.5. Formats d'Entrée Valide pour `PGTYPEStimestamp_from_asc`

Entrée	Résultat
1999-01-08 04:05:06	1999-01-08 04:05:06
January 8 04:05:06 1999 PST	1999-01-08 04:05:06
1999-Jan-08 04:05:06.789-8	1999-01-08 04:05:06.789 (time zone specifier ignored)
J2451187 04:05-08:00	1999-01-08 04:05:00 (time zone specifier ignored)

`PGTYPEStimestamp_to_asc`

Convertit une date vers une chaîne `char*` C.

```
char *PGTYPEStimestamp_to_asc(timestamp tstamp);
```

Cette fonction reçoit le timestamp `tstamp` comme seul argument et retourne une chaîne allouée qui contient la représentation textuelle du timestamp.

`PGTYPEStimestamp_current`

Récupère le timestamp courant.

```
void PGTYPEStimestamp_current(timestamp *ts);
```

Cette fonction récupère le timestamp courant et le sauve dans la variable `timestamp` vers laquelle `ts` pointe.

`PGTYPEStimestamp_fmt_asc`

Convertit une variable timestamp vers un `char*` C en utilisant un masque de formatage.

```
int PGTYPEStimestamp_fmt_asc(timestamp *ts, char *output, int str_len, char *fmtstr);
```

Cette fonction reçoit un pointeur vers le timestamp à convertir comme premier argument (`ts`), un pointeur vers le tampon de sortie (`output`), la longueur maximale qui a été allouée pour le tampon de sortie (`str_len`) et le masque de formatage à utiliser pour la conversion (`fmtstr`).

En cas de réussite, la fonction retourne 0, et une valeur négative en cas d'erreur.

Vous pouvez utiliser les spécificateurs de format suivant pour le masque de formatage. Les spécificateurs sont les mêmes que ceux utilisés dans la fonction `strftime` de la `libc`™. Tout spécificateur ne correspondant pas à du formatage sera copié dans le tampon de sortie.

- %A - est remplacé par la représentation nationale du nom complet du jour de la semaine.

- %a - est remplacé par la représentation nationale du nom abrégé du jour de la semaine.
- %B - est remplacé par la représentation nationale du nom complet du mois.
- %b - est remplacé par la représentation nationale du nom abrégé du mois.
- %C - est remplacé par (année / 100) sous forme de nombre décimal; les chiffres seuls sont précédés par un zéro.
- %c - est remplacé par la représentation nationale de time et date.
- %D - est équivalent à %m/%d/%y.
- %d - est remplacé par le jour du mois sous forme de nombre décimal (01-31).
- %E* %O* - Extensions locales POSIX Les séquences: %Ec %Ec %Ex %Ex %Ey %Ey %Od %Oe %Oh %OI %Om %Om %Os %Ou %OU %OV %Ow %OW %Oy sont supposées fournir des représentations alternatives.
De plus, %OB est implémenté pour représenter des noms de mois alternatifs (utilisé seul, sans jour mentionné).
- %e - est remplacé par le jour du mois comme nombre décimal (1-31); les chiffres seuls sont précédés par un blanc.
- %F - est équivalent à %Y-%m-%d.
- %G - est remplacé par une année comme nombre décimal avec le siècle. L'année courante est celle qui contient la plus grande partie de la semaine (Lundi est le premier jour de la semaine).
- %g - est remplacé par la même année que dans %G, mais comme un nombre décimal sans le siècle. (00-99).
- %H - est remplacé par l'heure (horloge sur 24 heures) comme nombre décimal (00-23).
- %h - comme %b.
- %I - est remplacé par l'heure (horloge sur 12 heures) comme nombre décimal(01-12).
- %j - est remplacé par le jour de l'année comme nombre décimal (001-366).
- %k - est remplacé par l'heure (horloge sur 24 heures) comme nombre décimal (0-23); les chiffres seuls sont précédés par un blanc.
- %l - est remplacé par l'heure (horloge sur 12 heures) comme nombre décimal (1-12); les chiffres seuls sont précédés par un blanc.
- %M - est remplacé par la minute comme nombre décimal (00-59).
- %m - est remplacé par le mois comme nombre décimal (01-12).
- %n - est remplacé par un caractère nouvelle ligne.
- %O* - comme %E*.
- %p - est remplacé par la représentation nationale de « ante meridiem » ou « post meridiem » suivant la valeur appropriée.
- %R - est équivalent à %H:%M.
- %r - est équivalent à %I:%M:%S %p.
- %S - est remplacé par la seconde comme nombre décimal (00-60).
- %s - est remplacé par le nombre de secondes depuis l'Epoch, en UTC.
- %T - est équivalent à %H:%M:%S
- %t - est remplacé par une tabulation.
- %U - est remplacé par le numéro de la semaine dans l'année (Dimanche est le premier jour de la semaine) comme nombre décimal(00-53).
- %u - est remplacé par le jour de la semaine (Lundi comme premier jour de la semaine) comme nombre décimal (1-7).
- %V - est remplacé par le numéro de la semaine dans l'année (Lundi est le premier jour de la semaine) comme nombre décimal (01-53). Si l'année contenant le 1er Janvier a 4 jours ou plus dans la nouvelle année, alors c'est la semaine numéro 1; sinon, c'est la dernière semaine de l'année précédente, et la semaine suivante est la semaine 1.
- %v - est équivalent à %e-%b-%Y.
- %W - est remplacé par le numéro de la semaine dans l'année (Lundi est le premier jour de la semaine) comme nombre décimal (00-53).

- %w - est remplacé par le jour de la semaine (Dimanche comme premier jour de la semaine) comme nombre décimal (0-6).
- %X - est remplacé par la représentation nationale du temps.
- %x - est remplacé par la représentation nationale de la date.
- %Y - est remplacé par l'année avec le siècle comme un nombre décimal.
- %y - est remplacé par l'année sans le siècle comme un nombre décimal (00-99).
- %Z - est remplacé par le nom de la zone de temps.
- %z - est remplacé par le décalage de la zone de temps par rapport à UTC; un signe plus initial signifie à l'est d'UTC, un signe moins à l'ouest d'UTC, les heures et les minutes suivent avec deux chiffres chacun et aucun délimiteur entre eux (forme commune pour les entêtes de date spécifiés par la RFC 822).
- %+ - est remplacé par la représentation nationale de la date et du temps.
- %-* - extension de la libc GNU. Ne pas faire de padding (bourrage) sur les sorties numériques.
- \$_* - extension de la libc GNU. Spécifie explicitement l'espace pour le padding.
- %0* - extension de la libc GNU. Spécifie explicitement le zéro pour le padding.
- %% - est remplacé par %.

PGTYPEStimestamp_sub

Soustraire un timestamp d'un autre et sauver le résultat dans une variable de type interval.

```
int PGTYPEStimestamp_sub(timestamp *ts1, timestamp *ts2, interval *iv);
```

Cette fonction soustrait la variable timestamp vers laquelle pointe ts2 de la variable de timestamp vers laquelle ts1 pointe, et stockera le résultat dans la variable interval vers laquelle iv pointe.

En cas de succès, la fonction retourne 0, et une valeur négative si une erreur s'est produite.

PGTYPEStimestamp_defmt_asc

Convertit une valeur timestamp de sa représentation textuelle en utilisant un masque de formatage.

```
int PGTYPEStimestamp_defmt_asc(char *str, char *fmt, timestamp *d);
```

Cette fonction reçoit la représentation textuelle d'un timestamp dans la variable str ainsi que le masque de formatage à utiliser dans la variable fmt. Le résultat sera stocké dans la variable vers laquelle d pointe.

Si le masque de formatage fmt est NULL, la fonction se rabattra vers le masque de formatage par défaut qui est %Y-%m-%d %H:%M:%S.

C'est la fonction inverse de PGTYPEStimestamp_fmt_asc. Voyez la documentation à cet endroit pour découvrir toutes les entrées possibles de masque de formatage.

PGTYPEStimestamp_add_interval

Ajouter une variable interval à une variable timestamp.

```
int PGTYPEStimestamp_add_interval(timestamp *tin, interval *span, timestamp *tout);
```

Cette fonction reçoit un pointeur vers une variable timestamp tin et un pointeur vers une variable interval span. Elle ajoute l'intervalle au timestamp et sauve le timestamp résultat dans la variable vers laquelle tout pointe.

En cas de succès, la fonction retourne 0, et une valeur négative si une erreur s'est produite.

PGTYPEStimestamp_sub_interval

Soustrait une variable interval d'une variable timestamp.

```
int PGTYPEStimestamp_sub_interval(timestamp *tin, interval *span, timestamp *tout);
```

Cette fonction soustrait la variable interval vers laquelle span pointe de la variable timestamp vers laquelle tin pointe et sauve le résultat dans la variable vers laquelle tout pointe.

En cas de succès, la fonction retourne 0, et une valeur négative si une erreur s'est produite.

34.6.4. Le Type interval

Le type interval en C permet à vos programmes de manipuler des données du type SQL interval. Voyez Section 8.5, « Types date/heure » pour le type équivalent dans le serveur PostgreSQL™.

Les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour travailler avec le type interval:

`PGTYPESinterval_new`

Retourne un pointeur vers une variable interval nouvellement allouée.

```
interval *PGTYPESinterval_new(void);
```

`PGTYPESinterval_free`

Libère la mémoire d'une variable interval précédemment allouée.

```
void PGYPESinterval_free(interval *intvl);
```

`PGTYPESinterval_from_asc`

Convertit un interval à partir de sa représentation textuelle.

```
interval *PGTYPESinterval_from_asc(char *str, char **endptr);
```

Cette fonction traite la chaîne d'entrée `str` et retourne un pointeur vers une variable interval allouée. À l'heure actuelle ECPG traite toujours intégralement la chaîne, et ne supporte donc pas encore l'adresse du premier caractère invalide dans `*endptr`. Vous pouvez positionner `endptr` à NULL sans risque.

`PGTYPESinterval_to_asc`

Convertit une variable de type interval vers sa représentation textuelle.

```
char *PGTYPESinterval_to_asc(interval *span);
```

Cette fonction convertit la variable interval vers laquelle `span` pointe vers un `char*` C. La sortie ressemble à cet exemple: `@ 1 day 12 hours 59 mins 10 secs`.

`PGTYPESinterval_copy`

Copie une variable de type interval.

```
int PGYPESinterval_copy(interval *intvlsrc, interval *intvldest);
```

Cette fonction copie la variable interval vers laquelle `intvlsrc` pointe vers la variable vers laquelle `intvldest` pointe. Notez que vous devrez allouer la mémoire pour la variable destination auparavant.

34.6.5. Le Type decimal

Le type decimal est similaire au type numeric. Toutefois il est limité à une précision maximale de 30 chiffres significatifs. À l'opposé du type numeric que ne peut être créé que sur le tas, le type decimal peut être créé soit sur la pile soit sur le tas (au moyen des fonctions `PGTYPESdecimal_new` et `PGTYPESdecimal_free`). Il y a beaucoup d'autres fonctions qui manipulent le type decimal dans le mode de compatibilité Informix™ décrit dans Section 34.15, « Mode de Compatibilité Informix™ ».

Les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour travailler avec le type decimal et ne sont pas seulement contenues dans la librairie `libcompat`.

`PGTYPESdecimal_new`

Demande un pointeur vers une variable decimal nouvellement allouée.

```
decimal *PGTYPESdecimal_new(void);
```

PGTYPESdecimal_free

Libère un type decimal, libère toute sa mémoire.

```
void PGTYPEStimestamp_free(decimal *var);
```

34.6.6. errno Valeurs de pgtypeslib

PGTYPES_NUM_BAD_NUMERIC

Un argument devrait contenir une variable numeric (ou pointer vers une variable numeric) mais en fait sa représentation en mémoire était invalide.

PGTYPES_NUM_OVERFLOW

Un dépassement de capacité s'est produit. Comme le type numeric peut travailler avec une précision quasi-arbitraire, convertir une variable numeric vers d'autres types peut causer un dépassement.

PGTYPES_NUM_UNDERFLOW

Un sous-passement de capacité s'est produit. Comme le type numeric peut travailler avec une précision quasi-arbitraire, convertir une variable numeric vers d'autres types peut causer un sous-passement.

PGTYPES_NUM_DIVIDE_ZERO

Il y a eu une tentative de division par zéro.

PGTYPES_DATE_BAD_DATE

Une chaîne de date invalide a été passée à la fonction PGTYPEStimestamp_from_asc.

PGTYPES_DATE_ERR_EARGS

Des arguments invalides ont été passés à la fonction PGTYPEStimestamp_defmt_asc.

PGTYPES_DATE_ERR_ENOSHORTDATE

Un indicateur invalide a été trouvé dans la chaîne d'entrée par la fonction PGTYPEStimestamp_defmt_asc.

PGTYPES_INTERVAL_BAD_INTERVAL

Une chaîne invalide d'interval a été passée à la fonction PGTYPEStimestamp_from_asc, ou une valeur invalide d'interval a été passée à la fonction PGTYPEStimestamp_to_asc.

PGTYPES_DATE_ERR_ENOTDMY

Il n'a pas été possible de trouver la correspondance dans l'assignement jour/mois/année de la fonction PGTYPEStimestamp_defmt_asc.

PGTYPES_DATE_BAD_DAY

Un jour de mois invalide a été trouvé par la fonction PGTYPEStimestamp_defmt_asc.

PGTYPES_DATE_BAD_MONTH

Une valeur de mois invalide a été trouvée par la fonction PGTYPEStimestamp_defmt_asc.

PGTYPES_TS_BAD_TIMESTAMP

Une chaîne de timestamp invalide a été passée à la fonction PGTYPEStimestamp_from_asc, ou une valeur invalide de timestamp a été passée à la fonction PGTYPEStimestamp_to_asc.

PGTYPES_TS_ERR_EINFTIME

Une valeur infinie de timestamp a été rencontrée dans un contexte qui ne peut pas la manipuler.

34.6.7. Constantes Spéciales de pgtypeslib

PGTYPESInvalidTimestamp

Une valeur de timestamp représentant un timestamp invalide. C'est retourné par la fonction PGTYPEStimestamp_from_asc en cas d'erreur de conversion. Notez qu'en raison de la représentation interne du type de données timestamp, PGTYPESInvalidTimestamp est aussi un timestamp valide en même temps. Il est positionné à 1899-12-31 23:59:59. Afin de détecter les erreurs, assurez-vous que votre application teste non seulement PGTYPESInvalidTimestamp mais aussi error != 0 après chaque appel à PGTYPEStimestamp_from_asc.

34.7. Utiliser les Zones de Descripteur

Une zone de descripteur SQL (SQL Descriptor Area ou SQLDA) est une méthode plus sophistiquée pour traiter le résultat d'un ordre **SELECT**, **FETCH** ou **DESCRIBE**. Une zone de descripteur SQL regroupe les données d'un enregistrement avec ses métadonnées dans une seule structure. Ces métadonnées sont particulièrement utiles quand on exécute des ordres SQL dynamiques, où la nature des colonnes résultat ne sont pas forcément connues à l'avance. PostgreSQL fournit deux façons d'utiliser des Zones de Descripteur: les Zones de Descripteur SQL nommée et les structures C SQLDA.

34.7.1. Zones de Descripteur SQL nommées

Une zone descripteur SQL nommé est composée d'un entête, qui contient des données concernant l'ensemble du descripteur, et une ou plusieurs zones de descriptions d'objets, qui en fait décrivent chaque colonne de l'enregistrement résultat.

Avant que vous puissiez utiliser une zone de descripteur SQL, vous devez en allouer une:

```
EXEC SQL ALLOCATE DESCRIPTOR identifiant;
```

L'identifiant sert de « nom de variable » de la zone de descripteur. *La portée de descripteur est QUOI?*. Quand vous n'avez plus besoin du descripteur, vous devriez le désallouer:

```
EXEC SQL DEALLOCATE DESCRIPTOR identifiant;
```

Pour utiliser une zone de descripteur, spécifiez le comme cible de stockage dans une clause **INTO**, à la place d'une liste de variables hôtes:

```
EXEC SQL FETCH NEXT FROM mycursor INTO SQL DESCRIPTOR mydesc;
```

Si le jeu de données retourné est vide, la zone de descripteur contiendra tout de même les métadonnées de la requête, c'est à dire les noms des champs.

Pour les requêtes préparées mais pas encore exécutées, l'ordre **DESCRIBE** peut être utilisé pour récupérer les métadonnées du résultat:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
char *sql_stmt = "SELECT * FROM table1";
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

EXEC SQL PREPARE stmt1 FROM :sql_stmt;
EXEC SQL DESCRIBE stmt1 INTO SQL DESCRIPTOR mydesc;
```

Avant PostgreSQL 9.0, le mot clé **SQL** était optionnel, par conséquent utiliser **DESCRIPTOR** et **SQL DESCRIPTOR** produisaient les mêmes zones de descripteur SQL. C'est maintenant obligatoire, et oublier le mot clé **SQL** produit des zones de descripteurs SQLDA, voyez Section 34.7.2, « Zones de Descripteurs SQLDA ».

Dans les ordres **DESCRIBE** et **FETCH**, les mots-clés **INTO** et **USING** peuvent être utilisés de façon similaire: ils produisent le jeu de données et les métadonnées de la zone de descripteur.

Maintenant, comment récupérer les données de la zone de descripteur? Vous pouvez voir la zone de descripteur comme une structure avec des champs nommés. Pour récupérer la valeur d'un champ à partir de l'entête et le stocker dans une variable hôte, utilisez la commande suivante:

```
EXEC SQL GET DESCRIPTOR name :hostvar = field;
```

À l'heure actuelle, il n'y a qu'un seul champ d'entête défini: **COUNT**, qui dit combien il y a de zones de descripteurs d'objets (c'est à dire, combien de colonnes il y a dans le résultat). La variable hôte doit être de type **integer**. Pour récupérer un champ de la zone de description d'objet, utilisez la commande suivante:

```
EXEC SQL GET DESCRIPTOR name VALUE num :hostvar = field;
```

num peut être un integer literal, ou une variable hôte contenant un integer. Les champs possibles sont:

CARDINALITY (integer)
 nombres d'enregistrements dans le résultat

DATA
 objet de donnée proprement dit (par conséquent, le type de données de ce champ dépend de la requête)

DATETIME_INTERVAL_CODE (integer)
 Quand TYPE est 9, DATETIME_INTERVAL_CODE aura une valeur de 1 pour DATE, 2 pour TIME, 3 pour TIMESTAMP, 4 pour TIME WITH TIME ZONE, or 5 pour TIMESTAMP WITH TIME ZONE.

DATETIME_INTERVAL_PRECISION (integer)
 non implémenté

INDICATOR (integer)
 l'indicateur (indique une valeur null ou une troncature de valeur)

KEY_MEMBER (integer)
 non implémenté

LENGTH (integer)
 longueur de la donnée en caractères

NAME (string)
 nom de la colonne

NULLABLE (integer)
 non implémenté

OCTET_LENGTH (integer)
 longueur de la représentation caractère de la donnée en octets

PRECISION (integer)
 précision (pour les types numeric)

RETURNED_LENGTH (integer)
 longueur de la donnée en caractères

RETURNED_OCTET_LENGTH (integer)
 longueur de la représentation caractère de la donnée en octets

SCALE (integer)
 échelle (pour le type numeric)

TYPE (integer)
 code numérique du type de données de la colonne

Dans les ordres **EXECUTE**, **DECLARE** and **OPEN**, l'effet des mots clés **INTO** and **USING** est différent. Une zone de descripteur peut aussi être construite manuellement pour fournir les paramètres d'entrée pour une requête ou un curseur et **USING SQL DESCRIPTOR** *name* est la façon de passer les paramètres d'entrée à une requête paramétrisée. L'ordre pour construire une zone de descripteur SQL est ci-dessous:

```
EXEC SQL SET DESCRIPTOR name VALUE num field = :hostvar;
```

PostgreSQL supporte la récupération de plus d'un enregistrement dans un ordre **FETCH** et les variables hôtes dans ce cas doivent être des tableaux. Par exemple:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;  
int id[5];  
EXEC SQL END DECLARE SECTION;  
  
EXEC SQL FETCH 5 FROM mycursor INTO SQL DESCRIPTOR mydesc;  
  
EXEC SQL GET DESCRIPTOR mydesc VALUE 1 :id = DATA;
```

34.7.2. Zones de Descripteurs SQLDA

Une zone de descripteur SQLDA est une structure C qui peut aussi être utilisé pour récupérer les résultats et les métadonnées d'une requête. Une structure stocke un enregistrement du jeu de résultat.

```
EXEC SQL include sqlda.h;
sqlda_t          *mysqllda;

EXEC SQL FETCH 3 FROM mycursor INTO DESCRIPTOR mysqllda;
```

Netez que le mot clé SQL est omis. Les paragraphes qui parlent des cas d'utilisation de INTO and USING dans Section 34.7.1, « Zones de Descripteur SQL nommées » s'appliquent aussi ici, avec un point supplémentaire. Dans un ordre DESCRIBE le mot clé DESCRIPTOR peut être complètement omis si le mot clé INTO est utilisé:

```
EXEC SQL DESCRIBE prepared_statement INTO mysqllda;
```

Le déroulement général d'un programme qui utilise des SQLDA est:

1. Préparer une requête, et déclarer un curseur pour l'utiliser.
2. Déclarer une SQLDA pour les lignes de résultat.
3. Déclarer une SQLDA pour les paramètres d'entrées, et les initialiser (allocation mémoire, positionnement des paramètres).
4. Ouvrir un curseur avec la SQLDA d'entrée.
5. Récupérer les enregistrements du curseur, et les stocker dans une SQLDA de sortie.
6. Lire les valeurs de la SQLDA de sortie vers les variables hôtes (avec conversion si nécessaire).
7. Fermer le curseur.
8. Libérer la zone mémoire allouée pour la SQLDA d'entrée.

34.7.2.1. Structure de Données SQLDA

Les SQLDA utilisent 3 types de structures de données: sqlda_t, sqlvar_t, et struct sqlname.



Astuce

La structure de la SQLDA de PostgreSQL est similaire à celle de DB2 Universal Database d'IBM, des informations techniques sur la SQLDA de DB2 peuvent donc aider à mieux comprendre celle de PostgreSQL.

34.7.2.1.1. Structure sqlda_t

Le type de structure sqlda_t est le type de la SQLDA proprement dit. Il contient un enregistrement. Et deux ou plus sqlda_t peuvent être connectées par une liste chaînée par le pointeur du champ *desc_next*, représentant par conséquent une collection ordonnée d'enregistrements. Par conséquent, quand deux enregistrements ou plus sont récupérés, l'application peut les lire en suivant le pointeur *desc_next* dans chaque nœud sqlda_t.

La définition de sqlda_t est:

```
struct sqlda_struct
{
    char           sqldaid[8];
    long           sqldabc;
    short          sqln;
    short          sqld;
    struct sqlda_struct *desc_next;
    struct sqlvar_struct sqlvar[1];
};

typedef struct sqlda_struct sqlda_t;
```

La signification des champs est:

sqlaid
 Elle contient la chaîne littérale "SQLDA".

sqldabc
 Il contient la taille de l'espace alloué en octets.

sqln
 Il contient le nombre de paramètres d'entrée pour une requête paramétrique, dans le cas où il est passé à un ordre **OPEN**, **DECLARE** ou **EXECUTE** utilisant le mot clé **USING**. Dans le cas où il sert de sortie à un ordre **SELECT**, **EXECUTE** ou **FETCH** statements, sa valeur est la même que celle du champ **sqld**.

sqld
 Il contient le nombre de champs du résultat.

desc_next
 Si la requête retourne plus d'un enregistrement, plusieurs structures SQLDA chaînées sont retournées, et **desc_next** contient un pointeur vers l'élément suivant (enregistrement) de la liste.

sqlvar
 C'est le tableau des colonnes du résultat.

34.7.2.1.2. Structure de sqlvar_t

Le type structure **sqlvar_t** contient la valeur d'une colonne et les métadonnées telles que son type et sa longueur. La définition du type est:

```
struct sqlvar_struct
{
    short      sqltype;
    short      sqllen;
    char       *sqldata;
    short      *sqlind;
    struct sqlname sqlname;
};

typedef struct sqlvar_struct sqlvar_t;
```

La signification des champs est:

sqltype
 Contient l'identifiant de type du champ. Pour les valeurs, voyez enum **ECPGttype** dans **ecpgtype.h**.

sqllen
 Contient la longueur binaire du champ, par exemple 4 octets pour **ECPGt_int**.

sqldata
 Pointe vers la donnée. Le format de la donnée est décrit dans Section 34.4.4, « Correspondance de Type ».

sqlind
 Pointe vers l'indicateur de nullité. 0 signifie non nul, -1 signifie nul. null.

sqlname
 Le nom du champ.

34.7.2.1.3. Structure struct sqlname

Une structure **struct sqlname** contient un nom de colonne. Il est utilisé comme membre de la structure **sqlvar_t**. La définition de la structure est:

```
#define NAMEDATALEN 64

struct sqlname
{
```

```
    short          length;
    char           data[NAMEDATALEN];
};
```

La signification des champs est:

length
Contient la longueur du nom du champ.
data
Contient le nom du champ proprement dit.

34.7.2.2. Récupérer un jeu de données au moyen d'une SQLDA

Les étapes générales pour récupérer un jeu de données au moyen d'une SQLDA sont:

1. Déclarer une structure sqlda_t pour recevoir le jeu de données.
2. Exécuter des commandes **FETCH/EXECUTE/DESCRIBE** pour traiter une requête en spécifiant la SQLDA déclarée.
3. Vérifier le nombre d'enregistrements dans le résultat en inspectant *sqln*, un membre de la structure sqlda_t.
4. Récupérer les valeurs de chaque colonne des membres *sqlvar[0]*, *sqlvar[1]*, etc., de la structure sqlda_t.
5. Aller à l'enregistrement suivant (sqlda_t structure) en suivant le pointeur *desc_next*, un membre de la structure sqlda_t.
6. Répéter l'étape ci-dessus au besoin.

Voici un exemple de récupération d'un jeu de résultats au moyen d'une SQLDA.

Tout d'abord, déclarer une structure sqlda_t pour recevoir le jeu de résultats.

```
sqlda_t *sqldal;
```

Puis, spécifier la SQLDA dans une commande. Voici un exemple avec une commande **FETCH**.

```
EXEC SQL FETCH NEXT FROM cur1 INTO DESCRIPTOR sqldal;
```

Faire une boucle suivant la liste chaînée pour récupérer les enregistrements.

```
sqlda_t *cur_sqlda;

for (cur_sqlda = sqldal;
     cur_sqlda != NULL;
     cur_sqlda = cur_sqlda->desc_next)
{
    ...
}
```

Dans la boucle, faire une autre boucle pour récupérer chaque colonne de données (sqlvar_t) de l'enregistrement.

```
for (i = 0; i < cur_sqlda->sqlid; i++)
{
    sqlvar_t v = cur_sqlda->sqlvar[i];
    char *sqldata = v.sqldata;
    short sqllen = v.sqllen;
    ...
}
```

Pour récupérer une valeur de colonne, vérifiez la valeur de `sqltype`. Puis, suivant le type de la colonne, basculez sur une façon appropriée de copier les données du champ `sqlvar` vers une variable hôte.

```
char var_buf[1024];

switch (v.sqltype)
{
    case ECPGt_char:
        memset(&var_buf, 0, sizeof(var_buf));
        memcpy(&var_buf, sqldata, (sizeof(var_buf) <= sqlen ? sizeof(var_buf) - 1 : sqlen));
        break;

    case ECPGt_int: /* integer */
        memcpy(&intval, sqldata, sqlen);
        sprintf(var_buf, sizeof(var_buf), "%d", intval);
        break;

    ...
}
```

34.7.2.3. Passer des Paramètres de Requête en Utilisant une SQLDA

La méthode générale pour utiliser une SQLDA pour passer des paramètres d'entrée à une requête préparée sont:

1. Créer une requête préparée (prepared statement)
2. Déclarer une structure `sqlda_t` comme SQLDA d'entrée.
3. Allouer une zone mémoire (comme structure `sqlda_t`) pour la SQLDA d'entrée.
4. Positionner (copier) les valeurs d'entrée dans la mémoire allouée.
5. Ouvrir un curseur en spécifiant la SQLDA d'entrée.

Voici un exemple.

D'abord, créer une requête préparée.

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
char query[1024] = "SELECT d.oid, * FROM pg_database d, pg_stat_database s WHERE d.oid
= s.datid AND (s.datname = ? OR d.oid = ?)";
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

EXEC SQL PREPARE stmt1 FROM :query;
```

Puis, allouer de la mémoire pour une SQLDA, et positionner le nombre de paramètres d'entrée dans `sqln`, une variable membre de la structure<`sqlda_t`>. Quand deux paramètres d'entrée ou plus sont requis pour la requête préparée, l'application doit allouer de la mémoire supplémentaire qui est calculée par (nombre de paramètres -1) * sizeof<`sqlvar_t`>. Les exemples affichés ici allouent de l'espace mémoire pour deux paramètres d'entrée.

```
sqlda_t *sqlda2;

sqlda2 = (sqlda_t *) malloc(sizeof(sqlda_t) + sizeof(sqlvar_t));
memset(sqlda2, 0, sizeof(sqlda_t) + sizeof(sqlvar_t));

sqlda2->sqln = 2; /* nombre de variables d'entrée */
```

Après l'allocation mémoire, stocker les valeurs des paramètres dans le tableau `sqlvar[]`. (C'est le même tableau que celui qui est utilisé quand la SQLDA reçoit un jeu de résultats.) Dans cet exemple, les paramètres d'entrée sont "postgres", de type chaîne, et 1, de type integer.

```
sqlda2->sqlvar[0].sqltype = ECPGt_char;
sqlda2->sqlvar[0].sqldata = "postgres";
sqlda2->sqlvar[0].sqllen = 8;

int intval = 1;
sqlda2->sqlvar[1].sqltype = ECPGt_int;
sqlda2->sqlvar[1].sqldata = (char *) &intval;
sqlda2->sqlvar[1].sqllen = sizeof(intval);
```

En ouvrant un curseur et en spécifiant la SQLDA qui a été positionné auparavant, les paramètres d'entrée sont passés à la requête préparée.

```
EXEC SQL OPEN curl USING DESCRIPTOR sqllda2;
```

Et pour finir, après avoir utilisé les SQLDAs d'entrée, la mémoire allouée doit être libérée explicitement, contrairement aux SQLDAs utilisé pour recevoir le résultat d'une requête.

```
free(sqllda2);
```

34.7.2.4. Une application de Démonstration Utilisant SQLDA

Voici un programme de démonstration, qui montre comment récupérer des statistiques d'accès des bases, spécifiées par les paramètres d'entrée, dans les catalogues systèmes.

Cette application joint deux tables systèmes, pg_database et pg_stat_database sur l'oid de la base, et récupère et affiche aussi les statistiques des bases qui sont spécifiées par deux paramètres d'entrées (une base postgres et un OID 1).

Tout d'abord, déclarer une SQLDA pour l'entrée et une SQLDA pour la sortie.

```
EXEC SQL include sqlda.h;

sqlda_t *sqldal; /* un descripteur de sortie */
sqlda_t *sqlda2; /* un descripteur d'entrée */
```

Puis, se connecter à la base, préparer une requête, et déclarer un curseur pour la requête préparée.

```
int
main(void)
{
    EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    char query[1024] = "SELECT d.oid,* FROM pg_database d, pg_stat_database s WHERE
d.oid=s.datid AND ( d.datname=? OR d.oid=? )";
    EXEC SQL END DECLARE SECTION;

    EXEC SQL CONNECT TO testdb AS con1 USER testuser;

    EXEC SQL PREPARE stmt1 FROM :query;
    EXEC SQL DECLARE curl CURSOR FOR stmt1;
```

Puis, mettre des valeurs dans la SQLDA d'entrée pour les paramètres d'entrée. Allouer de la mémoire pour la SQL d'entrée, et positionner le nombre de paramètres d'entrée dans sqln. Stocker le type, la valeur et la longueur de la valeur dans sqltype, sqldata et sqllen dans la structure sqlvar.

```
/* Créer une structure SQLDA pour les paramètres d'entrée. */
sqlda2 = (sqlda_t *) malloc(sizeof(sqlda_t) + sizeof(sqlvar_t));
memset(sqlda2, 0, sizeof(sqlda_t) + sizeof(sqlvar_t));
sqlda2->sqln = 2; /* number of input variables */

sqlda2->sqlvar[0].sqltype = ECPGt_char;
```

```

sqlda2->sqlvar[0].sqldata = "postgres";
sqlda2->sqlvar[0].sqllen = 8;

intval = 1;
sqlda2->sqlvar[1].sqltype = ECPGT_int;
sqlda2->sqlvar[1].sqldata = (char *)&intval;
sqlda2->sqlvar[1].sqllen = sizeof(intval);

```

Après avoir positionné la SQLDA d'entrée, ouvrir un curseur avec la SQLDA d'entrée.

```

/* Ouvrir un curseur avec les paramètres d'entrée. */
EXEC SQL OPEN cur1 USING DESCRIPTOR sqlda2;

```

Récupérer les enregistrements dans la SQLDA de sortie à partir du curseur ouvert. (En général, il faut appeler **FETCH** de façon répétée dans la boucle, pour récupérer tous les enregistrements du jeu de données.)

```

while (1)
{
    sqlda_t *cur_sqlda;

    /* Assigner le descripteur au curseur */
    EXEC SQL FETCH NEXT FROM cur1 INTO DESCRIPTOR sqldal;

```

Ensuite, récupérer les enregistrements du **FETCH** de la SQLDA, en suivant la liste chaînée de la structure `sqlda_t`.

```

for (cur_sqlda = sqldal ;
     cur_sqlda != NULL ;
     cur_sqlda = cur_sqlda->desc_next)
{
    ...

```

Lire chaque colonne dans le premier enregistrement. Le nombre de colonnes est stocké dans `sqld`, les données réelles de la première colonne sont stockées dans `sqlvar[0]`, tous deux membres de la structure `sqlda_t`.

```

/* Afficher toutes les colonnes d'un enregistrement. */
for (i = 0; i < sqldal->sqld; i++)
{
    sqlvar_t v = sqldal->sqlvar[i];
    char *sqldata = v.sqldata;
    short sqllen = v.sqllen;

    strncpy(name_buf, v.sqlname.data, v.sqlname.length);
    name_buf[v.sqlname.length] = '\0';

```

Maintenant, la donnée de la colonne est stockée dans la variable `v`. Copier toutes les données dans les variables host, en inspectant `v.sqltype` pour connaître le type de la colonne.

```

switch (v.sqltype) {
    int intval;
    double doubleval;
    unsigned long long int longlongval;

    case ECPGT_char:
        memset(&var_buf, 0, sizeof(var_buf));
        memcpy(&var_buf, sqldata, (sizeof(var_buf) <= sqllen ?
sizeof(var_buf)-1 : sqllen));
        break;

    case ECPGT_int: /* integer */

```

```

        memcpy(&intval, sqldata, sqlen);
        snprintf(var_buf, sizeof(var_buf), "%d", intval);
        break;

        ...
    default:
        ...
}
printf("%s = %s (type: %d)\n", name_buf, var_buf, v.sqltype);
}

```

Fermer le curseur après avoir traité tous les enregistrements, et se déconnecter de la base de données.

```

EXEC SQL CLOSE cur1;
EXEC SQL COMMIT;

EXEC SQL DISCONNECT ALL;

```

Le programme dans son entier est visible dans Exemple 34.1, « Programme de Démonstration SQLDA ».

Exemple 34.1. Programme de Démonstration SQLDA

```

#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

EXEC SQL include sqlda.h;

sqlda_t *sqlda1; /* descripteur pour la sortie */
sqlda_t *sqlda2; /* descripteur pour l'entrée */

EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;
EXEC SQL WHENEVER SQLERROR STOP;

int
main(void)
{
    EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    char query[1024] = "SELECT d.oid,* FROM pg_database d, pg_stat_database s WHERE
d.oid=s.datid AND ( d.datname=? OR d.oid=? )";

    int intval;
    unsigned long long int longlongval;
    EXEC SQL END DECLARE SECTION;

    EXEC SQL CONNECT TO uptimedb AS con1 USER uptime;

    EXEC SQL PREPARE stmt1 FROM :query;
    EXEC SQL DECLARE cur1 CURSOR FOR stmt1;

    /* Créer une structure SQLDB pour let paramètres d'entrée */
    sqlda2 = (sqlda_t *)malloc(sizeof(sqlda_t) + sizeof(sqlvar_t));
    memset(sqlda2, 0, sizeof(sqlda_t) + sizeof(sqlvar_t));
    sqlda2->sqln = 2; /* a number of input variables */

    sqlda2->sqlvar[0].sqltype = ECPGt_char;
    sqlda2->sqlvar[0].sqldata = "postgres";
    sqlda2->sqlvar[0].sqllen = 8;

    intval = 1;
    sqlda2->sqlvar[1].sqltype = ECPGt_int;
}

```

```

sqlda2->sqlvar[1].sqldata = (char *) &intval;
sqlda2->sqlvar[1].sqllen = sizeof(intval);

/* Ouvrir un curseur avec les paramètres d'entrée. */
EXEC SQL OPEN curl USING DESCRIPTOR sqlda2;

while (1)
{
    sqlda_t *cur_sqlda;

    /* Assigner le descripteur au curseur */
    EXEC SQL FETCH NEXT FROM curl INTO DESCRIPTOR sqldal;

    for (cur_sqlda = sqldal ;
         cur_sqlda != NULL ;
         cur_sqlda = cur_sqlda->desc_next)
    {
        int i;
        char name_buf[1024];
        char var_buf[1024];

        /* Afficher toutes les colonnes d'un enregistrement. */
        for (i=0 ; i<cur_sqlda->sqld ; i++)
        {
            sqlvar_t v = cur_sqlda->sqlvar[i];
            char *sqldata = v.sqldata;
            short sqllen = v.sqllen;

            strncpy(name_buf, v.sqlname.data, v.sqlname.length);
            name_buf[v.sqlname.length] = '\0';

            switch (v.sqltype)
            {
                case ECPGt_char:
                    memset(&var_buf, 0, sizeof(var_buf));
                    memcpy(&var_buf, sqldata, (sizeof(var_buf)<=sqllen ?
sizeof(var_buf)-1 : sqllen));
                    break;

                case ECPGt_int: /* integer */
                    memcpy(&intval, sqldata, sqllen);
                    sprintf(var_buf, sizeof(var_buf), "%d", intval);
                    break;

                case ECPGt_long_long: /* bigint */
                    memcpy(&longlongval, sqldata, sqllen);
                    sprintf(var_buf, sizeof(var_buf), "%lld", longlongval);
                    break;

                default:
                {
                    int i;
                    memset(var_buf, 0, sizeof(var_buf));
                    for (i = 0; i < sqllen; i++)
                    {
                        char tmpbuf[16];
                        sprintf(tmpbuf, sizeof(tmpbuf), "%02x ", (unsigned char)
sqldata[i]);
                        strncat(var_buf, tmpbuf, sizeof(var_buf));
                    }
                }
                break;
            }

            printf("%s = %s (type: %d)\n", name_buf, var_buf, v.sqltype);
        }
        printf("\n");
    }
}

```

```
}

EXEC SQL CLOSE curl;
EXEC SQL COMMIT;

EXEC SQL DISCONNECT ALL;

return 0;
}
```

L'exemple suivant devrait ressembler à quelque chose comme ce qui suit (des nombres seront différents).

```
oid = 1 (type: 1)
datname = template1 (type: 1)
datdba = 10 (type: 1)
encoding = 0 (type: 5)
datistemplate = t (type: 1)
datallowconn = t (type: 1)
datconnlimit = -1 (type: 5)
datlastsysoid = 11510 (type: 1)
datfrozenxid = 379 (type: 1)
dattablespace = 1663 (type: 1)
datconfig = (type: 1)
datacl = {=c/uptime,uptime=CTc/uptime} (type: 1)
datid = 1 (type: 1)
datname = template1 (type: 1)
numbackends = 0 (type: 5)
xact_commit = 113606 (type: 9)
xact_rollback = 0 (type: 9)
blkss_read = 130 (type: 9)
blkss_hit = 7341714 (type: 9)
tup_returned = 38262679 (type: 9)
tup_fetched = 1836281 (type: 9)
tup_inserted = 0 (type: 9)
tup_updated = 0 (type: 9)
tup_deleted = 0 (type: 9)

oid = 11511 (type: 1)
datname = postgres (type: 1)
datdba = 10 (type: 1)
encoding = 0 (type: 5)
datistemplate = f (type: 1)
datallowconn = t (type: 1)
datconnlimit = -1 (type: 5)
datlastsysoid = 11510 (type: 1)
datfrozenxid = 379 (type: 1)
dattablespace = 1663 (type: 1)
datconfig = (type: 1)
datacl = (type: 1)
datid = 11511 (type: 1)
datname = postgres (type: 1)
numbackends = 0 (type: 5)
xact_commit = 221069 (type: 9)
xact_rollback = 18 (type: 9)
blkss_read = 1176 (type: 9)
blkss_hit = 13943750 (type: 9)
tup_returned = 77410091 (type: 9)
tup_fetched = 3253694 (type: 9)
tup_inserted = 0 (type: 9)
tup_updated = 0 (type: 9)
tup_deleted = 0 (type: 9)
```

34.8. Gestion des Erreurs

Cette section explique comment vous pouvez traiter des conditions d'exception et des avertissements dans un programme SQL embarqué. Il y a deux fonctionnalités non-exclusives pour cela.

- Des fonctions de rappel (callbacks) peuvent être configurées pour traiter les conditions d'avertissement et d'erreur en utilisant la commande WHENEVER.
- Des informations détaillées à propos de l'erreur ou de l'avertissement peuvent être obtenues de la variable sqlca.

34.8.1. Mettre en Place des Callbacks

Une méthode simple pour intercepter des erreurs et des avertissements est de paramétriser des actions spécifiques à exécuter dès qu'une condition particulière se produit. En général:

```
EXEC SQL WHENEVER condition action;
```

condition peut être un des éléments suivants:

SQLERROR

L'action spécifiée est appelée dès qu'une erreur se produit durant l'exécution d'un ordre SQL.

SQLWARNING

L'action spécifiée est appelée dès qu'un avertissement se produit durant l'exécution d'un ordre SQL.

NOT FOUND

L'action spécifiée est appelée dès qu'un ordre SQL récupère ou affecte zéro enregistrement. (Cette condition n'est pas une erreur, mais vous pourriez être intéressé par un traitement spécial dans ce cas).

action peut être un des éléments suivants:

CONTINUE

Cela signifie en fait que la condition est ignorée. C'est le comportement par défaut.

GOTO *label*, GO TO *label*

Sauter au label spécifié (en utilisant un ordre goto C).

SQLPRINT

Affiche un message vers la sortie standard. C'est utile pour des programmes simples ou durant le prototypage. Le détail du message ne peut pas être configuré.

STOP

Appelle exit(1), ce qui mettra fin au programme.

DO BREAK

Exécuter l'ordre C break. Cela ne devrait être utilisé que dans des boucles ou des ordres switch.

CALL *name* (*args*), DO *name* (*args*)

Appelle la fonction C spécifiée avec les arguments spécifiés.

Le standard SQL ne fournit que les actions CONTINUE et GOTO (and GO TO).

Voici un exemple de ce que pourriez vouloir utiliser dans un programme simple. Il affichera un message quand un avertissement se produit et tuera le programme quand une erreur se produit:

```
EXEC SQL WHENEVER SQLWARNING SQLPRINT;
EXEC SQL WHENEVER SQLERROR STOP;
```

L'ordre EXEC SQL WHENEVER est une directive du préprocesseur SQL, pas un ordre SQL. L'action sur erreur ou avertissement qu'il met en place s'applique à tous les ordres SQL embarqués qui apparaissent après le point où le gestionnaire est mis en place, sauf si une autre action a été mise en place pour la même condition entre le premier EXEC SQL WHENEVER et l'ordre SQL entraînant la condition, quel que soit le déroulement du programme C. Par conséquent, aucun des extraits des deux programmes C suivants n'aura l'effet escompté:

```
/*
```

```
* WRONG
*/
int main(int argc, char *argv[])
{
    ...
    if (verbose) {
        EXEC SQL WHENEVER SQLWARNING SQLPRINT;
    }
    ...
    EXEC SQL SELECT ...;
    ...
}
```

```
/*
 * WRONG
 */
int main(int argc, char *argv[])
{
    ...
    set_error_handler();
    ...
    EXEC SQL SELECT ...;
    ...

static void set_error_handler(void)
{
    EXEC SQL WHENEVER SQLERROR STOP;
}
```

34.8.2. sqlca

Pour une gestion plus approfondie des erreurs, l'interface SQL embarquée fournit une variable globale appelée `sqlca` (SQL communication area, ou zone de communication SQL) qui a la structure suivante:

```
struct
{
    char sqlcaid[8];
    long sqlabc;
    long sqlcode;
    struct
    {
        int sqlerrml;
        char sqlerrmc[SQLERRMC_LEN];
    } sqlerrm;
    char sqlerrp[8];
    long sqlerrd[6];
    char sqlwarn[8];
    char sqlstate[5];
} sqlca;
```

(Dans un programme multi-threadé, chaque thread récupère automatiquement sa propre copie de `sqlca`. Ce fonctionnement est similaire à celui de la variable C globale `errno`.)

`sqlca` couvre à la fois les avertissements et les erreurs. Si plusieurs avertissements ou erreurs se produisent durant l'exécution d'un ordre, alors `sqlca` ne contiendra d'informations que sur le dernier.

Si aucune erreur ne s'est produite durant le dernier ordre SQL, `sqlca.sqlcode` vaudra 0 `sqlca.sqlstate` vaudra "00000". Si un avertissement ou erreur s'est produit, alors `sqlca.sqlcode` sera négatif `sqlca.sqlstate` sera différent de "00000". Une valeur positive de `sqlca.sqlcode` indique une condition sans gravité comme le fait que la dernière requête ait retourné zéro enregistrements. `sqlcode` et `sqlstate` sont deux différents schémas de code d'erreur; les détails sont fournis plus bas.

Si le dernier ordre SQL a réussi, alors `sqlca.sqlerrd[1]` contient l'OID de la ligne traitée, si applicable, et `sql-`

ca.sqlerrd[2] contient le nombre d'enregistrements traités ou retournés, si applicable à la commande.

En cas d'erreur ou d'avertissement, sqlca.sqlerrm.sqlerrmc contiendra une chaîne qui décrira une erreur. Le champ sqlca.sqlerrm.sqlerrml contiendra la longueur du message d'erreur qui est stocké dans sqlca.sqlerrm.sqlerrmc (le résultat de strlen(), par réellement intéressant pour un programmeur C). Notez que certains messages sont trop longs pour tenir dans le tableau de taille fixe sqlerrmc; ils seront tronqués.

En cas d'avertissement, sqlca.sqlwarn[2] est positionné à W. (Dans tous les autres cas, il est positionné à quelque chose de différent de W.) Si sqlca.sqlwarn[1] est positionné à W, alors une valeur a été tronquée quand elle a été stockée dans une variable hôte. sqlca.sqlwarn[0] est positionné à W si n'importe lequel des autres éléments est positionné pour indiquer un avertissement.

Les champs *sqlcaid*, *sqlcabc*, *sqlerrp*, et les éléments restants de *sqlerrd* et *sqlwarn* ne contiennent pour le moment aucune information utile.

La structure *sqlca* n'est pas définie dans le standard SQL, mais est implémentée dans plusieurs autres systèmes de base de données. Les définitions sont similaires dans leur principe, mais si vous voulez écrire des applications portables, vous devriez étudier les différentes implémentations de façon attentive.

Voici un exemple qui combine l'utilisation de WHENEVER et de *sqlca*, en affichant le contenu de *sqlca* quand une erreur se produit. Cela pourrait être utile pour déboguer ou prototyper des applications, avant d'installer un gestionnaire d'erreurs plus « user-friendly ».

```
EXEC SQL WHENEVER SQLERROR CALL print_sqlca();

void
print_sqlca()
{
    fprintf(stderr, "==== sqlca ====\n");
    fprintf(stderr, "sqlcode: %ld\n", sqlca.sqlcode);
    fprintf(stderr, "sqlerrm.sqlerrml: %d\n", sqlca.sqlerrm.sqlerrml);
    fprintf(stderr, "sqlerrm.sqlerrmc: %s\n", sqlca.sqlerrm.sqlerrmc);
    fprintf(stderr, "sqlerrd: %ld %ld %ld %ld %ld\n",
            sqlca.sqlerrd[0], sqlca.sqlerrd[1], sqlca.sqlerrd[2],
            sqlca.sqlerrd[3], sqlca.sqlerrd[4], sqlca.sqlerrd[5]);
    fprintf(stderr, "sqlwarn: %d %d %d %d %d %d %d\n",
            sqlca.sqlwarn[0], sqlca.sqlwarn[1], sqlca.sqlwarn[2],
            sqlca.sqlwarn[3], sqlca.sqlwarn[4], sqlca.sqlwarn[5],
            sqlca.sqlwarn[6],
            sqlca.sqlwarn[7]);
    fprintf(stderr, "sqlstate: %5s\n", sqlca.sqlstate);
    fprintf(stderr, "=====*\n");
}
```

Le résultat pourrait ressembler à ce qui suit (ici une erreur due à un nom de table mal saisi):

```
==== sqlca ====
sqlcode: -400
sqlerrm.sqlerrml: 49
sqlerrm.sqlerrmc: relation "pg_databasep" does not exist on line 38
sqlerrd: 0 0 0 0 0 0
sqlwarn: 0 0 0 0 0 0 0
sqlstate: 42P01
=====
```

34.8.3. SQLSTATE contre SQLCODE

Les champs *sqlca.sqlstate* et *sqlca.sqlcode* sont deux schémas qui fournissent des codes d'erreurs. Les deux sont dérivés du standard SQL, mais SQLCODE a été marqué comme déprécié dans l'édition SQL-92 du standard, et a été supprimé des éditions suivantes. Par conséquent, les nouvelles applications ont fortement intérêt à utiliser SQLSTATE.

SQLSTATE est un tableau de cinq caractères. Les cinq caractères contiennent des chiffres ou des lettres en majuscule qui représentent les codes des différentes conditions d'erreur et d'avertissement. SQLSTATE a un schéma hiérarchique: les deux premiers caractères indiquent la classe générique de la condition, les trois caractères suivants indiquent la sous-classe de la condition générique. Un état de succès est indiqué par le code 00000. Les codes SQLSTATE sont pour la plupart définis dans le standard SQL.

Le serveur PostgreSQL™ supporte nativement les codes d'erreur SQLSTATE; par conséquent, un haut niveau de cohérence entre toutes les applications peut être obtenu en utilisant ce schéma de codes d'erreur. Pour plus d'informations voyez Annexe A, Codes d'erreurs de PostgreSQL™.

SQLCODE, le schéma d'erreurs déprécié, est un entier simple. Une valeur de 0 indique le succès, une valeur positive indique un succès avec des informations supplémentaires, une valeur négative indique une erreur. Le standard SQL ne définit que la valeur positive +100, qui indique que l'ordre précédent a retourné ou affecté zéro enregistrement, et aucune valeur négative spécifique. par conséquent, ce schéma ne fournit qu'une piètre portabilité et n'a pas de hiérarchie de code d'erreurs. Historiquement, le processeur de SQL embarqué de PostgreSQL™ a assigné des valeurs spécifiques de SQLCODE pour son utilisation propre, qui sont listées ci-dessous avec leur valeur numérique et leur nom symbolique. Rappelez vous qu'ils ne sont pas portables vers d'autres implémentations SQL. Pour simplifier le portage des applications vers le schéma SQLSTATE, les valeurs SQLSTATE sont aussi listées. Il n'y a pas, toutefois, de correspondance un à un ou un à plusieurs entre les deux schémas (c'est en fait du plusieurs à plusieurs), vous devriez donc consulter la liste globale SQLSTATE dans Annexe A, Codes d'erreurs de PostgreSQL™ au cas par cas.

Voici les valeurs de SQLCODE assignées:

0 (ECPG_NO_ERROR)

Indique pas d'erreur. (SQLSTATE 00000)

100 (ECPG_NOT_FOUND)

C'est un état sans danger indicant que la dernière commande a récupéré ou traité zéro enregistrements, ou que vous êtes au bout du curseur. (SQLSTATE 02000)

Quand vous bouclez sur un curseur, vous pourriez utiliser ce code comme façon de détecter quand arrêter la boucle, comme ceci:

```
while (1)
{
    EXEC SQL FETCH ... ;
    if (sqlca.sqlcode == ECPG_NOT_FOUND)
        break;
}
```

Mais WHENEVER NOT FOUND DO BREAK fait en fait cela en interne, il n'y a donc habituellement aucun avantage à écrire ceci de façon explicite.

-12 (ECPG_OUT_OF_MEMORY)

Indique que votre mémoire virtuelle est épuisée. La valeur numérique est définie comme -ENOMEM. (SQLSTATE YE001)

-200 (ECPG_UNSUPPORTED)

Indique que le préprocesseur a généré quelque chose que la librairie ne connaît pas. Peut-être êtes vous en train d'utiliser des versions incompatibles du préprocesseur et de la librairie. (SQLSTATE YE002)

-201 (ECPG_TOO_MANY_ARGUMENTS)

Cela signifie que la commande a spécifié plus de variables hôte que la commande n'en attendait. (SQLSTATE 07001 or 07002)

-202 (ECPG_TOO_FEW_ARGUMENTS)

Cela signifie que la commande a spécifié moins de variables hôtes que la commande n'en attendait. (SQLSTATE 07001 or 07002)

-203 (ECPG_TOO_MANY_MATCHES)

Cela signifie que la requête a retourné plusieurs enregistrements mais que l'ordre n'était capable d'en recevoir qu'un (par exemple parce que les variables spécifiées ne sont pas des tableaux. (SQLSTATE 21000)

-204 (ECPG_INT_FORMAT)

La variable hôte est du type int et la donnée dans la base de données est d'un type différent et contient une valeur qui ne peut pas être interprétée comme un int. La librairie utilise `strtol()` pour cette conversion. (SQLSTATE 42804).

-205 (ECPG_UINT_FORMAT)

La variable hôte est du type unsigned int et la donnée dans la base de données est d'un type différent et contient une valeur qui ne peut pas être interprétée comme un unsigned int. La librairie utilise `strtoul()` pour cette conversion. (SQLSTATE 42804).

-206 (ECPG_FLOAT_FORMAT)

La variable hôte est du type float et la donnée dans la base de données est d'un type différent et contient une valeur qui ne peut pas être interprétée comme un float. La librairie utilise `strtod()` pour cette conversion. (SQLSTATE 42804).

-207 (ECPG_NUMERIC_FORMAT)

La variable hôte est du type numeric et la donnée dans la base de données est d'un type différent et contient une valeur qui ne peut pas être interprétée comme un numeric. (SQLSTATE 42804).

-208 (ECPG_INTERVAL_FORMAT)

La variable hôte est du type interval et la donnée dans la base de données est d'un type différent et contient une valeur qui ne peut pas être interprétée comme un interval. (SQLSTATE 42804).

-209 (ECPG_DATE_FORMAT)

La variable hôte est du type date et la donnée dans la base de données est d'un type différent et contient une valeur qui ne peut pas être interprétée comme un date. (SQLSTATE 42804).

-210 (ECPG_TIMESTAMP_FORMAT)

La variable hôte est du type timestamp et la donnée dans la base de données est d'un type différent et contient une valeur qui ne peut pas être interprétée comme un timestamp. (SQLSTATE 42804).

-211 (ECPG_CONVERT_BOOL)

Cela signifie que la variable hôte est de type bool et que la donnée dans la base n'est ni 't' ni 'f'. (SQLSTATE 42804)

-212 (ECPG_EMPTY)

L'ordre envoyé au serveur PostgreSQL™ était vide. (Cela ne peut normalement pas arriver dans un programme SQL embarqué, cela pourrait donc laisser supposer une erreur interne.) (SQLSTATE YE002)

-213 (ECPG_MISSING_INDICATOR)

Une valeur null a été renvoyée et aucune variable d'indicateur null n'a été fournie. (SQLSTATE 22002)

-214 (ECPG_NO_ARRAY)

Une variable ordinaire a été utilisée à un endroit qui nécessite un tableau. (SQLSTATE 42804)

-215 (ECPG_DATA_NOT_ARRAY)

La base a renvoyé une variable ordinaire à un endroit qui nécessite une variable de tableau. (SQLSTATE 42804)

-220 (ECPG_NO_CONN)

Le programme a essayé d'utiliser une connexion qui n'existe pas. (SQLSTATE 08003)

-221 (ECPG_NOT_CONN)

Le programme a essayé d'utiliser une connexion qui existe mais n'est pas ouverte. (C'est une erreur interne.) (SQLSTATE YE002)

-230 (ECPG_INVALID_STMT)

L'ordre que vous essayez d'exécuter n'a pas été préparé. (SQLSTATE 26000)

-239 (ECPG_INFORMIX_DUPLICATE_KEY)

Erreur de clé en doublon, violation de contrainte unique (mode de compatibilité Informix). (SQLSTATE 23505)

-240 (ECPG_UNKNOWN_DESCRIPTOR)

Le descripteur spécifié n'a pas été trouvé. L'ordre que vous essayez d'utiliser n'a pas été préparé. (SQLSTATE 33000)

-241 (ECPG_INVALID_DESCRIPTOR_INDEX)

L'index de descripteur spécifié était hors de portée. (SQLSTATE 07009)

-242 (ECPG_UNKNOWN_DESCRIPTOR_ITEM)

Un objet de descripteur invalide a été demandé. (C'est une erreur interne.) (SQLSTATE YE002)

-243 (ECPG_VAR_NOT_NUMERIC)

Durant l'exécution d'un ordre dynamique, la base a renvoyé une valeur numeric et la variable hôte n'était pas numeric. (SQLSTATE 07006)

-244 (ECPG_VAR_NOT_CHAR)

Durant l'exécution d'un ordre dynamique, la base a renvoyé une valeur non numeric et la variable hôte était numeric. (SQLSTATE 07006)

-284 (ECPG_INFORMIX_SUBSELECT_NOT_ONE)

Un résultat de la sous-requête n'était pas un enregistrement seul (mode de compatibilité Informix). (SQLSTATE 21000)

-400 (ECPG_PGSQ)

Une erreur causée par le serveur PostgreSQL™. Le message contient le message d'erreur du serveur PostgreSQL™.

-401 (ECPG_TRANS)

Le serveur PostgreSQL™ a signalé que nous ne pouvons pas démarrer, valider ou annuler la transaction. (SQLSTATE 08007)

-402 (ECPG_CONNECT)

- La tentative de connexion à la base n'a pas réussi. (SQLSTATE 08001)
- 403 (ECPG_DUPLICATE_KEY)
Erreur de clé dupliquée, violation d'une contrainte unique. (SQLSTATE 23505)
- 404 (ECPG_SUBSELECT_NOT_ONE)
Un résultat de la sous-requête n'est pas un enregistrement unique. (SQLSTATE 21000)
- 602 (ECPG_WARNING_UNKNOWN_PORTAL)
Un nom de curseur invalide a été spécifié. (SQLSTATE 34000)
- 603 (ECPG_WARNING_IN_TRANSACTION)
Transaction en cours. (SQLSTATE 25001)
- 604 (ECPG_WARNING_NO_TRANSACTION)
Il n'y a pas de transaction active (en cours). (SQLSTATE 25P01)
- 605 (ECPG_WARNING_PORTAL_EXISTS)
Un nom de curseur existant a été spécifié. (SQLSTATE 42P03)

34.9. Directives de Préprocesseur

Plusieurs directives de préprocesseur sont disponibles, qui modifient comment le préprocesseur **ecpg** analyse et traite un fichier.

34.9.1. Inclure des Fichiers

Pour inclure un fichier externe dans votre fichier SQL embarqué, utilisez:

```
EXEC SQL INCLUDE filename;
EXEC SQL INCLUDE <filename>;
EXEC SQL INCLUDE "filename";
```

Le préprocesseur de SQL embarqué recherchera un fichier appelé *filename*.h, le préprocessera, et l'inclura dans la sortie C résultante. En conséquence de quoi, les ordres SQL embarqués dans le fichier inclus seront traités correctement.

Le préprocesseurs **ecpg** cherchera un fichier dans plusieurs répertoires dans l'ordre suivant:

- répertoire courant
- /usr/local/include
- Le répertoire d'inclusion de PostgreSQL, défini à la compilation (par exemple, /usr/local/pgsql/include)
- /usr/include

Mais quand EXEC SQL INCLUDE "*filename*" est utilisé, seul le répertoire courant est parcouru.

Dans chaque répertoire, le préprocesseur recherchera d'abord le nom de fichier tel que spécifié, et si non trouvé, rajoutera .h au nom de fichier et essaiera à nouveau (sauf si le nom de fichier spécifié a déjà ce suffixe).

Notez que **EXEC SQL INCLUDE** est *différent* de:

```
#include <filename.h>
```

parce que ce fichier ne serait pas soumis au preprocessing des commandes SQL. Naturellement, vous pouvez continuer d'utiliser la directive C #include pour inclure d'autres fichiers d'entête. files.



Note

Le nom du fichier à inclure est sensible à la casse, même si le reste de la commande EXEC SQL INCLUDE suit les règles normales de sensibilité à la casse de SQL.

34.9.2. Les Directives define et undef

Similaires aux directives #define qui sont connues en C, le SQL embarqué a un concept similaire:

```
EXEC SQL DEFINE name;
EXEC SQL DEFINE name value;
```

Vous pouvez donc définir un nom:

```
EXEC SQL DEFINE HAVE_FEATURE;
```

Et vous pouvez aussi définir des constantes:

```
EXEC SQL DEFINE MYNUMBER 12;
EXEC SQL DEFINE MYSTRING 'abc';
```

Utilisez `undef` pour supprimer une définition précédente:

```
EXEC SQL UNDEF MYNUMBER;
```

Bien sûr, vous pouvez continuer d'utiliser les versions C de `#define` et `#undef` dans votre programme SQL embarqué. La différence est le moment où vos valeurs définies sont évaluées. Si vous utilisez `EXEC SQL DEFINE` alors la préprocesseur `ecpg` évalue les définition et substitue les valeurs. Par exemple si vous écrivez:

```
EXEC SQL DEFINE MYNUMBER 12;
...
EXEC SQL UPDATE Tbl SET col = MYNUMBER;
```

alors `ecpg` fera d'emblée la substitution et votre compilateur C ne verra jamais aucun nom ou identifiant `MYNUMBER`. Notez que vous ne pouvez pas utiliser `#define` pour une constante que vous allez utiliser dans une requête SQL embarquée parce que dans ce cas le précompilateur SQL embarqué n'est pas capable de voir cette déclaration.

34.9.3. Directives `ifdef`, `ifndef`, `else`, `elif`, et `endif`

Vous pouvez utiliser les directives suivantes pour compiler des sections de code sous condition:

```
EXEC SQL ifdef nom;
```

Vérifie un *nom* et traite les lignes suivante si *nom* a été créé avec `EXEC SQL define nom`.

```
EXEC SQL ifndef nom;
```

Vérifie un *nom* et traite les lignes suivantes si *nom* n'a pas été créé avec `EXEC SQL define nom`.

```
EXEC SQL else;
```

Traite une section alternative d'une section introduite par soit `EXEC SQL ifdef nom` soit `EXEC SQL ifndef nom`.

```
EXEC SQL elif nom;
```

Vérifie *nom* et démarre une section alternative si *nom* a été créé avec `EXEC SQL define nom`.

```
EXEC SQL endif;
```

Termine une section alternative.

Exemple:

```
EXEC SQL ifndef TZVAR;
EXEC SQL SET TIMEZONE TO 'GMT';
EXEC SQL elif TZNAME;
EXEC SQL SET TIMEZONE TO TZNAME;
EXEC SQL else;
EXEC SQL SET TIMEZONE TO TZVAR;
EXEC SQL endif;
```

34.10. Traiter des Programmes en SQL Embarqué

Maintenant que vous avez une idée de comment rédiger des programmes SQL embarqué en C, vous voudrez probablement savoir comment les compiler. Avant de les compiler, vous passez le fichier dans le préprocesseur C SQL embarqué, qui convertira les ordres SQL que vous avez utilisé vers des appels de fonction spéciaux. Ces fonctions récupèrent des données à partir de leurs arguments, effectuent les commandes SQL en utilisant l'interface libpq, et met le résultat dans les arguments spécifiés comme sortie.

Le programme préprocesseur est appelé `ecpg` et fait partie d'une installation normale de PostgreSQL™. Les programmes SQL embarqués sont typiquement nommés avec une extension `.pgc`. Si vous avez un fichier de programme appelé `prog1.pgc`, vous pouvez le préprocesser en appelant simplement:

```
ecpg prog1.pgc
```

Cela créera un fichier appelé `prog1.c`. Si vos fichiers d'entrée ne suivent pas les règles de nommage suggérées, vous pouvez spécifier le fichier de sortie explicitement en utilisant l'option `-o`.

Le fichier préprocessé peut être compilé normalement, par exemple:

```
cc -c prog1.c
```

Les fichiers sources C générés incluent les fichiers d'entête de l'installation PostgreSQL™, donc si vous avez installé PostgreSQL™ à un endroit qui n'est pas recherché par défaut, vous devrez ajouter une option comme `-I/usr/local/pgsql/include` à la ligne de commande de compilation.

Pour lier un programme SQL embarqué, vous aurez besoin d'inclure la librairie `libecpg`, comme ceci:

```
cc -o myprog prog1.o prog2.o ... -lecpq
```

De nouveau, vous pourriez avoir besoin d'ajouter une option comme `-L/usr/local/pgsql/lib` à la ligne de commande.

Vous pouvez utiliser `pg_config` ou `pkg-config` avec le package `libecpg` pour obtenir les chemins de votre installation.

Si vous gérez le processus de compilation d'un projet de grande taille en utilisant `make`, il serait pratique d'inclure la règle implicite suivante à vos makefiles:

```
ECPG = ecpg
%.c: %.pgc
    $(ECPG) $<
```

La syntaxe complète de la commande `ecpg` est détaillée dans `ecpg(1)`.

La librairie `ecpg` est thread-safe par défaut. Toutefois, vous aurez peut-être besoin d'utiliser des options de ligne de commande spécifiques aux threads pour compiler votre code client.

34.11. Fonctions de la Librairie

La librairie `libecpg` contient principalement des fonctions « cachées » qui sont utilisées pour implémenter les fonctionnalités exprimées par les commandes SQL embarquées. Mais il y a quelques fonctions qui peuvent être appelées directement de façon utile. Notez que cela rend votre code non-portable.

- `ECPGdebug(int on, FILE *stream)` active les traces de déboggage si appelé avec une valeur différente de 0 en premier argument. La trace contient tous les ordres SQL avec toutes les variables d'entrées insérées, et les résultats du serveur PostgreSQL™. Cela peut être très utile quand vous êtes à la recherche d'erreurs dans vos ordres SQL.

Note



Sous Windows, si les librairies `ecpg` et les applications sont compilées avec des options différentes, cet appel de fonction fera planter l'application parce que la représentation interne des pointeurs `FILE` diffère. En particulier, les options multithreaded/single-threaded, release/debug, et static/dynamic doivent être les mêmes pour la librairie et toutes les applications qui l'utilisent.

- `ECPGget_PGconn(const char *nom_connexion)` retourne le descripteur de connexion à la base de données de la

librairie identifié par le nom fourni. Si *nom_connexion* est positionné à NULL, le descripteur de connexion courant est retourné. Si aucun descripteur de connexion ne peut être identifié, la fonction retourne NULL. Le descripteur de connexion retourné peut être utilisé pour appeler toute autre fonction de la libpq, si nécessaire.



Note

C'est une mauvaise idée de manipuler les descripteurs de connexion à la base de donnée faits par ecpg directement avec des routines de libpq.

- ECPGtransactionStatus(const char **nom_connexion*) retourne l'état de la transaction courante de la connexion identifiée par *nom_connexion*. Voyez Section 32.2, « Fonctions de statut de connexion » et la fonction de la libpq PQtransactionStatus() pour les détails à propos des codes d'état retournés.
- ECPGstatus(int *lineno*, const char* *nom_connexion*) retourne vrai si vous êtes connecté à une base et faux sinon. *nom_connexion* peut valoir NULL si une seule connexion est utilisée.

34.12. Large Objects

Les Large objects ne sont pas supportés directement par ECPG, mais les applications ECPG peuvent manipuler des large objects au moyen des fonctions large objects de la libpq, en obtenant l'objet PGconn nécessaire par l'appel de la fonction ECPGget_PGconn. (Toutefois, l'utilisation directe de la fonction ECPGget_PGconn et la manipulation d'objets PGconn devrait être effectuée de façon très prudente, et idéalement pas mélangée avec d'autres appels à la base par ECPG.)

Pour plus de détails à propos de ECPGget_PGconn, voyez Section 34.11, « Fonctions de la Librairie ». Pour les informations sur les fonctions d'interfaçage avec les large objects, voyez Chapitre 33, Objets larges.

Les fonctions large object doivent être appelées dans un bloc de transaction, donc quand autocommit est à off, les commandes **BEGIN** doivent être effectuées explicitement.

Exemple 34.2, « Programme ECPG Accédant à un Large Object » montre un programme de démonstration sur les façons de créer, écrire et lire un large object dans une application ECPG.

Exemple 34.2. Programme ECPG Accédant à un Large Object

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <libpq-fe.h>
#include <libpq/libpq-fs.h>

EXEC SQL WHENEVER SQLERROR STOP;

int
main(void)
{
    PGconn      *conn;
    Oid         loid;
    int         fd;
    char        buf[256];
    int         buflen = 256;
    char        buf2[256];
    int         rc;

    memset(buf, 1, buflen);

    EXEC SQL CONNECT TO testdb AS con1;

    conn = ECPGget_PGconn("con1");
    printf("conn = %p\n", conn);

    /* créer */
    loid = lo_create(conn, 0);
    if (loid < 0)
        printf("lo_create() failed: %s", PQerrorMessage(conn));

    printf("loid = %d\n", loid);
```

```

/* test d'écriture */
fd = lo_open(conn, loid, INV_READ|INV_WRITE);
if (fd < 0)
    printf("lo_open() failed: %s", PQerrorMessage(conn));

printf("fd = %d\n", fd);

rc = lo_write(conn, fd, buf, buflen);
if (rc < 0)
    printf("lo_write() failed\n");

rc = lo_close(conn, fd);
if (rc < 0)
    printf("lo_close() failed: %s", PQerrorMessage(conn));

/* read test */
fd = lo_open(conn, loid, INV_READ);
if (fd < 0)
    printf("lo_open() failed: %s", PQerrorMessage(conn));

printf("fd = %d\n", fd);

rc = lo_read(conn, fd, buf2, buflen);
if (rc < 0)
    printf("lo_read() failed\n");

rc = lo_close(conn, fd);
if (rc < 0)
    printf("lo_close() failed: %s", PQerrorMessage(conn));

/* vérifier */
rc = memcmp(buf, buf2, buflen);
printf("memcmp() = %d\n", rc);

/* nettoyer */
rc = lo_unlink(conn, loid);
if (rc < 0)
    printf("lo_unlink() failed: %s", PQerrorMessage(conn));

EXEC SQL COMMIT;
EXEC SQL DISCONNECT ALL;
return 0;
}

```

34.13. Applications C++

ECPG a un support limité pour les applications C++. Cette section décrit des pièges.

Le préprocesseur **ecpg** prend un fichier d'entrée écrit en C (ou quelque chose qui ressemble à du C) et des commandes SQL embarquées, et convertit les commandes SQL embarquées dans des morceaux de langage, et finalement génère un fichier .c. Les déclarations de fichiers d'entête des fonctions de librairie utilisées par les morceaux de langage C que génère **ecpg** sont entourées de blocs `extern "C" { ... }` quand ils sont utilisés en C++, ils devraient donc fonctionner de façon transparente en C++.

En général, toutefois, le préprocesseur **ecpg** ne comprend que le C; il ne gère pas la syntaxe spéciale et les mots réservés du langage C++. Par conséquent, du code SQL embarqué écrit dans du code d'une application C++ qui utilise des fonctionnalités compliquées spécifiques au C++ pourrait ne pas être préprocessé correctement ou pourrait ne pas fonctionner comme prévu.

Une façon sûre d'utiliser du code SQL embarqué dans une application C++ est de cacher les appels à ECPG dans un module C, que le code C++ de l'application appelle pour accéder à la base, et lier ce module avec le reste du code C++. Voyez Section 34.13.2, « Développement d'application C++ avec un Module Externe en C » à ce sujet.

34.13.1. Portée des Variable Hôtes

Le préprocesseur **ecpg** comprend la portée des variables C. Dans le langage C, c'est plutôt simple parce que la portée des variables ne dépend que du bloc de code dans lequel elle se trouve. En C++, par contre, les variables d'instance sont référencées dans un bloc de code différent de la position de déclaration, ce qui fait que le préprocesseur **ecpg** ne comprendra pas la portée des va-

riables d'instance.

Par exemple, dans le cas suivant, le préprocesseur **ecpg** ne peut pas trouver de déclaration pour la variable `dbname` dans la méthode `test`, une erreur va donc se produire.

```
class TestCpp
{
    EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    char dbname[1024];
    EXEC SQL END DECLARE SECTION;

public:
    TestCpp();
    void test();
    ~TestCpp();
};

TestCpp::TestCpp()
{
    EXEC SQL CONNECT TO testdb1;
}

void Test::test()
{
    EXEC SQL SELECT current_database() INTO :dbname;
    printf("current_database = %s\n", dbname);
}

TestCpp::~TestCpp()
{
    EXEC SQL DISCONNECT ALL;
}
```

Ce code générera une erreur comme celle qui suit:

```
ecpg test_cpp.pgc
test_cpp.pgc:28: ERROR: variable "dbname" is not declared
```

Pour éviter ce problème de portée, la méthode `test` pourrait être modifiée pour utiliser une variable locale comme stockage intermédiaire. Mais cette approche n'est qu'un mauvais contournement, parce qu'elle rend le code peu élégant et réduit la performance.

```
void TestCpp::test()
{
    EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    char tmp[1024];
    EXEC SQL END DECLARE SECTION;

    EXEC SQL SELECT current_database() INTO :tmp;
    strlcpy(dbname, tmp, sizeof(tmp));

    printf("current_database = %s\n", dbname);
}
```

34.13.2. Développement d'application C++ avec un Module Externe en C

Si vous comprenez ces limitations techniques du préprocesseur **ecpg** en C++, vous arriverez peut-être à la conclusion que lier des objets C et C++ au moment du link pour permettre à des applications C++ d'utiliser les fonctionnalités d'ECPG pourrait être mieux que d'utiliser des commandes SQL embarquées dans du code C++ directement. Cette section décrit un moyen de séparer des commandes SQL embarquées du code d'une application C++ à travers un exemple simple. Dans cet exemple, l'application est implémentée en C++, alors que C et ECPG sont utilisés pour se connecter au serveur PostgreSQL.

Trois types de fichiers devront être créés: un fichier C (*.pgc), un fichier d'entête, et un fichier C++:

```
test_mod.pgc
```

Un module de routines pour exécuter des commandes SQL embarquées en C. Il sera converti en `test_mod.c` par le préprocesseur.

```
#include "test_mod.h"
#include <stdio.h>

void
db_connect()
{
    EXEC SQL CONNECT TO testdb1;
}

void
db_test()
{
    EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    char dbname[1024];
    EXEC SQL END DECLARE SECTION;

    EXEC SQL SELECT current_database() INTO :dbname;
    printf("current_database = %s\n", dbname);
}

void
db_disconnect()
{
    EXEC SQL DISCONNECT ALL;
}
```

test_mod.h

Un fichier d'entête avec les déclarations des fonctions du module C (`test_mod.pgc`). Il est inclus par `test_cpp.cpp`. Ce fichier devra avoir un bloc `extern "C"` autour des déclarations, parce qu'il sera lié à partir d'un module C++.

```
#ifdef __cplusplus
extern "C" {
#endif

void db_connect();
void db_test();
void db_disconnect();

#ifndef __cplusplus
}
#endif
```

test_cpp.cpp

Le code principal de l'application, incluant la routine `main`, et dans cet exemple une classe C++.

```
#include "test_mod.h"

class TestCpp
{
public:
    TestCpp();
    void test();
    ~TestCpp();
};

TestCpp::TestCpp()
{
    db_connect();
}

void
TestCpp::test()
```

```
{          db_test();
}

TestCpp::~TestCpp()
{
    db_disconnect();
}

int
main(void)
{
    TestCpp *t = new TestCpp();

    t->test();
    return 0;
}
```

Pour constituer l'application, procédez comme suit. Convertissez `test_mod.pgc` en `test_mod.c` en lançant `ecpg`, et générez `test_mod.o` en compilant `test_mod.c` avec le compilateur C:

```
ecpg -o test_mod.c test_mod.pgc
cc -c test_mod.c -o test_mod.o
```

Puis, générez `test_cpp.o` en compilant `test_cpp.cpp` avec le compilateur C++:

```
c++ -c test_cpp.cpp -o test_cpp.o
```

Finalement, liez ces objets, `test_cpp.o` et `test_mod.o`, dans un exécutable, en utilisant le compilateur C++:

```
c++ test_cpp.o test_mod.o -lecpg -o test_cpp
```

34.14. Commandes SQL Embarquées

Cette section décrit toutes les commandes SQL qui sont spécifiques au SQL embarqué. Consultez aussi les commandes SQL listées dans Commandes SQL, qui peuvent aussi être utilisées dans du SQL embarqué, sauf mention contraire.

Nom

ALLOCATE DESCRIPTOR — alloue une zone de descripteur SQL

Synopsis

```
ALLOCATE DESCRIPTOR name
```

Description

ALLOCATE DESCRIPTOR alloue une nouvelle zone de descripteur SQL nommée, qui pourra être utilisée pour échanger des données entre le serveur PostgreSQL et le programme hôte.

Les zones de descripteur devraient être libérées après utilisation avec la commande **DEALLOCATE DESCRIPTOR**.

Paramètres

name

Un nom de descripteur SQL, sensible à la casse. Il peut être un identifiant SQL ou une variable hôte.

Exemple

```
EXEC SQL ALLOCATE DESCRIPTOR mydesc;
```

Compatibilité

ALLOCATE DESCRIPTOR est spécifié par le standard SQL.

Voyez aussi

DEALLOCATE DESCRIPTOR, GET DESCRIPTOR, SET DESCRIPTOR

Nom

CONNECT — établit une connexion à la base de données

Synopsis

```
CONNECT TO connection_target [ AS nom_connexion ] [ USER connection_user_name ]
CONNECT TO DEFAULT
CONNECT connection_user_name
DATABASE connection_target
```

Description

La commande **CONNECT** établit une connexion entre le client et le serveur PostgreSQL.

Paramètres

connection_target

connection_target spécifie le serveur cible de la connexion dans une des formes suivantes:

[*database_name*] [@*host*] [:*port*]

Se connecter par TCP/IP

unix:postgresql://*host* [:*port*] / [*database_name*] [?*connection_option*]

Se connecter par une socket de domaine Unix

tcp:postgresql://*host* [:*port*] / [*database_name*] [?*connection_option*]

Se connecter par TCP/IP

constante de type chaîne SQL

contient une valeur d'une des formes précédentes

variable hôte

variable hôte du type char[] ou VARCHAR[] contenant une valeur d'une des formes précédentes

connection_object

Un identifiant optionnel pour la connexion, afin qu'on puisse y faire référence dans d'autres commandes. Cela peut être un identifiant SQL ou une variable hôte.

connection_user

Le nom d'utilisateur pour une connexion à la base de données.

Ce paramètre peut aussi spécifier un nom d'utilisateur et un mot de passe, en utilisant une des formes *user_name*/password, *user_name* IDENTIFIED BY *password*, or *user_name* USING *password*.

Nom d'utilisateur et mot de passe peuvent être des identifiants SQL, des constantes de type chaîne, ou des variables hôtes.

DEFAULT

Utiliser tous les paramètres de connexion par défaut, comme défini par libpq.

Exemples

Voici plusieurs variantes pour spécifier des paramètres de connexion:

```
EXEC SQL CONNECT TO "connectdb" AS main;
EXEC SQL CONNECT TO "connectdb" AS second;
EXEC SQL CONNECT TO "unix:postgresql://200.46.204.71/connectdb" AS main USER
connectuser;
EXEC SQL CONNECT TO "unix:postgresql://localhost/connectdb" AS main USER connectuser;
EXEC SQL CONNECT TO 'connectdb' AS main;
EXEC SQL CONNECT TO 'unix:postgresql://localhost/connectdb' AS main USER :user;
EXEC SQL CONNECT TO :db AS :id;
EXEC SQL CONNECT TO :db USER connectuser USING :pw;
EXEC SQL CONNECT TO @localhost AS main USER connectdb;
EXEC SQL CONNECT TO REGRESSDB1 as main;
```

```

EXEC SQL CONNECT TO AS main USER connectdb;
EXEC SQL CONNECT TO connectdb AS :id;
EXEC SQL CONNECT TO connectdb AS main USER connectuser/connectdb;
EXEC SQL CONNECT TO connectdb AS main;
EXEC SQL CONNECT TO connectdb@localhost AS main;
EXEC SQL CONNECT TO tcp:postgresql://localhost/ USER connectdb;
EXEC SQL CONNECT TO tcp:postgresql://localhost/connectdb USER connectuser IDENTIFIED BY
connectpw;
EXEC SQL CONNECT TO tcp:postgresql://localhost:20/connectdb USER connectuser IDENTIFIED BY
connectpw;
EXEC SQL CONNECT TO unix:postgresql://localhost/ AS main USER connectdb;
EXEC SQL CONNECT TO unix:postgresql://localhost/connectdb AS main USER connectuser;
EXEC SQL CONNECT TO unix:postgresql://localhost/connectdb USER connectuser IDENTIFIED BY
"connectpw";
EXEC SQL CONNECT TO unix:postgresql://localhost/connectdb USER connectuser USING
"connectpw";
EXEC SQL CONNECT TO unix:postgresql://localhost/connectdb?connect_timeout=14 USER
connectuser;

```

Voici un programme exemple qui illustre l'utilisation de variables hôtes pour spécifier des paramètres de connexion:

```

int
main(void)
{
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    char *dbname      = "testdb";      /* nom de la base */
    char *user        = "testuser";    /* nom d'utilisateur pour la connexion */
    char *connection = "tcp:postgresql://localhost:5432/testdb";
                                         /* chaîne de connexion */
    char ver[256];                  /* buffer pour contenir la chaîne de version */
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

    ECPGdebug(1, stderr);

    EXEC SQL CONNECT TO :dbname USER :user;
    EXEC SQL SELECT version() INTO :ver;
    EXEC SQL DISCONNECT;

    printf("version: %s\n", ver);

    EXEC SQL CONNECT TO :connection USER :user;
    EXEC SQL SELECT version() INTO :ver;
    EXEC SQL DISCONNECT;

    printf("version: %s\n", ver);
    return 0;
}

```

Compatibilité

CONNECT est spécifié dans le standard SQL, mais le format des paramètres de connexion est spécifique à l'implémentation.

Voyez aussi

DISCONNECT, SET CONNECTION

Nom

DEALLOCATE DESCRIPTOR — désalloue une zone de descripteur SQL

Synopsis

```
DEALLOCATE DESCRIPTOR name
```

Description

DEALLOCATE DESCRIPTOR désalloue une zone de descripteur SQL nommée.

Parameters

name

Le nom du descripteur qui va être désalloué. Il est sensible à la casse. Cela peut-être un identifiant SQL ou une variable hôte.

Exemples

```
EXEC SQL DEALLOCATE DESCRIPTOR mydesc;
```

Compatibilité

DEALLOCATE DESCRIPTOR est spécifié dans le standard SQL

See Also

ALLOCATE DESCRIPTOR, GET DESCRIPTOR, SET DESCRIPTOR

Nom

DECLARE — définit un curseur

Synopsis

```
DECLARE nom curseur [ BINARY ] [ INSENSITIVE ] [ [ NO ] SCROLL ] CURSOR [ { WITH |  
WITHOUT } HOLD ] FOR nom prepare  
DECLARE nom curseur [ BINARY ] [ INSENSITIVE ] [ [ NO ] SCROLL ] CURSOR [ { WITH |  
WITHOUT } HOLD ] FOR query
```

Description

DECLARE déclare un curseur pour itérer sur le jeu de résultat d'une requête préparée. Cette commande a une sémantique légèrement différente de celle de l'ordre SQL direct **DECLARE**: Là où ce dernier exécute une requête et prépare le jeu de résultat pour la récupération, cette commande SQL embarqué se contente de déclarer un nom comme « variable de boucle » pour itérer sur le résultat d'une requête; l'exécution réelle se produit quand le curseur est ouvert avec la commande **OPEN**.

Paramètres

nom curseur

Un nom de curseur, sensible à la casse. Cela peut être un identifiant SQL ou une variable hôte.

nom prepare

Le nom de l'une requête préparée, soit comme un identifiant SQL ou comme une variable hôte.

query

Une commande SELECT(7) ou VALUES(7) qui fournira les enregistrements que le curseur devra retourner.

Pour la signification des options du curseur, voyez DECLARE(7).

Exemples

Exemples de déclaration de curseur pour une requête:

```
EXEC SQL DECLARE C CURSOR FOR SELECT * FROM My_Table;  
EXEC SQL DECLARE C CURSOR FOR SELECT Item1 FROM T;  
EXEC SQL DECLARE curl CURSOR FOR SELECT version();
```

Un exemple de déclaration de curseur pour une requête préparée:

```
EXEC SQL PREPARE stmt1 AS SELECT version();  
EXEC SQL DECLARE curl CURSOR FOR stmt1;
```

Compatibilité

DECLARE est spécifié dans le standard SQL.

Voyez aussi

OPEN, CLOSE(7), DECLARE(7)

Nom

DESCRIBE — obtient des informations à propos d'une requête préparée ou d'un jeu de résultat

Synopsis

```
DESCRIBE [ OUTPUT ] nom_prepare USING [ SQL ] DESCRIPTOR nom_descripteur
DESCRIBE [ OUTPUT ] nom_prepare INTO [ SQL ] DESCRIPTOR nom_descripteur
DESCRIBE [ OUTPUT ] nom_prepare INTO nom_sqlda
```

Description

DESCRIBE récupère des informations sur les métadonnées à propos des colonnes de résultat contenues dans une requête préparée, sans déclencher la récupération d'un enregistrement.

Parameters

nom_prepare

Le nom d'une requête préparée. Cela peut être un identifiant SQL ou une variable hôte.

nom_descripteur

Un nom de descripteur. Il est sensible à la casse. Cela peut être un identifiant SQL ou une variable hôte.

nom_sqlda

Le nom d'une variable SQLDA.

Exemples

```
EXEC SQL ALLOCATE DESCRIPTOR mydesc;
EXEC SQL PREPARE stmt1 FROM :sql_stmt;
EXEC SQL DESCRIBE stmt1 INTO SQL DESCRIPTOR mydesc;
EXEC SQL GET DESCRIPTOR mydesc VALUE 1 :charvar = NAME;
EXEC SQL DEALLOCATE DESCRIPTOR mydesc;
```

Compatibilité

DESCRIBE est spécifié dans le standard SQL.

Voyez aussi

ALLOCATE DESCRIPTOR, GET DESCRIPTOR

Nom

DISCONNECT — met fin à une connexion de base de données

Synopsis

```
DISCONNECT nom_connexion
DISCONNECT [ CURRENT ]
DISCONNECT DEFAULT
DISCONNECT ALL
```

Description

DISCONNECT ferme une connexion (ou toutes les connexions) à la base de données.

Paramètres

nom_connexion

Une connexion à la base établie par la commande **CONNECT**.

CURRENT

Ferme la connexion « courante », qui est soit la connexion ouverte la plus récemment, soit la connexion spécifiée par la commande **SET CONNECTION**. C'est aussi la valeur par défaut si aucun argument n'est donné à la commande **DISCONNECT**.

DEFAULT

Ferme la connexion par défaut.

ALL

Ferme toutes les connexions ouvertes.

Exemples

```
int
main(void)
{
    EXEC SQL CONNECT TO testdb AS DEFAULT USER testuser;
    EXEC SQL CONNECT TO testdb AS con1 USER testuser;
    EXEC SQL CONNECT TO testdb AS con2 USER testuser;
    EXEC SQL CONNECT TO testdb AS con3 USER testuser;

    EXEC SQL DISCONNECT CURRENT; /* close con3 */
    EXEC SQL DISCONNECT DEFAULT; /* close DEFAULT */
    EXEC SQL DISCONNECT ALL; /* close con2 and con1 */

    return 0;
}
```

Compatibilité

DISCONNECT est spécifié dans le standard SQL.

Voyez aussi

CONNECT, SET CONNECTION

Nom

EXECUTE IMMEDIATE — prépare et exécute un ordre dynamique

Synopsis

```
EXECUTE IMMEDIATE chaine
```

Description

EXECUTE IMMEDIATE prépare et exécute immédiatement un ordre SQL spécifié dynamiquement, sans récupérer les enregistrements du résultat.

Paramètres

chaine

Une chaîne C littérale ou une variable hôte contenant l'ordre SQL à exécuter.

Exemples

Voici un exemple qui exécute un ordre **INSERT** en utilisant **EXECUTE IMMEDIATE** et une variable hôte appelée **commande**:

```
sprintf(commande, "INSERT INTO test (name, amount, letter) VALUES ('db: ''r1''', 1,
'f')");
EXEC SQL EXECUTE IMMEDIATE :commande;
```

Compatibility

EXECUTE IMMEDIATE est spécifié dans le standard SQL.

Nom

GET DESCRIPTOR — récupère des informations d'une zone de descripteur SQL

Synopsis

```
GET DESCRIPTOR nom_descripteur :cvariable = element_entete_descripteur [, ... ]  
GET DESCRIPTOR nom_descripteur VALUE numero_colonne :cvariable = element_descripteur [, ... ]
```

Description

GET DESCRIPTOR récupère des informations à propos du résultat d'une requête à partir d'une zone de descripteur SQL et les stocke dans des variables hôtes. Une zone de descripteur est d'ordinaire remplie en utilisant **FETCH** ou **SELECT** avant d'utiliser cette commande pour transférer l'information dans des variables du langage hôte.

Cette commande a deux formes: la première forme récupère les objets de « l'entête » du descripteur, qui s'appliquent au jeu de résultat dans son ensemble. Un exemple est le nombre d'enregistrements. La seconde forme, qui nécessite le nombre de colonnes comme paramètre additionnel, récupère des informations sur une colonne particulière. Par exemple, le type de la colonne, et la valeur réelle de la colonne.

Paramètres

nom_descripteur

Un nom de descripteur.

element_entete_descripteur

Un marqueur identifiant de quel objet de l'entête récupérer l'information. Seul COUNT, qui donne le nombre de colonnes dans le résultat, est actuellement supporté.

numero_colonne

Le numéro de la colonne à propos duquel on veut récupérer des informations. Le compte commence à 1.

element_descripteur

Un marqueur identifiant quel élément d'information récupérer d'une colonne. Voyez Section 34.7.1, « Zones de Descripteur SQL nommées » pour une liste d'objets supportés.

cvariable

Une variable hôte qui recevra les données récupérées de la zone de descripteur.

Exemples

Un exemple de récupération du nombre de colonnes dans un résultat:

```
EXEC SQL GET DESCRIPTOR d :d_count = COUNT;
```

Un exemple de récupération de la longueur des données de la première colonne:

```
EXEC SQL GET DESCRIPTOR d VALUE 1 :d_returned_octet_length = RETURNED_OCTET_LENGTH;
```

Un exemple de récupération des données de la seconde colonne en tant que chaîne:

```
EXEC SQL GET DESCRIPTOR d VALUE 2 :d_data = DATA;
```

Voici un exemple pour la procédure complète, lors de l'exécution de `SELECT current_database()`; et montrant le nombre de colonnes, la longueur de la colonne, et la données de la colonne:

```
int
```

```

main(void)
{
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    int d_count;
    char d_data[1024];
    int d_returned_octet_length;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

    EXEC SQL CONNECT TO testdb AS con1 USER testuser;
    EXEC SQL ALLOCATE DESCRIPTOR d;

    /* Déclarer un curseur, l'ouvrir, et assigner un descripteur au curseur */
    EXEC SQL DECLARE cur CURSOR FOR SELECT current_database();
    EXEC SQL OPEN cur;
    EXEC SQL FETCH NEXT FROM cur INTO SQL DESCRIPTOR d;

    /* Récupérer le nombre total de colonnes */
    EXEC SQL GET DESCRIPTOR d :d_count = COUNT;
    printf("d_count           = %d\n", d_count);

    /* Récupérer la longueur d'une colonne retournée */
    EXEC SQL GET DESCRIPTOR d VALUE 1 :d_returned_octet_length = RETURNED_OCTET_LENGTH;
    printf("d_returned_octet_length = %d\n", d_returned_octet_length);

    /* Récupérer la colonne retournée en tant que chaîne */
    EXEC SQL GET DESCRIPTOR d VALUE 1 :d_data = DATA;
    printf("d_data             = %s\n", d_data);

    /* Fermer */
    EXEC SQL CLOSE cur;
    EXEC SQL COMMIT;

    EXEC SQL DEALLOCATE DESCRIPTOR d;
    EXEC SQL DISCONNECT ALL;

    return 0;
}

```

Quand l'exemple est exécuté, son résultat ressemble à ceci:

```

d_count           = 1
d_returned_octet_length = 6
d_data             = testdb

```

Compatibilité

GET DESCRIPTOR est spécifié dans le standard SQL.

Voir aussi

ALLOCATE DESCRIPTOR, SET DESCRIPTOR

Nom

OPEN — ouvre un curseur dynamique

Synopsis

```
OPEN nom curseur
OPEN nom curseur USING valeur [, ... ]
OPEN nom curseur USING SQL DESCRIPTOR nom descripteur
```

Description

OPEN ouvre un curseur et optionnellement lie (bind) les valeurs aux conteneurs (placeholders) dans la déclaration du curseur. Le curseur doit préalablement avoir été déclaré avec la commande **DECLARE**. L'exécution d'**OPEN** déclenche le début de l'exécution de la requête sur le serveur.

Paramètres

nom curseur

Le nom du curseur à ouvrir. Cela peut être un identifiant SQL ou une variable hôte.

valeur

Une valeur à lier au placeholder du curseur. Cela peut être une constante SQL, une variable hôte, ou une variable hôte avec indicateur.

nom descripteur

Le nom du descripteur contenant les valeurs à attacher aux placeholders du curseur. Cela peut être un identifiant SQL ou une variable hôte.

Exemples

```
EXEC SQL OPEN a;
EXEC SQL OPEN d USING 1, 'test';
EXEC SQL OPEN c1 USING SQL DESCRIPTOR mydesc;
EXEC SQL OPEN :curname1;
```

Compatibilité

OPEN est spécifiée dans le standard SQL.

Voir aussi

DECLARE, CLOSE(7)

Nom

PREPARE — prépare un ordre pour son exécution

Synopsis

```
PREPARE nom FROM chaîne
```

Description

PREPARE prépare l'exécution d'un ordre spécifié dynamiquement sous forme d'une chaîne. C'est différent des ordres SQL directs **PREPARE(7)**, qui peuvent aussi être utilisés dans des programmes embarqués. La commande **EXECUTE(7)** peut être utilisée pour exécuter les deux types de requêtes préparées.

Paramètres

nom_prepare

Un identifiant pour la requête préparée.

chaîne

Une chaîne littérale C ou une variable hôte contenant un ordre SQL préparable, soit **SELECT**, **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE**.

Exemples

```
char *stmt = "SELECT * FROM test1 WHERE a = ? AND b = ?";  
  
EXEC SQL ALLOCATE DESCRIPTOR outdesc;  
EXEC SQL PREPARE foo FROM :stmt;  
  
EXEC SQL EXECUTE foo USING SQL DESCRIPTOR indesc INTO SQL DESCRIPTOR outdesc;
```

Compatibilité

PREPARE est spécifié dans le standard SQL.

Voir aussi

CONNECT, **DISCONNECT**

Nom

SET AUTOCOMMIT — configure le comportement de l'autocommit pour la session en cours

Synopsis

```
SET AUTOCOMMIT { = | TO } { ON | OFF }
```

Description

SET AUTOCOMMIT configure le comportement de l'autocommit pour la session en cours de la base de données. Par défaut, les programmes SQL embarqués ne sont *pas* en mode autocommit, donc **COMMIT** doit être exécuté explicitement quand il est voulu. Cette commande modifie le mode autocommit pour la session, où chaque requête individuelle est validée implicitement.

Compatibilité

SET AUTOCOMMIT est une extension de PostgreSQL ECPG.

Nom

SET CONNECTION — sélectionne une connexion de base

Synopsis

```
SET CONNECTION [ TO | = ] nom_connexion
```

Description

SET CONNECTION configure la connexion à la base de données « actuelle », qui est celle que toutes les commandes utilisent, sauf en cas de surcharge.

Paramètres

nom_connexion

Un nom de connexion établi par la commande **CONNECT**.

DEFAULT

configure la connexion à la connexion par défaut.

Exemples

```
EXEC SQL SET CONNECTION TO con2;  
EXEC SQL SET CONNECTION = con1;
```

Compatibility

SET CONNECTION est indiqué dans le standard SQL.

Voir aussi

CONNECT, DISCONNECT

Nom

SET DESCRIPTOR — positionne des informations dans une zone de descripteur SQL

Synopsis

```
SET DESCRIPTOR nom_descripteur objet_entete_descripteur = valeur [, ...]
SET DESCRIPTOR nom_descripteur VALUE numero objet_descripteur = valeur [, ...]
```

Description

SET DESCRIPTOR remplit une zone de descripteur SQL de valeurs. La zone de descripteur est habituellement utilisée pour lier les paramètres lors d'une exécution de requête préparée

Cette commande a deux formes: la première forme s'applique à l' « entête » du descripteur, qui est indépendant des données spécifiques. La seconde forme assigne des valeurs aux données, identifiées par un numéro.

Paramètres

nom_descripteur

Un nom de descripteur.

objet_entete_descripteur

Un identifiant pour spécifier quelle information de l'entête est concernée. Seul COUNT, qui sert à indiquer le nombre de descripteurs, est supporté pour le moment.

number

Le numéro de l'objet du descripteur à modifier. Le compte commence à 1.

objet_descripteur

Un identifiant spécifiant quelle information du descripteur est concernée. Voyez Section 34.7.1, « Zones de Descripteur SQL nommées » pour une liste des identifiants supportés.

valeur

Une valeur à stocker dans l'objet descripteur. Cela peut être une constante SQL ou une variable hôte.

Exemples

```
EXEC SQL SET DESCRIPTOR indesc COUNT = 1;
EXEC SQL SET DESCRIPTOR indesc VALUE 1 DATA = 2;
EXEC SQL SET DESCRIPTOR indesc VALUE 1 DATA = :val1;
EXEC SQL SET DESCRIPTOR indesc VALUE 2 INDICATOR = :val1, DATA = 'some string';
EXEC SQL SET DESCRIPTOR indesc VALUE 2 INDICATOR = :val2null, DATA = :val2;
```

Compatibilité

SET DESCRIPTOR est spécifié dans le standard SQL.

Voyez aussi

ALLOCATE DESCRIPTOR, GET DESCRIPTOR

Nom

TYPE — définit un nouveau type de données

Synopsis

```
TYPE nom_type IS ctype
```

Description

La commande **TYPE** définit un nouveau type C. C'est équivalent à mettre un `typedef` dans une section `declare`.

Cette commande n'est reconnue que quand **ecpg** est exécutée avec l'option `-c`.

Paramètres

nom_type

Le nom du nouveau type. Ce doit être un nom de type valide en C.

ctype

Une spécification de type C.

Exemples

```
EXEC SQL TYPE customer IS
    struct
    {
        varchar name[50];
        int     phone;
    };

EXEC SQL TYPE cust_ind IS
    struct ind
    {
        short   name_ind;
        short   phone_ind;
    };

EXEC SQL TYPE c IS char reference;
EXEC SQL TYPE ind IS union { int integer; short smallint; };
EXEC SQL TYPE intarray IS int[AMOUNT];
EXEC SQL TYPE str IS varchar[BUFFERSIZ];
EXEC SQL TYPE string IS char[11];
```

Voici un programme de démonstration qui utilise **EXEC SQL TYPE**:

```
EXEC SQL WHENEVER SQLERROR SQLPRINT;

EXEC SQL TYPE tt IS
    struct
    {
        varchar v[256];
        int     i;
    };

EXEC SQL TYPE tt_ind IS
    struct ind {
        short   v_ind;
        short   i_ind;
    };

int
```

```
main(void)
{
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
  tt t;
  tt_ind t_ind;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

  EXEC SQL CONNECT TO testdb AS con1;

  EXEC SQL SELECT current_database(), 256 INTO :t:t_ind LIMIT 1;

  printf("t.v = %s\n", t.v.arr);
  printf("t.i = %d\n", t.i);

  printf("t_ind.v_ind = %d\n", t_ind.v_ind);
  printf("t_ind.i_ind = %d\n", t_ind.i_ind);

  EXEC SQL DISCONNECT con1;

  return 0;
}
```

La sortie de ce programme ressemble à ceci:

```
t.v = testdb
t.i = 256
t_ind.v_ind = 0
t_ind.i_ind = 0
```

Compatibilité

La commande **TYPE** est une extension PostgreSQL.

Nom

VAR — définit une variable

Synopsis

```
VAR nomvar IS ctype
```

Description

La commande **VAR** assigne un nouveau type de données C à une variable hôte. La variable hôte doit être précédemment déclarée dans une section de déclaration.

Parameters

nomvar
Un nom de variable C.

ctype
Une spécification de type C.

Exemples

```
Exec sql begin declare section;
short a;
exec sql end declare section;
EXEC SQL VAR a IS int;
```

Compatibilité

La commande **VAR** est une extension PostgreSQL.

Nom

WHENEVER — spécifie l'action à effectuer quand un ordre SQL entraîne le déclenchement d'une classe d'exception

Synopsis

```
WHENEVER { NOT FOUND | SQLERROR | SQLWARNING } action
```

Description

Définit un comportement qui sera appelé dans des cas spéciaux (enregistrements non trouvés, avertissements ou erreurs SQL) dans le résultat de l'exécution SQL.

Paramètres

Voyez Section 34.8.1, « Mettre en Place des Callbacks » pour une description des paramètres.

Exemples

```
EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND CONTINUE;
EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;
EXEC SQL WHENEVER SQLWARNING SQLPRINT;
EXEC SQL WHENEVER SQLWARNING DO warn();
EXEC SQL WHENEVER SQLERROR sqlprint;
EXEC SQL WHENEVER SQLERROR CALL print2();
EXEC SQL WHENEVER SQLERROR DO handle_error("select");
EXEC SQL WHENEVER SQLERROR DO sqlnotice(NULL, NONO);
EXEC SQL WHENEVER SQLERROR DO sqlprint();
EXEC SQL WHENEVER SQLERROR GOTO error_label;
EXEC SQL WHENEVER SQLERROR STOP;
```

Une application classique est l'utilisation de WHENEVER NOT FOUND BREAK pour gérer le bouclage sur des jeux de résultats:

```
int
main(void)
{
    EXEC SQL CONNECT TO testdb AS con1;
    EXEC SQL ALLOCATE DESCRIPTOR d;
    EXEC SQL DECLARE cur CURSOR FOR SELECT current_database(), 'hoge', 256;
    EXEC SQL OPEN cur;

    /* quand la fin du jeu de résultat est atteinte, sortir de la boucle */
    EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND DO BREAK;

    while (1)
    {
        EXEC SQL FETCH NEXT FROM cur INTO SQL DESCRIPTOR d;
        ...
    }

    EXEC SQL CLOSE cur;
    EXEC SQL COMMIT;

    EXEC SQL DEALLOCATE DESCRIPTOR d;
    EXEC SQL DISCONNECT ALL;

    return 0;
}
```

Compatibilité

WHENEVER est spécifié dans le standard SQL, mais la plupart des actions sont des extensions PostgreSQL.

34.15. Mode de Compatibilité Informix™

ecpg peut être exécuté dans un mode appelé *mode de compatibilité Informix*. Si ce mode est actif, il essaie de se comporter comme s'il était le précompilateur Informix™ pour Informix™ E/SQL. En gros, cela va vous permettre d'utiliser le signe dollar au lieu de la primitive EXEC SQL pour fournir des commandes SQL embarquées:

```
$int j = 3;
$CONNECT TO :dbname;
$CREATE TABLE test(i INT PRIMARY KEY, j INT);
$INSERT INTO test(i, j) VALUES (7, :j);
$COMMIT;
```



Note

Il ne doit pas y avoir d'espace entre le \$ et la directive de préprocesseur qui le suit, c'est à dire include, define, ifdef, etc. Sinon, le préprocesseur comprendra le mot comme une variable hôte.

Il y a deux modes de compatibilité: `INFORMIX`, `INFORMIX_SE`

Quand vous liez des programmes qui sont dans ce mode de compatibilité, rappelez-vous de lier avec `libcompat` qui est fournie avec ECPG.

En plus du sucre syntaxique expliqué précédemment, le mode de compatibilité Informix™ porte d'ESQL vers ECPG quelques fonctions pour l'entrée, la sortie et la transformation des données, ainsi que pour le SQL embarqué.

Le mode de compatibilité Informix™ est fortement connecté à la librairie pgtypeslib d'ECPG. pgtypeslib met en correspondance les types de données SQL et les types de données du programme hôte C et la plupart des fonctions additionnelles du mode de compatibilité Informix™ vous permettent de manipuler ces types C des programmes hôtes. Notez toutefois que l'étendue de cette compatibilité est limitée. Il n'essaie pas de copier le comportement d'Informix™; il vous permet de faire plus ou moins les mêmes opérations et vous fournit des fonctions qui ont le même nom et ont à la base le même comportement, mais ce n'est pas un produit de remplacement transparent si vous utilisez Informix™ à l'heure actuelle. De plus, certains types de données sont différents. Par exemple, les types datetime et interval de PostgreSQL™ ne savent pas traiter des ranges comme par exemple YEAR TO MINUTE, donc vous n'aurez pas de support pour cela dans ECPG non plus.

34.15.1. Additional Types

Le pseudo-type "string" spécifique à Informix pour stocker des chaînes de caractères ajustées à droite est maintenant supporté dans le mode Informix sans avoir besoin d'utiliser `typedef`. En fait, en mode Informix, ECPG refuse de traiter les fichiers sources qui contiennent `typedef untype string;`

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
string userid; /* cette variable contient des données ajustées */
EXEC SQL END DECLARE SECTION;

EXEC SQL FETCH MYCUR INTO :userid;
```

34.15.2. Ordres SQL Embarqués Supplémentaires/Manquants

`CLOSE DATABASE`

Cet ordre ferme la connexion courante. En fait, c'est un synonyme du `DISCONNECT CURRENT` d'ECPG:

```
$CLOSE DATABASE; /* ferme la connexion courante */
EXEC SQL CLOSE DATABASE;
```

`FREE nom curseur`

En raison des différences sur la façon dont ECPG fonctionne par rapport à l'ESQL/C d'Informix (c'est à dire quelles étapes

sont purement des transformations grammaticales et quelles étapes s'appuient sur la librairie sous-jacente), il n'y a pas d'ordre FREE nom curseur dans ECPG. C'est parce que, dans ECPG, DECLARE CURSOR ne génère pas un appel de fonction à la librairie qui utilise le nom du curseur. Ce qui implique qu'il n'y a pas à gérer les curseurs SQL à l'exécution dans la librairie ECPG, seulement dans le serveur PostgreSQL.

```
FREE nom_requete  
FREE nom_requete est un synonyme de DEALLOCATE PREPARE nom_requete.
```

34.15.3. Zones de Descripteurs SQLDA Compatibles Informix

Le mode de compatibilité Informix supporte une structure différente de celle décrite dans Section 34.7.2, « Zones de Descripteurs SQLDA ». Veuillez ci-dessous :

```
struct sqlvar_compat  
{  
    short    sqltype;  
    int      sqllen;  
    char    *sqldata;  
    short    *sqlind;  
    char    *sqlname;  
    char    *sqlformat;  
    short    sqltype;  
    short    sqlilen;  
    char    *sqlidata;  
    int      sqlxid;  
    char    *sqltypename;  
    short    sqltypelen;  
    short    sqlownerlen;  
    short    sqlsourcetype;  
    char    *sqlownername;  
    int      sqlsourceid;  
    char    *sqlilongdata;  
    int      sqlflags;  
    void    *sqlreserved;  
};  
  
struct sqlda_compat  
{  
    short    sqld;  
    struct sqlvar_compat *sqlvar;  
    char    desc_name[19];  
    short    desc_occ;  
    struct sqlda_compat *desc_next;  
    void    *reserved;  
};  
  
typedef struct sqlvar_compat    sqlvar_t;  
typedef struct sqlda_compat    sqlda_t;
```

Les propriétés globales sont :

```
sqld  
    Le nombre de champs dans le descripteur SQLDA.  
  
sqlvar  
    Un pointeur vers les propriétés par champ.  
  
desc_name  
    Inutilisé, rempli d'octets à zéro.  
  
desc_occ  
    La taille de la structure allouée.  
  
desc_next  
    Un pointeur vers la structure SQLDA suivante si le jeu de résultat contient plus d'un enregistrement.  
  
reserved
```

Pointeur inutilisé, contient NULL. Gardé pour la compatibilité Informix.

Les propriétés par champ sont ci-dessous, elles sont stockées dans le tableau `sqlvar`:

`sqltype`
Type du champ. Les constantes sont dans `sqltypes.h`

`sqllen`
La longueur du champ de données. Length of the field data.

`sqldata`
Un pointeur vers le champ de données. Ce pointeur est de type `char*`, la donnée pointée par lui est en format binaire. Par exemple:

```
int intval;  
  
switch (sqldata->sqlvar[i].sqltype)  
{  
    case SQLINTEGER:  
        intval = *(int *)sqldata->sqlvar[i].sqldata;  
        break;  
    ...  
}
```

`sqlind`
Un pointeur vers l'indicateur NULL. Si retourné par DESCRIBE ou FETCH alors c'est toujours un pointeur valide. Si utilisé comme valeur d'entrée pour EXECUTE ... USING sqlda; alors une valeur de pointeur NULL signifie que la valeur pour ce champ est non nulle. Sinon, un pointeur valide et `sqltype` doivent être positionnés correctement. Par exemple:

```
if (*(int2 *)sqldata->sqlvar[i].sqlind != 0)  
    printf("value is NULL\n");
```

`sqlname`
Le nom du champ. Chaîne terminée par 0.

`sqlformat`
Réservé dans Informix, valeurs de `PQfformat()` pour le champ.

`sqltype`
Type de l'indicateur de données NULL. C'est toujours SQLSMINT quand les données sont retournées du serveur. Quand la SQLDA est utilisée pour une requête paramétrique, la donnée est traitée en fonction du type de donnée positionné.

`sqlilen`
Longueur de l'indicateur de données NULL.

`sqlxid`
Type étendu du champ, résultat de `PQftype()`.

`sqltypename`, `sqltypelen`, `sqlownerlen`, `sqlsourcetype`, `sqlownername`, `sqlsourceid`, `sqlflags`, `sqlreserved`
Inutilisé.

`sqlilongdata`
C'est égal à `sqldata` si `sqllen` est plus grand que 32 Ko.

Par exemple:

```
EXEC SQL INCLUDE sqlda.h;  
  
    sqlda_t      *sqlda; /* Ceci n'a pas besoin d'être dans la DECLARE SECTION  
embarquée */  
  
    EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;  
    char *prep_stmt = "select * from table1";  
    int i;  
    EXEC SQL END DECLARE SECTION;
```

```
...
EXEC SQL PREPARE mystmt FROM :prep_stmt;
EXEC SQL DESCRIBE mystmt INTO sqlda;
printf("# of fields: %d\n", sqlda->sqlfd);
for (i = 0; i < sqlda->sqlfd; i++)
    printf("field %d: \"%s\"\n", sqlda->sqlvar[i]->sqlname);

EXEC SQL DECLARE mycursor CURSOR FOR mystmt;
EXEC SQL OPEN mycursor;
EXEC SQL WHENEVER NOT FOUND GOTO out;

while (1)
{
    EXEC SQL FETCH mycursor USING sqlda;
}

EXEC SQL CLOSE mycursor;

free(sqlda); /* La structure principale doit être totalement libérée par free()
               * sqlda and sqlda->sqlvar sont dans une seule zone allouée */
```

Pour plus d'informations, voyez l'en-tête sqlda.h et le test de non-régression src/interfaces/ecpg/test/compat_informix/sqlda.pgc.

34.15.4. Fonctions Additionnelles

decadd

Ajoute deux valeurs décimales.

```
int decadd(decimal *arg1, decimal *arg2, decimal *sum);
```

La fonction reçoit un pointeur sur la première opérande de type decimal (`arg1`), un pointeur sur la seconde opérande de type decimal (`arg2`) et un pointeur sur la valeur de type decimal qui contiendra la somme (`sum`). En cas de succès, la fonction retourne 0. ECPG_INFORMIX_NUM_OVERFLOW est retourné en cas de dépassement et ECPG_INFORMIX_NUM_UNDERFLOW en cas de sous-passement. -1 est retourné pour les autres échecs et `errno` est positionné au nombre correspondant de pgtypeslib. pgtypeslib.

deccmp

Compare deux variables de type decimal.

```
int deccmp(decimal *arg1, decimal *arg2);
```

La fonction reçoit un pointeur vers la première valeur decimal (`arg1`), un pointeur vers la seconde valeur decimal (`arg2`) et retourne une valeur entière qui indique quelle est la plus grande valeur.

- 1 si la valeur pointée par `arg1` est plus grande que celle pointée par `arg2`.
- -1 si la valeur pointée par `arg1` est plus petite que la valeur pointée par `arg2`.
- 0 si les deux valeurs pointées par `arg1` et `arg2` sont égales.

deccopy

Copie une valeur decimal.

```
void deccopy(decimal *src, decimal *target);
```

La fonction reçoit un pointeur vers la valeur decimal qui doit être copiée comme premier argument (`src`) et un pointeur vers la structure de type decimal cible (`target`) comme second argument.

deccvasc

Convertit une valeur de sa représentation ASCII vers un type decimal.

```
int deccvasc(char *cp, int len, decimal *np);
```

La fonction reçoit un pointeur vers une chaîne qui contient la représentation chaîne du nombre à convertir (cp) ainsi que sa longueur len. np est un pointeur vers la valeur decimal dans laquelle sauver le résultat de l'opération.

Voici quelques formats valides: -2, .794, +3.44, 592.49E07 ou -32.84e-4.

La fonction retourne 0 en cas de succès. Si un dépassement ou un souppasement se produisent, ECPG_INFORMIX_NUM_OVERFLOW ou ECPG_INFORMIX_NUM_UNDERFLOW est retourné. Si la représentation ASCII n'a pas pu être interprétée, ECPG_INFORMIX_BAD_NUMERIC est retourné ou ECPG_INFORMIX_BAD_EXPONENT si le problème s'est produit lors de l'analyse de l'exposant.

deccvdbl

Convertit une valeur de type double vers une valeur de type decimal.

```
int deccvdbl(double dbl, decimal *np);
```

La fonction reçoit la variable de type double qui devrait être convertie comme premier argument (dbl). Comme second argument (np), la fonction reçoit un pointeur vers la variable decimal qui recevra le résultat de l'opération.

La fonction retourne 0 en cas de succès et une valeur négative si la conversion a échoué.

deccvint

Convertit une valeur de type int vers une valeur de type decimal.

```
int deccvint(int in, decimal *np);
```

La fonction reçoit la variable de type int à convertir comme premier argument (in). Comme second argument (np), la fonction reçoit un pointeur vers la variable decimal qui recevra le résultat de l'opération.

La fonction retourne 0 en cas de succès et une valeur négative si la conversion a échoué.

deccvlong

Convertit une valeur de type long vers une valeur de type decimal.

```
int deccvlong(long lng, decimal *np);
```

La fonction reçoit la variable de type long à convertir comme premier argument (lng). Comme second argument (np), la fonction reçoit un pointeur vers la variable decimal qui recevra le résultat de l'opération.

La fonction retourne 0 en cas de succès et une valeur négative si la conversion a échoué.

decdiv

Divise deux variables de type decimal.

```
int decdiv(decimal *n1, decimal *n2, decimal *result);
```

La fonction reçoit des pointeurs vers les deux variables qui sont le premier (n1) et le second (n2) opérandes et calcule n1/n2. result est un pointeur vers la variable qui recevra le résultat de l'opération.

En cas de succès, 0 est retourné, et une valeur négative si la division échoue. En cas de dépassement ou de souppasement, la fonction retourne ECPG_INFORMIX_NUM_OVERFLOW ou ECPG_INFORMIX_NUM_UNDERFLOW respectivement. Si une tentative de division par zéro se produit, la fonction retourne ECPG_INFORMIX_NUM_OVERFLOW.

decmul

Multiplie deux valeurs decimal.

```
int decmul(decimal *n1, decimal *n2, decimal *result);
```

La fonction reçoit des pointeurs vers les deux variables qui sont le premier (n1) et le second (n2) opérandes et calcule n1/n2.

`result` est un pointeur vers la variable qui recevra le résultat de l'opération.

En cas de succès, 0 est retourné, et une valeur négative si la division échoue. En cas de dépassement ou de souppassement, la fonction retourne ECPG_INFORMIX_NUM_OVERFLOW ou ECPG_INFORMIX_NUM_UNDERFLOW respectivement.

decsub

Soustrait une valeur decimal d'une autre.

```
int decsub(decimal *n1, decimal *n2, decimal *result);
```

La fonction reçoit des pointeurs vers les deux variables qui sont le premier (`n1`) et le second (`n2`) opérandes et calcule `n1/n2`. `result` est un pointeur vers la variable qui recevra le résultat de l'opération.

En cas de succès, 0 est retourné, et une valeur négative si la division échoue. En cas de dépassement ou de souppassement, la fonction retourne ECPG_INFORMIX_NUM_OVERFLOW ou ECPG_INFORMIX_NUM_UNDERFLOW respectivement.

dectoasc

Convertit une variable de type decimal vers sa représentation ASCII sous forme de chaîne C `char*`.

```
int dectoasc(decimal *np, char *cp, int len, int right)
```

La fonction reçoit un pointeur vers une variable de type decimal (`np`) qu'elle convertit vers sa représentation textuelle. `cp` est le tampon qui devra contenir le résultat de l'opération. Le paramètre `right` spécifie combien de chiffres après la virgule doivent être inclus dans la sortie. Le résultat sera arrondi à ce nombre de chiffres décimaux. Positionner `right` à -1 indique que tous les chiffres décimaux disponibles devraient être inclus dans la sortie. Si la longueur du tampon de sortie, qui est indiquée par `len` n'est pas suffisante pour contenir toute la représentation en incluant le caractère NUL final, seul un caractère unique * est stocké dans le résultat, et -1 est retourné.

La fonction retourne -1 si le tampon `cp` était trop petit ou ECPG_INFORMIX_OUT_OF_MEMORY si plus de mémoire n'était disponible.

dectodbl

Convertit une variable de type decimal vers un double.

```
int dectodbl(decimal *np, double *dbl);
```

La fonction reçoit un pointeur vers la valeur decimal à convertir (`np`) et un pointeur vers la variable double qui devra recevoir le résultat de l'opération (`dbl`).

La fonction retourne 0 en cas de succès et une valeur négative si la conversion a échoué.

dectoint

Convertit une variable de type decimal vers un integer.

```
int dectoint(decimal *np, int *ip);
```

La fonction reçoit un pointeur vers la valeur decimal à convertir (`np`) et un pointeur vers la variable integer qui devra recevoir le résultat de l'opération (`ip`).

La fonction retourne 0 en cas de succès et une valeur négative si la conversion a échoué. Si un dépassement s'est produit, ECPG_INFORMIX_NUM_OVERFLOW est retourné.

Notez que l'implémentation d'ECPG diffère de celle d'Informix™. Informix™ limite un integer entre -32767 et 32767, alors que la limite de l'implémentation d'ECPG dépend de l'architecture (-INT_MAX .. INT_MAX).

dectolong

Convertit une variable de type decimal vers un long integer.

```
int dectolong(decimal *np, long *lntp);
```

La fonction reçoit un pointeur vers la valeur decimal à convertir (`np`) et un pointeur vers la variable long qui devra recevoir le résultat de l'opération (`lntp`).

La fonction retourne 0 en cas de succès et une valeur négative si la conversion a échoué. Si un dépassement s'est produit,

ECPG_INFORMIX_NUM_OVERFLOW est retourné.

Notez que l'implémentation d'ECPG diffère de celle d'Informix™. Informix™ limite un integer entre -2,147,483,647 à 2,147,483,647 alors que la limite de l'implémentation d'ECPG dépend de l'architecture (-LONG_MAX ... LONG_MAX).

rdatestr

Convertit une date vers une chaîne char* C.

```
int rdatestr(date d, char *str);
```

La fonction reçoit deux arguments, le premier est la date à convertir (d) et le second est un pointeur vers la chaîne cible. Le format de sortie est toujours yyyy-mm-dd, vous aurez donc à allouer au moins 11 octets (en incluant le terminateur NUL) pour la chaîne.

La fonction retourne 0 en cas de succès et une valeur négative si la conversion a échoué.

Notez que l'implémentation d'ECPG diffère de celle de Informix™. Dans Informix™ le format peut être modifié par le positionnement de variable d'enregistrement. Dans ECPG par contre, vous ne pouvez pas changer le format de sortie.

rstrdate

Convertit la représentation textuelle d'une date.

```
int rstrdate(char *str, date *d);
```

La fonction reçoit la représentation textuelle d'une date à convertir (str) et un pointeur vers une variable de type date (d). Cette fonction ne vous permet pas de fournir un masque de formatage. Il utilise le format par défaut d'Informix™ qui est mm/dd/yyyy. En interne, cette fonction est implémentée au travers de rdefmtdate. Par conséquent, rstrdate n'est pas plus rapide et si vous avez le choix, vous devriez opter pour rdefmtdate, qui vous permet de spécifier le masque de formatage explicitement.

La fonction retourne les mêmes valeurs que rdefmtdate.

rtoday

Récupère la date courante.

```
void rtoday(date *d);
```

La fonction reçoit un poiteur vers une variable de type date (d) qu'elle positionne à la date courante.

En interne, cette fonction utilise la fonction PGTYPEsdate_today.

rjulmdy

Extrait les valeurs pour le jour, le mois et l'année d'une variable de type date.

```
int rjulmdy(date d, short mdy[ 3 ]);
```

La fonction reçoit la date d et un pointeur vers un tableau de 3 entiers courts mdy. Le nom de la variable indique l'ordre séquentiel: mdy[0] contiendra le numéro du mois, mdy[1] contiendra le numéro du jour, et mdy[2] contiendra l'année.

La fonction retourne toujours 0 pour le moment.

En interne, cette fonction utilise la fonction PGTYPEsdate_julmdy.

rdefmtdate

Utilise un masque de formatage pour convertir une chaîne de caractère vers une valeur de type date.

```
int rdefmtdate(date *d, char *fmt, char *str);
```

La fonction reçoit un pointeur vers une valeur date qui devra contenir le résultat de l'opération (d), le masque de formatage à utiliser pour traiter la date (fmt) et la chaîne de caractère char* C qui contient la représentation textuelle de la date (str). La représentation textuelle doit correspondre au masque de formatage. La fonction n'analyse qu'en ordre séquentiel et recherche les littéraux yy ou yyyy qui indiquent la position de l'année, mm qui indique la position du mois et dd qui indique la position du jour.

La fonction retourne les valeurs suivantes:

- 0 - La fonction s'est terminée avec succès.
- ECPG_INFORMIX_ENOSHORTDATE - La date ne contient pas de délimiteur entre le jour, le mois et l'année. Dans ce cas, la chaîne en entrée doit faire exactement 6 ou 8 caractères, mais ce n'est pas le cas.
- ECPG_INFORMIX_ENOTDMY - La chaîne de formatage n'indique pas correctement l'ordre séquentiel de l'année, du mois, et du jour.
- ECPG_INFORMIX_BAD_DAY - La chaîne d'entrée ne contient pas de jour valide.
- ECPG_INFORMIX_BAD_MONTH - La chaîne d'entrée ne contient pas de mois valide.
- ECPG_INFORMIX_BAD_YEAR - La chaîne d'entrée ne contient pas d'année valide.

En interne, cette fonction est implémentée en utilisant la fonction PGTYPESdate_defmt_asc. Voyez la référence à cet endroit pour la table d'exemples.

rfmtdate

Convertit une variable de type date vers sa représentation textuelle en utilisant un masque de formatage.

```
int rfmtdate(date d, char *fmt, char *str);
```

La fonction reçoit une date à convertir (d), le masque de formatage (fmt) et la chaîne qui contiendra la représentation textuelle de la date (str).

La fonction retourne 0 en cas de succès et une valeur négative

En interne, cette fonction utilise la fonction PGTYPESdate_fmt_asc, voyez la référence pour des exemples.

rmdyjul

Crée une valeur date à partir d'un tableau de 3 entiers courts qui spécifient le jour, le mois et l'année de la date.

```
int rmdyjul(short mdy[3], date *d);
```

La fonction reçoit le tableau des 3 entiers courts (mdy) et un pointeur vers une variable de type date qui contiendra le résultat de l'opération.

La fonction retourne toujours 0 à l'heure actuelle.

En interne la fonction est implémentée en utilisant la fonction PGTYPESdate_mdyjul.

rdayofweek

Retourne un nombre représentant le jour de la semaine pour une valeur de date.

```
int rdayofweek(date d);
```

La fonction reçoit la variable date d comme seul argument et retourne un entier qui indique le jour de la semaine pour cette date.

- 0 - Dimanche
- 1 - Lundi
- 2 - Mardi
- 3 - Mercredi
- 4 - Jeudi
- 5 - Vendredi
- 6 - Samedi

En interne, cette fonction est implémentée en utilisant la fonction PGTYPESdate_dayofweek.

dtxcurrent

Récupère le timestamp courant.

```
void dtcurrent(timestamp *ts);
```

La fonction récupère le timestamp courant et l'enregistre dans la variable timestamp vers laquelle `ts` pointe.

dtcvasc

Convertit un timestamp de sa représentation textuelle vers une variable timestamp.

```
int dtcvasc(char *str, timestamp *ts);
```

La fonction reçoit la chaîne à traiter (`str`) et un pointeur vers la variable timestamp qui contiendra le résultat de l'opération (`ts`).

La fonction retourne 0 en cas de succès et une valeur négative

En interne, cette fonction utilise la fonction `PGTYPESTimestamp_from_asc`. Voyez la référence pour un tableau avec des exemples de formats.

dtcvfmtasc

Convertit un timestamp de sa représentation textuelle vers une variable timestamp en utilisant un masque de formatage.

```
dtcvfmtasc(char *inbuf, char *fmtstr, timestamp *dtvalue)
```

La fonction reçoit la chaîne à traiter (`inbuf`), le masque de formatage à utiliser (`fmtstr`) et un pointeur vers la variable timestamp qui contiendra le résultat de l'opération (`dtvalue`).

Cette fonction est implémentée en utilisant la fonction `PGTYPESTimestamp_defmt_asc`. Voyez la documentation à cet endroit pour la liste des spécificateurs de formats qui peuvent être utilisés.

La fonction retourne 0 en cas de succès et une valeur négative

dtsub

Soustrait un timestamp d'un autre et retourne une variable de type interval.

```
int dtsub(timestamp *ts1, timestamp *ts2, interval *iv);
```

La fonction soustrait la variable timestamp vers laquelle `ts2` pointe de la variable timestamp vers laquelle `ts1` pointe et stockera le résultat dans la variable intervalle vers laquelle `iv` pointe.

En cas de succès, la fonction retourne 0, et une valeur négative si une erreur s'est produite.

dttoasc

Convertit une variable timestamp vers une chaîne char* C.

```
int dttoasc(timestamp *ts, char *output);
```

La fonction reçoit un pointeur vers une variable timestamp à convertir (`ts`) et la chaîne qui devra contenir le résultat de l'opération (`output`). Elle convertit `ts` vers sa représentation textuelle comme spécifié par le standard SQL, qui est YYYY-MM-DD HH:MM:SS.

En cas de succès, la fonction retourne 0, et une valeur négative si une erreur s'est produite.

dttofmtasc

Convertit une variable timestamp vers un char* C en utilisant un masque de formatage.

```
int dttofmtasc(timestamp *ts, char *output, int str_len, char *fmtstr);
```

La fonction reçoit un pointeur vers le timestamp à convertir comme premier argument (`ts`), un pointeur vers le tampon de sortie (`output`), la longueur maximale qui a été allouée pour le tampon de sortie (`str_len`) et le masque de formatage à utiliser pour la conversion (`fmtstr`).

En cas de succès, la fonction retourne 0, et une valeur négative si une erreur s'est produite.

En interne, cette fonction utilise la fonction `PGTYPESTimestamp_fmt_asc`. Voyez la référence pour des informations sur les spécifications de masque de formatage qui sont utilisables.

intoasc

Convertit une variable interval en chaîne char* C.

```
int intoasc(interval *i, char *str);
```

La fonction reçoit un pointeur vers la variable interval à convertir (*i*) et la chaîne qui contiendra le résultat de l'opération (*str*). Elle convertit *i* vers sa représentation textuelle suivant le standard SQL, qui est YYYY-MM-DD HH:MM:SS.

En cas de succès, la fonction retourne 0, et une valeur négative si une erreur s'est produite.

rftmlong

Convertit une valeur long integer vers sa représentation textuelle en utilisant un masque de formatage.

```
int rftmlong(long lng_val, char *fmt, char *outbuf);
```

La fonction reçoit la valeur long *lng_val*, le masque de formatage *fmt* et un pointeur vers le tampon de sortie *outbuf*. Il convertit la valeur long vers sa représentation textuelle en fonction du masque de formatage.

Le masque de formatage peut être composé des caractères suivants de spécification:

- * (asterisk) - si cette position était blanc sans cela, mettez y un astérisque.
- & (ampersand) - si cette position était blanc sans cela, mettez y un zéro.
- # - transforme les zéros initiaux en blancs.
- < - justifie à gauche le nombre dans la chaîne.
- , (virgule) - Groupe les nombres de 4 chiffres ou plus en groupes de 3 chiffres séparés par des virgules.
- . (point) - Ce caractère sépare la partie entière du nombre de sa partie fractionnaire.
- - (moins) - le signe moins apparaît si le nombre est négatif.
- + (plus) - le signe plus apparaît si le nombre est positif.
- (- ceci remplace le signe moins devant une valeur négative. Le signe moins n'apparaîtra pas.
-) - Ce caractère remplace le signe moins et est affiché après la valeur négative.
- \$ - le symbole monétaire.

rupshift

Passe une chaîne en majuscule.

```
void rupshift(char *str);
```

La fonction reçoit un pointeur vers une chaîne et convertit tous ses caractères en majuscules.

byleng

Retourne le nombre de caractères dans une chaîne sans compter les blancs finaux.

```
int byleng(char *str, int len);
```

La fonction attend une chaîne de longueur fixe comme premier argument (*str*) et sa longueur comme second argument (*len*). Elle retourne le nombre de caractères significatifs, c'est à dire la longueur de la chaîne sans ses blancs finaux.

ldchar

Copie une chaîne de longueur fixe vers une chaîne terminée par un NUL.

```
void ldchar(char *src, int len, char *dest);
```

La fonction reçoit la chaîne de longueur fixe à copier (*src*), sa longueur (*len*) et un pointeur vers la mémoire destinataire (*dest*). Notez que vous aurez besoin de réserver au moins *len*+1 octets pour la chaîne vers laquelle pointe *dest*. Cette fonction copie au plus *len* octets vers le nouvel emplacement (moins si la chaîne source a des blancs finaux) et ajoute le ter-

minateur NUL.

rgetmsg

```
int rgetmsg(int msgnum, char *s, int maxsize);
```

Cette fonction existe mais n'est pas implémentée pour le moment!

rtypalign

```
int rtypalign(int offset, int type);
```

Cette fonction existe mais n'est pas implémentée pour le moment!

rtypmsize

```
int rtypmsize(int type, int len);
```

Cette fonction existe mais n'est pas implémentée pour le moment!

rtypwidth

```
int rtypwidth(int sqltype, int sqllen);
```

Cette fonction existe mais n'est pas implémentée pour le moment!

rsetnull

Set a variable to NULL.

```
int rsetnull(int t, char *ptr);
```

La fonction reçoit un entier qui indique le type de variable et un pointeur vers la variable elle même, transtypé vers un pointeur char*.

The following types exist:

- CCHARTYPE - Pour une variable de type char ou char*
- CSHORTTYPE - Pour une variable de type short int
- CINTTYPE - Pour une variable de type int
- CBOOLTYPE - Pour une variable de type boolean
- CFLOATTYPE - Pour une variable de type float
- CLONGTYPE - Pour une variable de type long
- CDOUTLETYPE - Pour une variable de type double
- CDECIMALTYPE - Pour une variable de type decimal
- CDATETYPE - Pour une variable de type date
- CDTIMETYPE - Pour une variable de type timestamp

Voici un exemple d'appel à cette fonction:

```
$char c[ ] = "abc" ;
$short s = 17;
$int i = -74874;

rsetnull(CCHARTYPE, (char *) c);
rsetnull(CSHORTTYPE, (char *) &s);
rsetnull(CINTTYPE, (char *) &i);
```

risnull

Teste si une variable est NULL.

```
int risnull(int t, char *ptr);
```

Cette fonction reçoit le type d'une variable à tester (*t*) ainsi qu'un pointeur vers cette variable (*ptr*). Notez que ce dernier doit être transposé vers un *char**. Veuillez la fonction *rsetnull* pour une liste de types de variables possibles.

Voici un exemple de comment utiliser cette fonction:

```
$char c[] = "abc      ";
$short s = 17;
$int i = -74874;

risnull(CCHARTYPE, (char *) c);
risnull(CSHORTTYPE, (char *) &s);
risnull(CINTTYPE, (char *) &i);
```

34.15.5. Constantes Supplémentaires

Notez que toutes les constantes ici décrivent des erreurs et qu'elles sont toutes définies pour représenter des valeurs négatives. Dans les descriptions des différentes constantes vous pouvez aussi trouver la valeur que les constantes représentent dans l'implémentation actuelle. Toutefois, vous ne devriez pas vous fier à ce nombre. Vous pouvez toutefois vous appuyer sur le fait que toutes sont définies comme des valeurs négatives. values.

ECPG_INFORMIX_NUM_OVERFLOW

Les fonctions retournent cette valeur si un dépassement s'est produit dans un calcul. En interne, elle est définie à -1200 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_NUM_UNDERFLOW

Les fonctions retournent cette valeur si un sous-passement s'est produit dans un calcul. En interne, elle est définie à -1201 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_DIVIDE_ZERO

Les fonctions retournent cette valeur si une division par zéro a été tentée. En interne, elle est définie à -1202 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_BAD_YEAR

Les fonctions retournent cette valeur si une mauvaise valeur pour une année a été trouvée lors de l'analyse d'une date. En interne elle est définie à -1204 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_BAD_MONTH

Les fonctions retournent cette valeur si une mauvaise valeur pour un mois a été trouvée lors de l'analyse d'une date. En interne elle est définie à -1205 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_BAD_DAY

Les fonctions retournent cette valeur si une mauvaise valeur pour un jour a été trouvée lors de l'analyse d'une date. En interne elle est définie à -1206 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_ENOSHORTDATE

Les fonctions retournent cette valeur si une routine d'analyse a besoin d'une représentation courte de date mais que la chaîne passée n'était pas de la bonne longueur. En interne elle est définie à -1206 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_DATE_CONVERT

Les fonctions retournent cette valeur si une erreur s'est produite durant un formatage de date. En interne, elle est définie à -1210 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_OUT_OF_MEMORY

Les fonctions retournent cette valeur si elles se sont retrouvées à court de mémoire durant leur fonctionnement. En interne, elle est définie à -1211 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_ENOTDMY

Les fonctions retournent cette valeur si la routine d'analyse devait recevoir un masque de formatage (comme mmddyy) mais que tous les champs n'étaient pas listés correctement. En interne, elle est définie à -1212 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_BAD_NUMERIC

Les fonctions retournent cette valeur soit parce qu'une routine d'analyse ne peut pas analyser la représentation textuelle d'une valeur numérique parce qu'elle contient des erreurs, soit parce qu'une routine ne peut pas terminer un calcul impliquant des variables numeric parce qu'au moins une des variables numeric est invalide. En interne, elle est définie à -1213 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_BAD_EXPONENT

Les fonctions retournent cette valeur si elles n'ont pas réussi à analyser l'exposant de la représentation textuelle d'une valeur numérique. En interne, elle est définie à -1216 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_BAD_DATE

Les fonctions retournent cette valeur si une chaîne de date invalide leur a été passée. En interne, elle est définie à -1218 (la définition Informix™).

ECPG_INFORMIX_EXTRA_CHARS

Les fonctions retournent cette valeur si trop de caractères ont été trouvés dans la représentation textuelle d'un format date. En interne, elle est définie à -1264 (la définition Informix™).

34.16. Fonctionnement Interne

Cette section explique comment ECPG fonctionne en interne. Cette information peut être utile pour comprendre comment utiliser ECPG.

Les quatre premières lignes écrites sur la sortie par **ecpq** sont des lignes fixes. Deux sont des commentaires et deux sont des lignes d'inclusion nécessaires pour s'interfacer avec la librairie. Puis le préprocesseur lit le fichier et écrit la sortie. La plupart du temps, il répète simplement tout dans la sortie.

Quand il voit un ordre **EXEC SQL**, il intervient et le modifie. La commande débute par **EXEC SQL** et se termine par ;. Tout ce qui se trouve entre deux est traité comme un ordre SQL et analysé pour substitution de variables.

Une substitution de variable se produit quand un symbole commence par un deux-points (:). La variable dont c'est le nom est recherchée parmi les variables qui ont été précédemment déclarées dans une section **EXEC SQL DECLARE**.

La fonction la plus importante de la librairie est **ECPGdo**, qui s'occupe de l'exécution de la plupart des commandes. Elle prend un nombre variable d'arguments. Le nombre de ces arguments peut rapidement dépasser la cinquantaine, et nous espérons que cela ne posera de problème sur aucune plateforme.

Les arguments sont:

Un numéro de ligne

C'est le numéro de la ligne originale; c'est utilisé uniquement pour les messages d'erreur.

Une chaîne

C'est la commande SQL à exécuter. Elle est modifiée par les variables d'entrée, c'est à dire les variables qui n'étaient pas connues au moment de la compilation mais qui doivent tout de même faire partie de la commande. Aux endroits où ces variables doivent être positionnées, la chaîne contient des ?.

Variables d'Entrée

Chaque variable d'entrée entraîne la création de dix arguments. (Voir plus bas.)

ECPGt_EOIT

Un enum annonçant qu'il n'y a pas de variable d'entrées supplémentaires.

Variables de Sortie

Chaque variable de sortie entraîne la création de dix arguments. (Voir plus bas.) Ces variables sont renseignées par la fonction.

ECPGt_EORT

Un enum annonçant qu'il n'y a plus de variables.

Pour chaque variable qui fait partie d'une commande SQL, la fonction reçoit dix arguments:

1. Le type sous forme de symbole spécial.
2. Un pointeur vers la valeur ou un pointeur vers le pointeur.

3. La taille de la variable si elle est char ou varchar.
4. Le nombre d'éléments du tableau (pour les fetch sur tableau).
5. Le décalage vers le prochain élément du tableau (pour les fetch sur tableau).
6. Le type de la variable indicateur sous forme de symbole spécial.
7. Un pointeur vers la variable indicateur.
8. 0
9. Le nombre d'éléments du tableau d'indicateurs (pour les fetch sur tableau).
- 10 Le décalage vers le prochain élément du tableau d'indicateurs (pour les fetch sur tableau).

Notez que toutes les commandes SQL ne sont pas traitées de cette façon. Par exemple, un ordre d'ouverture de curseur comme:
Notez que toutes les commandes SQL ne sont pas traitées de cette façon. Par exemple, un ordre d'ouverture de curseur comme:

```
EXEC SQL OPEN cursor;
```

n'est pas copié vers la sortie. À la place, la commande de curseur **DECLARE** est utilisée à l'endroit de la commande **OPEN** parce qu'elle ouvre effectivement le curseur.

Voici un exemple complet expliquant la sortie du préprocesseur sur un fichier `foo.pgc` (quelques détails pourraient changer en fonction de la version exacte du préprocesseur):

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
int index;
int result;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
...
EXEC SQL SELECT res INTO :result FROM mytable WHERE index = :index;
```

is translated into:

```
/* Processed by ecpg (2.6.0) */
/* These two include files are added by the preprocessor */
#include <ecpgtype.h>;
#include <ecpglib.h>;

/* exec sql begin declare section */

#line 1 "foo.pgc"

int index;
int result;
/* exec sql end declare section */
...
ECPGdo(__LINE__, NULL, "SELECT res FROM mytable WHERE index = ?      ",
       ECPGt_int,&(index),1L,1L,sizeof(int),
       ECPGt_NO_INDICATOR, NULL , 0L, 0L, 0L, ECPGt_EOIT,
       ECPGt_int,&(result),1L,1L,sizeof(int),
       ECPGt_NO_INDICATOR, NULL , 0L, 0L, 0L, ECPGt_EORT);
#line 147 "foo.pgc"
```

(L'indentation est ajoutée ici pour améliorer la lisibilité et n'est pas quelque chose que le préprocesseur effectue).

Chapitre 35. Schéma d'information

Le schéma d'information consiste en un ensemble de vues contenant des informations sur les objets définis dans la base de données courante. Le schéma d'information est défini dans le standard SQL et, donc supposé portable et stable -- contrairement aux catalogues système qui sont spécifiques à PostgreSQL™ et modelés suivant l'implantation. Néanmoins, les vues du schéma d'information ne contiennent pas d'informations sur les fonctionnalités spécifiques à PostgreSQL™ ; pour cela, on utilise catalogues système et autres vues spécifiques à PostgreSQL™.



Note

En demandant des informations sur les contraintes dans la base de données, il est possible qu'une requête conforme au standard s'attendant à ne récupérer qu'une ligne en récupère en fait plusieurs. Ceci est dû au fait que le standard SQL requiert que les noms des contraintes soient uniques dans un même schéma mais PostgreSQL™ ne force pas cette restriction. Les noms de contraintes créés automatiquement par PostgreSQL™ évitent les doublons dans le même schéma mais les utilisateurs peuvent spécifier explicitement des noms existant déjà.

Ce problème peut apparaître lors de la consultation de vues du schéma d'informations, comme par exemple `check_constraint_routine_usage`, `check_constraints`, `domain_constraints` et `referential_constraints`. Certaines autres vues ont des problèmes similaires mais contiennent le nom de la table pour aider à distinguer les lignes dupliquées, par exemple `constraint_column_usage`, `constraint_table_usage`, `table_constraints`.

35.1. Le schéma

Le schéma d'information est lui-même un schéma nommé `information_schema`. Ce schéma existe automatiquement dans toutes les bases de données. Le propriétaire de ce schéma est l'utilisateur initial du cluster. Il a naturellement tous les droits sur ce schéma, dont la possibilité de le supprimer (mais l'espace gagné ainsi sera minuscule).

Par défaut, le schéma d'information n'est pas dans le chemin de recherche des schémas. Il est donc nécessaire d'accéder à tous les objets qu'il contient via des noms qualifiés. Comme les noms de certains objets du schéma d'information sont des noms génériques pouvant survenir dans les applications utilisateur, il convient d'être prudent avant de placer le schéma d'information dans le chemin.

35.2. Types de données

Les colonnes des vues du schéma d'information utilisent des types de données spéciaux, définis dans le schéma d'information. Ils sont définis comme des domaines simples sur des types internes. Vous normal, il est préférable de ne pas utiliser ces types en dehors du schéma d'information, mais les applications doivent pouvoir les utiliser si des sélections sont faites dans le schéma d'information.

Ces types sont :

`cardinal_number`

Un entier non négatif.

`character_data`

Une chaîne de caractères (sans longueur maximale indiquée).

`sql_identifier`

Une chaîne de caractères. Elle est utilisée pour les identifiants SQL, le type de données `character_data` est utilisé pour tout autre type de données texte.

`time_stamp`

Un domaine au-dessus du type `timestamp with time zone`

`yes_or_no`

Un domaine dont le type correspond à une chaîne de caractères, qui contient soit YES soit NO. C'est utilisé pour représenter des données booléennes (true/false) dans le schéma d'informations. (Le schéma d'informations était inventé avant l'ajout du type `boolean` dans le standard SQL, donc cette convention est nécessaire pour conserver la compatibilité avec le schéma d'informations.)

Chaque colonne du schéma d'information est de l'un des ces cinq types.

35.3. information_schema_catalog_name

information_schema_catalog_name est une table qui contient en permanence une ligne et une colonne contenant le nom de la base de données courante (catalogue courant dans la terminologie SQL).

Tableau 35.1. Colonnes de information_schema_catalog_name

Nom	Type de données	Description
catalog_name	sql_identifier	Nom de la base de données contenant ce schéma d'informations

35.4. administrable_role_authorizations

La vue administrable_role_authorizations identifie tous les rôles pour lesquelles l'utilisateur courant possède l'option ADMIN.

Tableau 35.2. Colonnes de administrable_role_authorizations

Nom	Type de données	Description
grantee	sql_identifier	Nom du rôle pour lequel cette appartenance de rôle a été donnée (peut être l'utilisateur courant ou un rôle différent dans le cas d'appartenances de rôles imbriquées).
role_name	sql_identifier	Nom d'un rôle
is_grantable	yes_or_no	Toujours YES

35.5. applicable_roles

La vue applicable_roles identifie tous les rôles dont l'utilisateur courant peut utiliser les droits. Cela signifie qu'il y a certaines chaînes de donation des droits de l'utilisateur courant au rôle en question. L'utilisateur lui-même est un rôle applicable. L'ensemble de rôles applicables est habituellement utilisé pour la vérification des droits.

Tableau 35.3. Colonnes de applicable_roles

Nom	Type de données	Description
grantee	sql_identifier	Nom du rôle à qui cette appartenance a été donnée (peut être l'utilisateur courant ou un rôle différent dans le cas d'appartenances de rôles imbriquées)
role_name	sql_identifier	Nom d'un rôle
is_grantable	yes_or_no	YES si le bénéficiaire a l'option ADMIN sur le rôle, NO dans le cas contraire

35.6. attributes

La vue attributes contient des informations sur les attributs des types de données composites définis dans la base. (La vue ne donne pas d'informations sur les colonnes de table, qui sont quelque fois appelées attributs dans le contexte de PostgreSQL.) Seuls ces attributs sont affichés plutôt que ceux auxquels l'utilisateur courant a accès (s'il est le propriétaire ou a des droits sur le type).

Tableau 35.4. Colonnes de attributes

Nom	Type de données	Description
udt_catalog	sql_identifier	Nom de la base contenant le type de données (toujours la base courante)
udt_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le type de don-

Nom	Type de données	Description
		nées
udt_name	sql_identifier	Nom du type de données
attribute_name	sql_identifier	Nom de l'attribut
ordinal_position	cardinal_number	Position de l'attribut dans le type de données (le décompte commence à 1)
attribute_default	character_data	Expression par défaut de l'attribut
is_nullable	yes_or_no	YES si l'attribut peut être NULL, NO dans le cas contraire.
data_type	character_data	Type de données de l'attribut s'il s'agit d'un type interne ou ARRAY s'il s'agit d'un tableau (dans ce cas, voir la vue element_types), sinon USER-DEFINED (dans ce cas, le type est identifié dans attribute_udt_name et les colonnes associées).
character_maximum_length	cardinal_number	Si data_type identifie un caractère ou une chaîne de bits, la longueur maximale déclarée ; NULL pour tous les autres types de données ou si aucune longueur maximale n'a été déclarée.
character_octet_length	cardinal_number	Si data_type identifie un type caractère, la longueur maximale en octets (bytes) d'un datum ; NULL pour tous les autres types de données. La longueur maximale en octets dépend de la longueur maximum déclarée en caractères (voir ci-dessus) et l'encodage du serveur.
character_set_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible avec PostgreSQL™
character_set_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible avec PostgreSQL™
character_set_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible avec PostgreSQL™
collation_catalog	sql_identifier	Nom de la base contenant le collationnement de l'attribut (toujours la base de données courante), NULL s'il s'agit du collationnement par défaut ou si le type de données de l'attribut ne peut pas avoir de collationnement
collation_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le collationnement de l'attribut, NULL s'il s'agit du collationnement par défaut ou si le type de données de l'attribut ne peut pas avoir de collationnement
collation_name	sql_identifier	Nom du collationnement de l'attribut, NULL s'il s'agit du collationnement par défaut ou si le type de données de l'attribut ne peut pas avoir de collationnement
numeric_precision	cardinal_number	Si data_type identifie un type numérique, cette colonne contient la précision (déclarée ou implicite) du type pour cet attribut. La précision indique le nombre de chiffres significatifs. Elle peut être exprimée en décimal (base 10) ou en binaire (base 2) comme le précise la colonne nu-

Nom	Type de données	Description
		meric_precision_radix. Pour tous les autres types de données, cette colonne vaut NULL.
numeric_precision_radix	cardinal_number	Si data_type identifie un type numérique, cette colonne indique la base d'expression des colonnes numeric_precision et numeric_scale. La valeur est soit 2 soit 10. Pour tous les autres types de données, cette colonne est NULL.
numeric_scale	cardinal_number	Si data_type identifie un type numérique exact, cette colonne contient l'échelle (déclarée ou implicite) du type pour cet attribut. L'échelle indique le nombre de chiffres significatifs à droite du point décimal. Elle peut être exprimée en décimal (base 10) ou en binaire (base 2) comme le précise la colonne numeric_precision_radix. Pour tous les autres types de données, cette colonne est NULL.
datetime_precision	cardinal_number	Si data_type identifie une date, une heure, un horodatage ou un interval, cette colonne contient la précision en secondes (déclarée ou implicite) pour cet attribut, c'est-à-dire le nombre de chiffres décimaux suivant le point décimal de la valeur en secondes. Pour tous les autres types de données, cette colonne est NULL.
interval_type	character_data	Si data_type identifie un type d'intervalle, cette colonne contient la spécification des champs que les intervalles incluent pour cet attribut, par exemple YEAR TO MONTH, DAY TO SECOND, etc. Si aucune restriction de champs n'est spécifiée (autrement dit, l'intervalle accepte tous les champs) et pour tous les autres types de données, ce champ est NULL.
interval_precision	character_data	cardinal_number
attribute_udt_catalog	sql_identifier	Nom de la base dans laquelle le type de données de l'attribut est défini (toujours la base courante)
attribute_udt_schema	sql_identifier	Nom du schéma dans lequel le type de données de l'attribut est défini
attribute_udt_name	sql_identifier	Nom du type de données de l'attribut
scope_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
scope_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
scope_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
maximum_cardinality	cardinal_number	Toujours NULL car les tableaux ont toujours une cardinalité maximale dans PostgreSQL™
dtd_identifier	sql_identifier	Un identifiant du descripteur du type de

Nom	Type de données	Description
		données de la colonne, unique parmi les descripteurs de types de données de la table. Ceci est principalement utile pour des jointures avec d'autres instances de tels identifiants. (Le format spécifique de l'identifiant n'est pas défini et il n'est pas garanti qu'il reste identique dans les versions futures.)
is_derived_reference_attribute	yes_or_no	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™

Voir aussi dans Section 35.16, « `columns` », une vue structurée de façon similaire, pour plus d'informations sur certaines colonnes.

35.7. character_sets

La vue `character_sets` identifie les jeux de caractères disponibles pour la base de données courante. Comme PostgreSQL ne supporte pas plusieurs jeux de caractères dans une base de données, cette vue n'en affiche qu'une, celle qui correspond à l'encodage de la base de données.

Les termes suivants sont utilisés dans le standard SQL :

répertoire de caractères (*character repertoire*)

Un ensemble abstrait de caractères, par exemple `UNICODE`, `UCS` ou `LATIN1`. Non exposé en tant qu'objet SQL mais visible dans cette vue.

forme d'encodage de caractères (*character encoding form*)

Un encodage d'un certain répertoire de caractères. La plupart des anciens répertoires de caractères utilisent seulement un encodage. Du coup, il n'y a pas de noms séparés pour eux (par exemple `LATIN1` est une forme d'encodage applicable au répertoire `LATIN1`). Par contre, Unicode dispose des formats d'encodage `UTF8`, `UTF16`, etc. (ils ne sont pas tous supportés par PostgreSQL). Les formes d'encodage ne sont pas exposés comme un objet SQL mais ils sont visibles dans cette vue.

jeu de caractères (*character set*)

Un objet SQL nommé qui identifie un répertoire de caractères, un encodage de caractères et un collationnement par défaut. Un jeu de caractères prédéfini aura généralement le même nom qu'une forme d'encodage mais les utilisateurs peuvent définir d'autres noms. Par exemple, le jeu de caractères `UTF8` identifiera typiquement le répertoire des caractères `UCS`, la forme d'encodage `UTF8` et un collationnement par défaut.

Dans PostgreSQL, un « encodage » peut être vu comme un jeu de caractères ou une forme d'encodage des caractères. Ils auront le même nom et il n'y en a qu'un dans une base de données.

Tableau 35.5. Colonnes de `character_sets`

Nom	Type de données	Description
<code>character_set_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Les jeux de caractères ne sont pas actuellement implémentés comme des objets du schéma, donc cette colonne est NULL.
<code>character_set_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Les jeux de caractères ne sont pas actuellement implémentés comme des objets du schéma, donc cette colonne est NULL.
<code>character_set_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du jeu de caractères, mais affiche actuellement le nom de l'encodage de la base de données
<code>character_repertoire</code>	<code>sql_identifier</code>	Répertoire des caractères, affichant UCS si l'encodage est <code>UTF8</code> , et le nom de l'encodage sinon
<code>form_of_use</code>	<code>sql_identifier</code>	Forme d'encodage des caractères, identique à l'encodage de la base de données
<code>default_collate_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données contenant le collationnement par défaut (toujours la

Nom	Type de données	Description
		base de données courante si un collationnement est identifié)
default_collate_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le collationnement par défaut
default_collate_name	sql_identifier	Nom du collationnement par défaut. Il est identifié comme le collationnement qui correspond aux paramètres COLLATE et CTYPE pour la base de données courante. S'il n'y a pas de collationnement, cette colonne, le schéma associé et les colonnes du catalogue sont NULL.

35.8. check_constraint_routine_usage

La vue check_constraint_routine_usage identifie les routines (fonctions et procédures) utilisées par une contrainte de vérification. Seules sont présentées les routines qui appartiennent à un rôle couramment actif.

Tableau 35.6. Colonnes de check_constraint_routine_usage

Nom	Type de données	Description
constraint_catalog	sql_identifier	Nom de la base contenant la contrainte (toujours la base courante)
constraint_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant la contrainte
constraint_name	sql_identifier	Nom de la contrainte
specific_catalog	sql_identifier	Nom de la base contenant la fonction (toujours la base courante)
specific_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant la fonction
specific_name	sql_identifier	Le « nom spécifique » de la fonction. Voir Section 35.40, « routines » pour plus d'informations.

35.9. check_constraints

La vue check_constraints contient toutes les contraintes de vérification définies sur une table ou un domaine, possédées par un rôle couramment actif (le propriétaire d'une table ou d'un domaine est le propriétaire de la contrainte).

Tableau 35.7. Colonnes de check_constraints

Nom	Type de données	Description
constraint_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant la contrainte (toujours la base de données courante)
constraint_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant la contrainte
constraint_name	sql_identifier	Nom de la contrainte
check_clause	character_data	L'expression de vérification de la contrainte

35.10. collations

La vue collations contient les collationnements disponibles dans la base de données courante.

Tableau 35.8. Colonnes de collations

Nom	Type de données	Description
collation_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant le collationnement (toujours la base de données courante)
collation_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le collationnement
collation_name	sql_identifier	Nom du collationnement par défaut
pad_attribute	character_data	Toujours NO PAD (l'alternative PAD SPACE n'est pas supportée par PostgreSQL.)

35.11. collation_character_set_applicability

La vue `collation_character_set_applicability` identifie les jeux de caractères applicables aux collationnements disponibles. Avec PostgreSQL, il n'existe qu'un jeu de caractères par base de données (voir les explications dans Section 35.7, « `character_sets` »), donc cette vue ne fournit pas beaucoup d'informations utiles.

Tableau 35.9. Colonnes de `collation_character_set_applicability`

Nom	Type de données	Description
collation_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant le collationnement (toujours la base de données courante)
collation_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le collationnement
collation_name	sql_identifier	Nom du collationnement par défaut
character_set_catalog	sql_identifier	Les jeux de caractères ne sont pas actuellement implémentés comme des objets du schéma, donc cette colonne est NULL.
character_set_schema	sql_identifier	Les jeux de caractères ne sont pas actuellement implémentés comme des objets du schéma, donc cette colonne est NULL.
character_set_name	sql_identifier	Nom du jeu de caractères

35.12. column_domain_usage

La vue `column_domain_usage` identifie toutes les colonnes (d'une table ou d'une vue) utilisant un domaine défini dans la base de données courante et possédé par un rôle couramment actif.

Tableau 35.10. Colonnes de `column_domain_usage`

Nom	Type de données	Description
domain_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant le domaine (toujours la base de données courante)
domain_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le domaine
domain_name	sql_identifier	Nom du domaine
table_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant la table (toujours la base de données courante)
table_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant la table
table_name	sql_identifier	Nom de la table
column_name	sql_identifier	Nom de la colonne

35.13. column_options

La vue `column_options` contient toutes les options définies pour les colonnes des tables étrangères de la base de données courante. Seules sont montrées les tables étrangères auxquelles l'utilisateur courant a accès (soit parce qu'il en est le propriétaire soit parce qu'il dispose de certains droits dessus)

Tableau 35.11. Colonnes de column_options

Nom	Type de données	Description
table_catalog	sql_identifier	Nom de la base contenant la table distance (toujours la base de données courante)
table_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant la table distance
table_name	sql_identifier	Nom de la table distante
column_name	sql_identifier	Nom de la colonne
option_name	sql_identifier	Nom de l'option
option_value	character_data	Valeur de l'option

35.14. column_privileges

La vue `column_privileges` identifie tous les droits octroyés sur les colonnes à un rôle couramment actif ou par un rôle couramment actif. Il existe une ligne pour chaque combinaison colonne, donneur (*grantor*) et receveur (*grantee*).

Si un droit a été donné sur une table entière, il s'affichera dans cette vue comme un droit sur chaque colonne, mais seulement pour les types de droits où la granularité par colonne est possible : `SELECT`, `INSERT`, `UPDATE`, `REFERENCES`.

Tableau 35.12. Colonnes de column_privileges

Nom	Type de données	Description
grantor	sql_identifier	Nom du rôle ayant accordé le privilège
grantee	sql_identifier	Nom du rôle receveur
table_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la table qui contient la colonne (toujours la base de données courante)
table_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la table qui contient la colonne
table_name	sql_identifier	Nom de la table qui contient la colonne
column_name	sql_identifier	Nom de la colonne
privilege_type	character_data	Type de privilège : <code>SELECT</code> , <code>INSERT</code> , <code>UPDATE</code> ou <code>REFERENCES</code>
is_grantable	yes_or_no	YES si le droit peut être accordé, NO sinon

35.15. column_udt_usage

La vue `column_udt_usage` identifie toutes les colonnes qui utilisent les types de données possédés par un rôle actif. Avec PostgreSQL™, les types de données internes se comportent comme des types utilisateur, ils apparaissent aussi ici. Voir aussi la Section 35.16, « `columns` » pour plus de détails.

Tableau 35.13. Colonnes de column_udt_usage

Nom	Type de données	Description
udt_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données dans laquelle le type de donnée de la colonne (le type sous-jacent du domaine, si applicable) est défini (toujours la base de données courante).
udt_schema	sql_identifier	Nom du schéma dans lequel le type de donnée de la colonne (le type sous-jacent du domaine, si applicable) est défini.

Nom	Type de données	Description
udt_name	sql_identifier	Nom du type de données de la colonne (le type sous-jacent du domaine, si applicable).
table_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant la table (toujours la base de données courante).
table_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant la table.
table_name	sql_identifier	Nom de la table.
column_name	sql_identifier	Nom de la colonne.

35.16. columns

La vue `columns` contient des informations sur toutes les colonnes de table (et colonnes de vue) de la base. Les colonnes système (`oid`, etc.) ne sont pas incluses. Seules les colonnes auxquelles l'utilisateur a accès (par propriété ou par privilèges) sont affichées.

Tableau 35.14. Colonnes de `columns`

Nom	Type de données	Description
table_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant la table (toujours la base de données courante)
table_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant la table
table_name	sql_identifier	Nom de la table
column_name	sql_identifier	Nom de la colonne
ordinal_position	cardinal_number	Position de la colonne dans la table (la numérotation commençant à 1)
column_default	character_data	Expression par défaut de la colonne
is_nullable	yes_or_no	YES si la colonne est <i>Nullable</i> (elle admet une absence de valeur), NO dans le cas contraire. La contrainte NOT NULL n'est pas la seule façon de définir qu'une colonne n'est pas <i>Nullable</i> .
data_type	character_data	Le type de données de la colonne, s'il s'agit d'un type interne ou ARRAY s'il s'agit d'un tableau (dans ce cas, voir la vue <code>element_types</code>), USER-DEFINED dans les autres cas (le type est alors identifié dans <code>udt_name</code> et colonnes associées). Si la colonne est fondée sur un domaine, cette colonne est une référence au type sous-jacent du domaine (et le domaine est identifié dans <code>domain_name</code> et colonnes associées).
character_maximum_length	cardinal_number	Si <code>data_type</code> identifie un type chaîne de caractères ou chaîne de bits, la longueur maximale déclarée ; NULL pour tous les autres types de données ou si aucune longueur maximale n'a été déclarée.
character_octet_length	cardinal_number	Si <code>data_type</code> identifie un type caractère, la longueur maximale en octets (bytes) d'un datum ; NULL pour tous les autres types de données. La longueur maximale en octets dépend de la longueur maximum déclarée en caractères (voir ci-dessus) et l'encodage du serveur.
numeric_precision	cardinal_number	Si <code>data_type</code> identifie un type numérique, cette colonne contient la précision (déclarée ou implicite) du type pour ce domaine. La précision indique le nombre de chiffres significatifs. Elle peut être exprimée en décimal (base 10) ou en binaire (base 2) comme indiqué dans la colonne <code>numeric_precision_radix</code> . Pour tous les autres types de données, la colonne est NULL.
numeric_precision_radix	cardinal_number	Si <code>data_type</code> identifie un type numérique, cette colonne indique dans quelle base les valeurs des colonnes numé-

Nom	Type de données	Description
		ric_precision et numeric_scale sont exprimées. La valeur est 2 ou 10. Pour tous les autres types de données, cette colonne est NULL.
numeric_scale	cardinal_number	Si data_type identifie un type numeric exact, cette colonne contient l'échelle (déclarée ou implicite) du type pour ce domaine. L'échelle indique le nombre de chiffres significatifs à la droite du point décimal. Elle peut être exprimée en décimal (base 10) ou en binaire (base 2), comme indiqué dans la colonne numeric_precision_radix. Pour tous les autres types de données, cette colonne est NULL.
datetime_precision	cardinal_number	Si data_type identifie une date, une heure, un horodatage ou un interval, cette colonne contient la précision en secondes (déclarée ou implicite) pour cet attribut, c'est-à-dire le nombre de chiffres décimaux suivant le point décimal de la valeur en secondes. Pour tous les autres types de données, cette colonne est NULL.
interval_type	character_data	Si data_type identifie un type d'intervalle, cette colonne contient la spécification des champs que les intervalles incluent pour cette colonne, par exemple YEAR TO MONTH, DAY TO SECOND, etc. Si aucune restriction de champs n'est spécifiée (autrement dit, l'intervalle accepte tous les champs) et pour tous les autres types de données, ce champ est NULL.
interval_precision	character_data	cardinal_number
character_set_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
character_set_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
character_set_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
collation_catalog	sql_identifier	Nom de la base contenant le collationnement de l'attribut (toujours la base de données courante), NULL s'il s'agit du collationnement par défaut ou si le type de données de l'attribut ne peut pas avoir de collationnement
collation_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le collationnement de l'attribut, NULL s'il s'agit du collationnement par défaut ou si le type de données de l'attribut ne peut pas avoir de collationnement
collation_name	sql_identifier	Nom du collationnement de l'attribut, NULL s'il s'agit du collationnement par défaut ou si le type de données de l'attribut ne peut pas avoir de collationnement
domain_catalog	sql_identifier	Si la colonne a un type domaine, le nom de la base de données où le type est défini (toujours la base de données courante), sinon NULL.
domain_schema	sql_identifier	Si la colonne a un type domaine, le nom du schéma où le domaine est défini, sinon NULL.
domain_name	sql_identifier	Si la colonne a un type de domaine, le nom du domaine, sinon NULL.
udt_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données où le type de données de la colonne (le type sous-jacent du domaine, si applicable) est défini (toujours la base de données courante).
udt_schema	sql_identifier	Nom du schéma où le type de données de la colonne (le type sous-jacent du domaine, si applicable) est défini.
udt_name	sql_identifier	Nom du type de données de la colonne (le type sous-jacent du domaine, si applicable).

Nom	Type de données	Description
scope_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
scope_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
scope_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
maximum_cardinality	cardinal_number	Toujours NULL car les tableaux ont toujours une cardinalité maximale illimitée avec PostgreSQL™.
dtd_identifier	sql_identifier	Un identifiant du descripteur du type de données de la colonne, unique parmi les descripteurs de type de données contenus dans la table. Ceci est principalement utile pour joindre d'autres instances de ces identifiants. (Le format spécifique de l'identifiant n'est pas défini et rien ne permet d'assurer qu'il restera inchangé dans les versions futures.)
is_self_referencing	yes_or_no	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
is_identity	yes_or_no	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
identity_generation	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
identity_start	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
identity_increment	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
identity_maximum	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
identity_minimum	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
identity_cycle	yes_or_no	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
is_generated	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
generation_expression	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
is_updatable	yes_or_no	YES si la colonne est actualisable, NO dans le cas contraire (les colonnes des tables sont toujours modifiables, les colonnes des vues ne le sont pas nécessairement).

Puisqu'en SQL les possibilités de définir les types de données sont nombreuses, et que PostgreSQL™ offre des possibilités supplémentaires, leur représentation dans le schéma d'information peut s'avérer complexe.

La colonne `data_type` est supposée identifier le type de données interne sous-jacent de la colonne. Avec PostgreSQL™, cela signifie que le type est défini dans le schéma du catalogue système `pg_catalog`. Cette colonne est utile si l'application sait gérer les types internes (par exemple, formater les types numériques différemment ou utiliser les données dans les colonnes de précision). Les colonnes `udt_name`, `udt_schema` et `udt_catalog` identifient toujours le type de données sous-jacent de la colonne même si la colonne est basée sur un domaine.

Puisque PostgreSQL™ traite les types internes comme des types utilisateur, les types internes apparaissent aussi ici. Il s'agit d'une extension du standard SQL.

Toute application conçue pour traiter les données en fonction du type peut utiliser ces colonnes, car, dans ce cas, il importe peu de savoir si la colonne est effectivement fondée sur un domaine. Si la colonne est fondée sur un domaine, l'identité du domaine est stockée dans les colonnes `domain_name`, `domain_schema` et `domain_catalog`. Pour assembler les colonnes avec leurs types de données associés et traiter les domaines comme des types séparés, on peut écrire `coalesce(domain_name, udt_name)`, etc.

35.17. constraint_column_usage

La vue `constraint_column_usage` identifie toutes les colonnes de la base de données courante utilisées par des contraintes. Seules sont affichées les colonnes contenues dans une table possédée par un rôle connecté. Pour une contrainte de vérification, cette vue identifie les colonnes utilisées dans l'expression de la vérification. Pour une contrainte de clé étrangère, cette vue identifie les colonnes que la clé étrangère référence. Pour une contrainte d'unicité ou de clé primaire, cette vue identifie les colonnes contraintes.

Tableau 35.15. Colonnes de constraint_column_usage

Nom	Type de données	Description
<code>table_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données contenant la table contenant la colonne utilisée par certaines contraintes (toujours la base de données courante)
<code>table_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma contenant la table contenant la colonne utilisée par certaines contraintes
<code>table_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la table contenant la colonne utilisée par certaines contraintes
<code>column_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la colonne utilisée par certaines contraintes
<code>constraint_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données contenant la contrainte (toujours la base de données courante)
<code>constraint_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma contenant la contrainte
<code>constraint_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la contrainte

35.18. constraint_table_usage

La vue `constraint_table_usage` identifie toutes les tables de la base de données courante utilisées par des contraintes et possédées par un rôle actuellement activé. (Cela diffère de la vue `table_constraints` qui identifie toutes les contraintes et la table où elles sont définies.) Pour une contrainte de clé étrangère, cette vue identifie la table que la clé étrangère référence. Pour une contrainte d'unicité ou de clé primaire, cette vue identifie simplement la table à laquelle appartient la contrainte. Les contraintes de vérification et les contraintes de non nullité (NOT NULL) ne sont pas incluses dans cette vue.

Tableau 35.16. Colonnes de constraint_table_usage

Nom	Type de données	Description
<code>table_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données contenant la table utilisée par quelques contraintes (toujours la base de données courante)
<code>table_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma contenant la table utilisée par quelque contrainte
<code>table_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la table utilisée par quelque contrainte
<code>constraint_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données contenant la contrainte (toujours la base de données courante)
<code>constraint_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma contenant la contrainte
<code>constraint_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la contrainte

35.19. data_type_privileges

La vue `data_type_privileges` identifie tous les descripteurs de type de données auxquels l'utilisateur a accès, parce qu'il en est le propriétaire ou parce qu'il dispose de quelque droit sur le descripteur. Un descripteur de type de données est créé lorsqu'un type de données est utilisé dans la définition d'une colonne de table, d'un domaine ou d'une fonction (en tant que paramètre ou code de retour). Il stocke alors quelques informations sur l'utilisation du type de données (par exemple la longueur maximale déclarée, si applicable). Chaque descripteur de type de données se voit affecter un identifiant unique parmi les descripteurs de type de données affectés à un objet (table, domaine, fonction). Cette vue n'est probablement pas utile pour les applications, mais elle est utilisée pour définir d'autres vues dans le schéma d'information.

Tableau 35.17. Colonnes de data_type_privileges

Nom	Type de données	Description
object_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant l'objet décrit (toujours la base de données courante)
object_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant l'objet décrit
object_name	sql_identifier	Nom de l'objet décrit
object_type	character_data	Le type d'objet décrit : fait partie de TABLE (le descripteur de type de données concerne une colonne de cette table), DOMAIN (le descripteur concerne ce domaine), ROUTINE (le descripteur est lié à un type de paramètre ou de code de retour de cette fonction).
dtd_identifier	sql_identifier	L'identifiant du descripteur de type de données, unique parmi les descripteurs de type de données pour le même objet.

35.20. domain_constraints

La vue domain_constraints contient toutes les contraintes appartenant à des domaines définis dans la base de données courante. Seuls sont affichés les contraintes auxquelles l'utilisateur a accès (soit parce qu'il en est le propriétaire, soit parce qu'il possède certains droits dessus).

Tableau 35.18. Colonnes de domain_constraints

Nom	Type de données	Description
constraint_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant la contrainte (toujours la base de données courante)
constraint_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant la contrainte
constraint_name	sql_identifier	Nom de la contrainte
domain_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant le domaine (toujours la base de données courante)
domain_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le domaine
domain_name	sql_identifier	Nom du domaine
is_deferrable	yes_or_no	YES si la vérification de la contrainte peut être différée, NO sinon
initially_deferred	yes_or_no	YES si la vérification de la contrainte, qui peut être différée, est initialement différée, NO sinon

35.21. domain_udt_usage

La vue domain_udt_usage identifie tous les domaines utilisant les types de données possédés par un rôle actif. Sous PostgreSQL™, les types de données internes se comportent comme des types utilisateur. Ils sont donc inclus ici.

Tableau 35.19. Colonnes de domain_udt_usage

Nom	Type de données	Description
udt_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données de définition du type de données domaine (toujours la base de données courante)
udt_schema	sql_identifier	Nom du schéma de définition du type de données domaine
udt_name	sql_identifier	Nom du type de données domaine
domain_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant le domaine (toujours la base de données courante)
domain_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le domaine

Nom	Type de données	Description
domain_name	sql_identifier	Nom du domaine

35.22. domains

La vue `domains` contient tous les domaines définis dans la base de données courante. Seuls sont affichés les domaines auxquels l'utilisateur a accès (soit parce qu'il en est le propriétaire, soit parce qu'il possède certains droits dessus).

Tableau 35.20. Colonnes de domains

Nom	Type de données	Description
domain_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant le domaine (toujours la base de données courante)
domain_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le domaine
domain_name	sql_identifier	Nom du domaine
data_type	character_data	Type de données du domaine s'il s'agit d'un type interne, ou ARRAY s'il s'agit d'un tableau (dans ce cas, voir la vue <code>element_types</code>), sinon USER-DEFINED (dans ce cas, le type est identifié dans <code>udt_name</code> et comprend des colonnes associées).
character_maximum_length	cardinal_number	Si le domaine a un type caractère ou chaîne de bits, la longueur maximale déclarée ; NULL pour tous les autres types de données ou si aucune longueur maximale n'a été déclarée.
character_octet_length	cardinal_number	Si le domaine a un type caractère, la longueur maximale en octets (bytes) d'un datum ; NULL pour tous les autres types de données. La longueur maximale en octets dépend de la longueur maximum déclarée en caractères (voir ci-dessus) et l'encodage du serveur.
character_set_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
character_set_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
character_set_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
collation_catalog	sql_identifier	Nom de la base contenant le collationnement du domaine (toujours la base de données courante), NULL s'il s'agit du collationnement par défaut ou si le type de données de l'attribut ne peut pas avoir de collationnement
collation_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le collationnement du domaine, NULL s'il s'agit du collationnement par défaut ou si le type de données du domaine ne peut pas avoir de collationnement
collation_name	sql_identifier	Nom du collationnement de la domaine, NULL s'il s'agit du collationnement par défaut ou si le type de données du domaine ne peut pas avoir de collationnement
numeric_precision	cardinal_number	Si le domaine a un type numérique, cette colonne contient la précision (déclarée ou implicite) du type de cette colonne. Cette précision indique le nombre de chiffres significatifs. Elle peut être exprimée en décimal (base 10) ou en binaire (base 2), comme indiqué dans la colonne <code>numeric_precision_radix</code> . Pour les autres types de données, cette colonne est NULL.
numeric_precision_radix	cardinal_number	Si le domaine a un type numérique, cette colonne indique la base des valeurs des colonnes <code>numeric_precision</code> et <code>numeric_scale</code> . La valeur est soit 2 soit 10. Pour tous

Nom	Type de données	Description
		les autres types de données, cette colonne est NULL.
numeric_scale	cardinal_number	Si le domaine contient un type numeric, cette colonne contient l'échelle (déclarée ou implicite) du type pour cette colonne. L'échelle indique le nombre de chiffres significatifs à droite du point décimal. Elle peut être exprimée en decimal (base 10) ou en binaire (base 2), comme indiqué dans la colonne numeric_precision_radix. Pour tous les autres types de données, cette colonne est NULL.
datetime_precision	cardinal_number	Si le domaine contient un type date, heure ou intervalle, la précision déclarée ; NULL pour les autres types de données ou si la précision n'a pas été déclarée.
interval_type	character_data	Si data_type identifie un type d'intervalle, cette colonne contient la spécification des champs que les intervalles incluent pour ce domaine, par exemple YEAR TO MONTH, DAY TO SECOND, etc. Si aucune restriction de champs n'est spécifiée (autrement dit, l'intervalle accepte tous les champs) et pour tous les autres types de données, ce champ est NULL.
interval_precision	character_data	cardinal_number
domain_default	character_data	Expression par défaut du domaine
udt_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données dans laquelle est défini le type de données domaine (toujours la base de données courante)
udt_schema	sql_identifier	Nom du schéma où le type de données domaine est défini
udt_name	sql_identifier	Nom du type de données domaine
scope_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
scope_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
scope_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
maximum_cardinality	cardinal_number	Toujours NULL car les tableaux n'ont pas de limite maximale de cardinalité dans PostgreSQL™
dtd_identifier	sql_identifier	Un identifiant du descripteur de type de données du domaine, unique parmi les descripteurs de type de données restant dans le domaine (ce qui est trivial car un domaine contient seulement un descripteur de type de données). Ceci est principalement utile pour joindre d'autres instances de tels identifiants (le format spécifique de l'identifiant n'est pas défini et il n'est pas garanti qu'il restera identique dans les versions futures).

35.23. element_types

La vue element_types contient les descripteurs de type de données des éléments de tableaux. Lorsqu'une colonne de table, un attribut de type composite, un domaine, un paramètre de fonction ou un code de retour de fonction est définie comme un type tableau, la vue respective du schéma d'information contient seulement ARRAY dans la colonne data_type. Pour obtenir des informations sur le type d'élément du tableau, il est possible de joindre la vue respective avec cette vue. Par exemple, pour afficher les colonnes d'une table avec les types de données et les types d'élément de tableau, si applicable, on peut écrire :

```
SELECT c.column_name, c.data_type, e.data_type AS element_type
FROM information_schema.columns c LEFT JOIN information_schema.element_types e
  ON ((c.table_catalog, c.table_schema, c.table_name, 'TABLE', c.dtd_identifier)
      = (e.object_catalog, e.object_schema, e.object_name, e.object_type,
         e.collection_type_identifier))
WHERE c.table_schema = '...' AND c.table_name = '...'
ORDER BY c.ordinal_position;
```

Cette vue n'inclut que les objets auxquels l'utilisateur courant a accès, parce que propriétaire ou disposant de quelque privilège.

Tableau 35.21. Colonnes de element_types

Nom	Type de données	Description
object_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant l'objet qui utilise le tableau décrit (toujours la base de données courante)
object_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant l'objet utilisant le tableau décrit
object_name	sql_identifier	Nom de l'objet utilisant le tableau décrit
object_type	character_data	Le type de l'objet utilisant le tableau décrit : il fait partie de TABLE (le tableau est utilisé par une colonne de cette table), USER-DEFINED TYPE (le tableau est utilisé par un attribut de ce type composite), DOMAIN (le tableau est utilisé par ce domaine), ROUTINE (le tableau est utilisé par un paramètre ou le type du code de retour de cette fonction).
collection_type_identifier	sql_identifier	L'identifiant du descripteur de type de données du tableau décrit. Utilisez cette colonne pour faire une jointure avec les colonnes <code>dtd_identifier</code> des autres vues du schéma d'informations.
data_type	character_data	Le type de données des éléments du tableau s'il s'agit d'un type interne, sinon USER-DEFINED (dans ce cas, le type est identifié comme <code>udt_name</code> et dispose de colonnes associées).
character_maximum_length	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données d'éléments de tableau dans PostgreSQL™
character_octet_length	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données d'éléments de tableau dans PostgreSQL™
character_set_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
character_set_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
character_set_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
collation_catalog	sql_identifier	Nom de la base contenant le collationnement du type de l'élément (toujours la base de données courante), NULL s'il s'agit du collationnement par défaut ou si le type de données de l'élément ne peut pas avoir de collationnement
collation_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le collationnement du type de l'élément, NULL s'il s'agit du collationnement par défaut ou si le type de données de l'élément ne peut pas avoir de collationnement
collation_name	sql_identifier	Nom du collationnement du type de l'élément, NULL s'il s'agit du collationnement par défaut ou si le type de données de l'élément ne peut pas avoir de collationnement
numeric_precision	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données d'éléments de tableau dans PostgreSQL™
numeric_precision_radix	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données d'éléments de tableau dans PostgreSQL™
numeric_scale	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée

Nom	Type de données	Description
		aux types de données d'éléments de tableau dans PostgreSQL™
datetime_precision	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données d'éléments de tableau dans PostgreSQL™
interval_type	character_data	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données d'éléments de tableau dans PostgreSQL™
interval_precision	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données d'éléments de tableau dans PostgreSQL™
domain_default	character_data	Pas encore implanté
udt_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données pour lequel le type de données est défini (toujours la base de données courante)
udt_schema	sql_identifier	Nom du schéma dans lequel est défini le type de données des éléments
udt_name	sql_identifier	Nom du type de données des éléments
scope_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
scope_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
scope_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
maximum_cardinality	cardinal_number	Toujours NULL car les tableaux n'ont pas de limite maximale de cardinalité dans PostgreSQL™
dtd_identifier	sql_identifier	Un identifiant du descripteur de type de données pour cet élément. Ceci n'est actuellement pas utile.

35.24. enabled_roles

La vue `enabled_roles` identifie les « rôles actuellement actifs ». Les rôles actifs sont définis récursivement comme l'utilisateur courant avec tous les rôles qui ont été donnés aux rôles activés avec l'héritage automatique. En d'autres termes, ce sont les rôles dont l'utilisateur courant est automatiquement membre, par héritage direct ou indirect.

Pour la vérification des permissions, l'ensemble des « rôles applicables » est appliqué, ce qui peut être plus large que l'ensemble des rôles actifs. Il est, de ce fait, généralement préférable d'utiliser la vue `applicable_roles` à la place de celle-ci ; voir aussi là.

Tableau 35.22. Colonnes de `enabled_roles`

Nom	Type de données	Description
role_name	sql_identifier	Nom d'un rôle

35.25. foreign_data_wrapper_options

La vue `foreign_data_wrapper_options` contient toutes les options définies par les wrappers de données distantes dans la base de données en cours. Seuls les wrappers accessibles par l'utilisateur connecté sont affichés (qu'il soit propriétaire ou qu'il ait des droits dessus).

Tableau 35.23. Colonnes de `foreign_data_wrapper_options`

Nom	Type de données	Description
foreign_data_wrapper_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données dans laquelle est défini le wrapper de données distantes

Nom	Type de données	Description
		(toujours la base de connexion)
foreign_data_wrapper_name	sql_identifier	Nom du wrapper
option_name	sql_identifier	Nom d'une option
option_value	character_data	Valeur de l'option

35.26. foreign_data_wrappers

La vue `foreign_data_wrappers` contient tous les wrappers de données distantes définis dans la base de données en cours. Seuls sont affichés les wrappers pour lesquels l'utilisateur connecté a accès (qu'il soit propriétaire ou qu'il ait des droits dessus).

Tableau 35.24. Colonnes de `foreign_data_wrappers`

Nom	Type de données	Description
foreign_data_wrapper_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant le wrapper de données distantes (toujours la base de données en cours)
foreign_data_wrapper_name	sql_identifier	Nom du wrapper
authorization_identifier	sql_identifier	Nom du propriétaire du serveur distant
library_name	character_data	Nom du fichier de la bibliothèque implémentant ce wrapper
foreign_data_wrapper_language	character_data	Langage utilisé pour implémenter ce wrapper

35.27. foreign_server_options

La vue `foreign_server_options` contient toutes les options définies pour les serveurs distants de la base de données en cours. Ne sont affichés que les serveurs distants pour lesquels l'utilisateur connecté a des droits (qu'il soit propriétaire ou qu'il ait quelques droits dessus).

Tableau 35.25. Colonnes de `foreign_server_options`

Nom	Type de données	Description
foreign_server_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant le serveur distant (toujours la base de données en cours)
foreign_server_name	sql_identifier	Nom du serveur distant
option_name	sql_identifier	Nom d'une option
option_value	character_data	Valeur de l'option

35.28. foreign_servers

La vue `foreign_servers` contient tous les serveurs distants définis dans la base en cours. Ne sont affichés que les serveurs distants pour lesquels l'utilisateur connecté a des droits (qu'il soit propriétaire ou qu'il ait quelques droits dessus).

Tableau 35.26. Colonnes de `foreign_servers`

Nom	Type de données	Description
foreign_server_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données dans laquelle ce serveur distant est défini (toujours la base de données en cours)
foreign_server_name	sql_identifier	Nom du serveur distant

Nom	Type de données	Description
foreign_data_wrapper_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient le wrapper de données distantes utilisé par le serveur distant (toujours la base de données en cours)
foreign_data_wrapper_name	sql_identifier	Nom du wrapper de données distantes utilisé par le serveur distant
foreign_server_type	character_data	Information sur le type de serveur distant, si indiqué lors de la création
foreign_server_version	character_data	Information sur la version de serveur distant, si indiqué lors de la création
authorization_identifier	sql_identifier	Nom du propriétaire du serveur distant

35.29. foreign_table_options

La vue `foreign_table_options` contient toutes les options définies pour les tables distantes de la base de données courante. Seules sont affichées les tables distantes accessibles par l'utilisateur courant (soit parce qu'il en est le propriétaire soit parce qu'il dispose de droits particuliers).

Tableau 35.27. Colonnes de `foreign_table_options`

Nom	Type de données	Description
foreign_table_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la table distante (toujours la base de données courante)
foreign_table_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant la table distante
foreign_table_name	sql_identifier	Nom de la table distante
option_name	sql_identifier	Nom d'une option
option_value	character_data	Valeur de l'option

35.30. foreign_tables

La vue `foreign_tables` contient toutes les tables distantes définies dans la base de données courantes. Seules sont affichées les tables distantes accessibles par l'utilisateur courant (soit parce qu'il en est le propriétaire soit parce qu'il dispose de droits particuliers).

Tableau 35.28. Colonnes de `foreign_tables`

Nom	Type de données	Description
foreign_table_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la table distante (toujours la base de données courante)
foreign_table_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant la table distante
foreign_table_name	sql_identifier	Nom de la table distante
foreign_server_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données où le serveur distant est défini (toujours la base de données courante)
foreign_server_name	sql_identifier	Nom du serveur distant

35.31. key_column_usage

La vue `key_column_usage` identifie toutes les colonnes de la base de données courante restreintes par une contrainte unique, clé primaire ou clé étrangère. Les contraintes de vérification ne sont pas incluses dans cette vue. Seules sont affichées les colonnes auxquelles l'utilisateur a accès, parce qu'il est le propriétaire de la table ou qu'il dispose de quelque privilège.

Tableau 35.29. Colonnes de `key_column_usage`

Nom	Type de données	Description
<code>constraint_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données contenant la contrainte (toujours la base de données courante)
<code>constraint_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma contenant la contrainte
<code>constraint_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la contrainte
<code>table_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données contenant la table contenant la colonne contrainte (toujours la base de données courante)
<code>table_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma contenant la table contenant la colonne contrainte
<code>table_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la table contenant la colonne contrainte
<code>column_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la colonne contrainte
<code>ordinal_position</code>	<code>cardinal_number</code>	Position ordinaire de la colonne dans la clé de contrainte (la numérotation commence à 1)
<code>position_in_unique_constraint</code>	<code>cardinal_number</code>	Pour une contrainte de type clé étrangère, la position ordinaire de la colonne référencée dans sa contrainte d'unicité (la numérotation commence à 1) ; sinon null

35.32. parameters

La vue `parameters` contient des informations sur les paramètres (arguments) de toutes les fonctions de la base de données courante. Seules sont affichées les fonctions auxquelles l'utilisateur courant a accès, parce qu'il en est le propriétaire ou qu'il dispose de quelque privilège.

Tableau 35.30. Colonnes de `parameters`

Nom	Type de données	Description
<code>specific_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données contenant la fonction (toujours la base de données courante)
<code>specific_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma contenant la fonction
<code>specific_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Le « nom spécifique » de la fonction. Voir la Section 35.40, « routines » pour plus d'informations.
<code>ordinal_position</code>	<code>cardinal_number</code>	Position ordinaire du paramètre dans la liste des arguments de la fonction (la numérotation commence à 1)
<code>parameter_mode</code>	<code>character_data</code>	<code>IN</code> pour les paramètres en entrée, <code>OUT</code> pour les paramètres en sortie ou <code>INOUT</code> pour les paramètres en entrée/sortie.
<code>is_result</code>	<code>yes_or_no</code>	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
<code>as_locator</code>	<code>yes_or_no</code>	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
<code>parameter_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du paramètre ou <code>NULL</code> si le paramètre n'a pas de nom
<code>data_type</code>	<code>character_data</code>	Type de données du paramètre s'il s'agit d'un type interne, ou <code>ARRAY</code> s'il s'agit d'un tableau (dans ce cas, voir la vue <code>element_types</code>), sinon <code>USER-DEFINED</code> (dans ce cas, le type est identifié dans <code>udt_name</code> et dispose de colonnes associées).
<code>character_maximum_length</code>	<code>cardinal_number</code>	Toujours <code>NULL</code> car cette information n'est pas appliquée aux types de données dans PostgreSQL™

Nom	Type de données	Description
character_octet_length	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données dans PostgreSQL™
character_set_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
character_set_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
character_set_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
collation_catalog	sql_identifier	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée pour configurer les types de données dans PostgreSQL™
collation_schema	sql_identifier	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée pour configurer les types de données dans PostgreSQL™
collation_name	sql_identifier	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée pour configurer les types de données dans PostgreSQL™
numeric_precision	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données dans PostgreSQL™
numeric_precision_radix	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données dans PostgreSQL™
numeric_scale	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données dans PostgreSQL™
datetime_precision	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données dans PostgreSQL™
interval_type	character_data	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données dans PostgreSQL™
interval_precision	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données dans PostgreSQL™
udt_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données sur laquelle est défini le paramètre (toujours la base de données courante)
udt_schema	sql_identifier	Nom du schéma dans lequel est défini le type de données du paramètre
udt_name	sql_identifier	Nom du type de données du paramètre
scope_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
scope_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
scope_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
maximum_cardinality	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données dans PostgreSQL™
dtd_identifier	sql_identifier	Un identifiant du descripteur de type de données du paramètre, unique parmi les descripteurs de type de données restant dans la fonction. Ceci est principalement utile pour réaliser une jointure avec les autres instances de tels identifiants (le format spécifique de l'identifiant n'est pas défini et il n'est pas garanti qu'il reste identique dans les prochaines versions).
parameter_default	character_data	L'expression par défaut du paramètre, ou NULL si aucune ou si la fonction n'a pas pour propriétaire un des rôles actuellement activés.

35.33. referential_constraints

La vue `referential_constraints` contient toutes les contraintes référentielles (clés étrangères) au sein de la base de données courante. Seuls sont affichés les contraintes pour lesquelles l'utilisateur connecté a accès en écriture sur la table référençante (parce qu'il est le propriétaire ou qu'il a d'autres droits que SELECT).

Tableau 35.31. Colonnes de `referential_constraints`

Nom	Type de données	Description
<code>constraint_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données contenant la contrainte (toujours la base de données courante)
<code>constraint_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma contenant la contrainte
<code>constraint_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la contrainte
<code>unique_constraint_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données contenant la contrainte d'unicité ou de clé primaire que la contrainte de clé étrangère référence (toujours la base de données courante)
<code>unique_constraint_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma contenant la contrainte d'unicité ou de clé primaire que la contrainte de clé étrangère référence
<code>unique_constraint_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la contrainte d'unicité ou de clé primaire que la contrainte de clé étrangère référence
<code>match_option</code>	<code>character_data</code>	Correspondances de la contrainte de clé étrangère : FULL, PARTIAL ou NONE.
<code>update_rule</code>	<code>character_data</code>	Règle de mise à jour associée à la contrainte de clé étrangère : CASCADE, SET NULL, SET DEFAULT, RESTRICT ou NO ACTION.
<code>delete_rule</code>	<code>character_data</code>	Règle de suppression associée à la contrainte de clé étrangère : CASCADE, SET NULL, SET DEFAULT, RESTRICT ou NO ACTION.

35.34. `role_column_grants`

La vue `role_column_grants` identifie tous les priviléges de colonne octroyés pour lesquels le donneur ou le bénéficiaire est un rôle actuellement actif. Plus d'informations sous `column_privileges`. La seule différence réelle entre cette vue et `column_privileges` est que cette vue omet les colonnes qui ont été rendues accessibles à l'utilisateur actuel en utilisant la commande GRANT pour PUBLIC.

Tableau 35.32. Colonnes de `role_column_grants`

Nom	Type de données	Description
<code>grantor</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du rôle qui a octroyé le privilège
<code>grantee</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du rôle bénéficiaire
<code>table_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données qui contient la table qui contient la colonne (toujours la base de données courante)
<code>table_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma qui contient la table qui contient la colonne
<code>table_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la table qui contient la colonne
<code>column_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la colonne
<code>privilege_type</code>	<code>character_data</code>	Type de privilège : SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE, TRUNCATE, REFERENCES ou TRIGGER
<code>is_grantable</code>	<code>yes_or_no</code>	YES si le droit peut être transmis, NO sinon

35.35. `role_routine_grants`

La vue `role_routine_grants` identifie tous les priviléges de routine octroyés lorsque le donneur ou le bénéficiaire est un rôle actif. Plus d'informations sous `routine_privileges`. La seule différence réelle entre cette vue et `routine_privileges` est que cette vue omet les colonnes qui ont été rendues accessibles à l'utilisateur actuel en utilisant la com-

mande GRANT pour PUBLIC.

Tableau 35.33. Colonnes de role_routine_grants

Nom	Type de données	Description
grantor	sql_identifier	Nom du rôle qui a octroyé le privilège
grantee	sql_identifier	Nom du rôle bénéficiaire
specific_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la fonction (toujours la base de données courante)
specific_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la fonction
specific_name	sql_identifier	Le « nom spécifique » de la fonction. Voir la Section 35.40, « routines » pour plus d'informations.
routine_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la fonction (toujours la base de données courante)
routine_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la fonction
routine_name	sql_identifier	Nom de la fonction (peut être dupliqué en cas de surcharge)
privilege_type	character_data	Toujours EXECUTE (seul type de privilège sur les fonctions)
is_grantable	yes_or_no	YES si le droit peut être transmis, NO sinon

35.36. role_table_grants

La vue `role_table_grants` identifie tous les privilèges de tables octroyés lorsque le donneur ou le bénéficiaire est un rôle actif. Plus d'informations sous `table_privileges`. La seule différence réelle entre cette vue et `table_privileges` est que cette vue omet les colonnes qui ont été rendues accessibles à l'utilisateur actuel en utilisant la commande GRANT pour PUBLIC.

Tableau 35.34. Colonnes de role_table_grants

Nom	Type de données	Description
grantor	sql_identifier	Nom du rôle qui a octroyé le privilège
grantee	sql_identifier	Nom du rôle bénéficiaire
table_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la table (toujours la base de données courante)
table_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la table
table_name	sql_identifier	Nom de la table
privilege_type	character_data	Type du privilège : SELECT, DELETE, INSERT, UPDATE, REFERENCES ou TRIGGER
is_grantable	yes_or_no	YES si le droit peut être transmis, NO sinon
with_hierarchy	yes_or_no	Dans le standard SQL, WITH HIERARCHY OPTION est un (sous-)droit séparé autorisant certaines opérations sur la hiérarchie de l'héritage des tables. Dans PostgreSQL, ceci est inclus dans le droit SELECT, donc cette colonne affiche YES si le droit est SELECT, et NO sinon.

35.37. role_udt_grants

La vue `role_udt_grants` a pour but d'identifier les droits USAGE donnés pour des types définis par l'utilisateur pour lesquels celui qui donne le droit et celui qui le reçoit sont des rôles actuellement activés. Plus d'informations sont disponibles dans `udt_privileges`. La seule réelle différence entre cette vue et `udt_privileges` est que cette vue omet les objets qui ont été rendus accessibles à l'utilisateur courant par le biais du pseudo-rôle PUBLIC. Comme les types de données n'ont pas vraiment de droits dans PostgreSQL, et dispose seulement d'un droit implicite à PUBLIC, cette vue est vide.

Tableau 35.35. Colonnes de role_udt_grants

Nom	Type de données	Description
grantor	sql_identifier	Le nom du rôle qui a donné le droit
grantee	sql_identifier	Le nom du rôle à qui le droit a été donné
udt_catalog	sql_identifier	Nom de la base contenant le type (toujours la base de données courante)
udt_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le type
udt_name	sql_identifier	Nom du type
privilege_type	character_data	Toujours TYPE USAGE
is_grantable	yes_or_no	YES si le droit peut être donné, NO sinon

35.38. role_usage_grants

La vue `role_usage_grants` identifie les priviléges d'USAGE sur différents types d'objets où le donneur ou le receveur des droits est un rôle actuellement activé. Plus d'informations sous `usage_privileges`. Dans le futur, cette vue pourrait contenir des informations plus utiles. La seule différence réelle entre cette vue et `usage_privileges` est que cette vue omet les colonnes qui ont été rendues accessibles à l'utilisateur actuel en utilisant la commande GRANT pour PUBLIC.

Tableau 35.36. Colonnes de role_usage_grants

Nom	Type de données	Description
grantor	sql_identifier	Nom du rôle qui a octroyé le privilège
grantee	sql_identifier	Nom du rôle bénéficiaire
object_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient l'objet (toujours la base de données courante)
object_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient l'objet, if applicable, sinon une chaîne vide
object_name	sql_identifier	Nom de l'objet
object_type	character_data	COLLATION, DOMAIN, FOREIGN DATA WRAPPER, FOREIGN SERVER ou SEQUENCE
privilege_type	character_data	Toujours USAGE
is_grantable	yes_or_no	YES si le droit peut être transmis, NO sinon

35.39. routine_privileges

La vue `routine_privileges` identifie tous les droits sur les fonctions à un rôle actuellement activé ou par un rôle actuellement activé. Il existe une ligne pour chaque combinaison fonction, donneur, bénéficiaire.

Tableau 35.37. Colonnes de routine_privileges

Nom	Type de données	Description
grantor	sql_identifier	Nom du rôle qui a accordé le privilège
grantee	sql_identifier	Nom du rôle bénéficiaire
specific_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la fonction (toujours la base de données courante)
specific_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la fonction
specific_name	sql_identifier	Le « nom spécifique » de la fonction. Voir la Section 35.40, « routines » pour plus d'informations.
routine_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la fonction (toujours la base de données courante)

Nom	Type de données	Description
routine_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la fonction
routine_name	sql_identifier	Nom de la fonction (peut être dupliqué en cas de surcharge)
privilege_type	character_data	Toujours EXECUTE (seul privilège de fonctions)
is_grantable	yes_or_no	YES si le droit peut être transmis, NO sinon

35.40. routines

La vue `routines` contient toutes les fonctions de la base de données courante. Seules sont affichées les fonctions auxquelles l'utilisateur courant a accès (qu'il en soit le propriétaire ou dispose de priviléges).

Tableau 35.38. Colonnes de routines

Nom	Type de données	Description
specific_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la fonction (toujours la base de données courante)
specific_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la fonction
specific_name	sql_identifier	Le « nom spécifique » de la fonction. Ce nom identifie de façon unique la fonction dans le schéma, même si le nom réel de la fonction est surchargé. Le format du nom spécifique n'est pas défini, il ne devrait être utilisé que dans un but de comparaison avec d'autres instances de noms spécifiques de routines.
routine_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la fonction (toujours la base de données courante)
routine_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la fonction
routine_name	sql_identifier	Nom de la fonction (peut être dupliqué en cas de surcharge)
routine_type	character_data	Toujours FUNCTION (dans le futur, il pourrait y avoir d'autres types de routines)
module_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
module_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
module_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
udt_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
udt_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
udt_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
data_type	character_data	Type de données de retour de la fonction s'il est interne, ARRAY s'il s'agit d'un tableau (dans ce cas, voir la vue <code>element_types</code>), sinon USER-DEFINED (dans ce cas, le type est identifié dans <code>type_udt_name</code> et dispose de colonnes associées).
character_maximum_length	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données renvoyées sous PostgreSQL™
character_octet_length	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données renvoyées sous PostgreSQL™
character_set_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
character_set_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans Post-

Nom	Type de données	Description
		greSQL™.
character_set_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
collation_catalog	sql_identifier	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée pour configurer les types de données dans PostgreSQL™
collation_schema	sql_identifier	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée pour configurer les types de données dans PostgreSQL™
collation_name	sql_identifier	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée pour configurer les types de données dans PostgreSQL™
numeric_precision	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données renvoyées sous PostgreSQL™
numeric_precision_radix	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données renvoyées sous PostgreSQL™
numeric_scale	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données renvoyées sous PostgreSQL™
datetime_precision	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données renvoyées sous PostgreSQL™
interval_type	character_data	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données renvoyées sous PostgreSQL™
interval_precision	cardinal_number	Toujours NULL car cette information n'est pas appliquée aux types de données renvoyées sous PostgreSQL™
type_udt_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données dans laquelle est défini le type de données de retour de la fonction (toujours la base de données courante)
type_udt_schema	sql_identifier	Nom du schéma dans lequel est défini le type de données de retour de la fonction
type_udt_name	sql_identifier	Nom du type de données de retour de la fonction
scope_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
scope_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
scope_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
maximum_cardinality	cardinal_number	Toujours NULL car il n'y a pas de limite maximale à la cardinalité des tableaux dans PostgreSQL™
dtd_identifier	sql_identifier	Un identifiant du descripteur de type de données du type de données retour, unique parmi les descripteurs de type de données de la fonction. Ceci est principalement utile pour la jointure avec d'autres instances de tels identifiants (le format spécifique de l'identifiant n'est pas défini et il n'est pas certain qu'il restera identique dans les versions futures).
routine_body	character_data	Si la fonction est une fonction SQL, alors SQL, sinon EXTERNAL.
routine_definition	character_data	Le texte source de la fonction (NULL si la fonction n'appartient pas à un rôle actif). (Le standard SQL précise que cette colonne n'est applicable que si routine_body est SQL, mais sous PostgreSQL™ ce champ contient tout texte source précisé à la création de la fonction.)
external_name	character_data	Si la fonction est une fonction C, le nom externe (link symbol) de la fonction ; sinon NULL. (Il s'agit de la même valeur que celle affichée dans routine_definition).
external_language	character_data	Le langage d'écriture de la fonction
parameter_style	character_data	Toujours GENERAL (le standard SQL définit d'autres styles)

Nom	Type de données	Description
		de paramètres qui ne sont pas disponibles avec PostgreSQL™).
is_deterministic	yes_or_no	Si la fonction est déclarée immuable (déterministe dans le standard SQL), alors YES, sinon NO. (Les autres niveaux de volatilité disponibles dans PostgreSQL™ ne peuvent être récupérés via le schéma d'informations).
sql_data_access	character_data	Toujours MODIFIES, ce qui signifie que la fonction peut modifier les données SQL. Cette information n'est pas utile sous PostgreSQL™.
is_null_call	yes_or_no	Si la fonction renvoie automatiquement NULL si un de ces arguments est NULL, alors YES, sinon NO.
sql_path	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
schema_level_routine	yes_or_no	Toujours YES. (L'opposé serait une méthode d'un type utilisateur, fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™).
max_dynamic_result_sets	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
is_user_defined_cast	yes_or_no	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
is_implicitly_invocable	yes_or_no	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
security_type	character_data	Si la fonction est exécutée avec les droits de l'utilisateur courant, alors INVOKER. Si la fonction est exécutée avec les droits de l'utilisateur l'ayant définie, alors DEFINER.
to_sql_specific_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
to_sql_specific_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
to_sql_specific_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
as_locator	yes_or_no	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
created	time_stamp	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
last_altered	time_stamp	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
new_savepoint_level	yes_or_no	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
is_udt_dependent	yes_or_no	Actuellement toujours NO. YES s'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
result_cast_from_data_type	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_as_locator	yes_or_no	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_char_max_length	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_char_octet_length	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_char_set_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_char_set_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™

Nom	Type de données	Description
result_cast_char_set_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_collation_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_collation_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_collation_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_numeric_precision	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
re-sult_cast_numeric_precision radix	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_numeric_scale	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
re-sult_cast_datetime_precision	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_interval_type	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
re-sult_cast_interval_precision	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_type_udt_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_type_udt_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_type_udt_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_scope_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_scope_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_scope_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
re-sult_cast_maximum_cardinality	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
result_cast_dtd_identifier	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™

35.41. schemata

La vue `schemata` contient tous les schémas de la base de données courante auxquels l'utilisateur courant a accès (soit en étant le propriétaire soit en ayant des priviléges).

Tableau 35.39. Colonnes de `schemata`

Nom	Type de données	Description
<code>catalog_name</code>	sql_identifier	Nom de la base de données dans laquelle se trouve le schéma (toujours la base de données courante)
<code>schema_name</code>	sql_identifier	Nom du schéma
<code>schema_owner</code>	sql_identifier	Nom du propriétaire du schéma
<code>default_character_set_catalog</code>	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.

Nom	Type de données	Description
default_character_set_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
default_character_set_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
sql_path	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.

35.42. sequences

La vue `sequences` contient toutes les séquences définies dans la base courante. Seules sont affichées les séquences auxquelles l'utilisateur courant a accès (qu'il en soit le propriétaire ou dispose de priviléges).

Tableau 35.40. Colonnes de sequences

Nom	Type de données	Description
sequence_catalog	sql_identifier	Nom de la base qui contient la séquence (toujours la base en cours)
sequence_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la séquence
sequence_name	sql_identifier	Nom de la séquence
data_type	character_data	Type de données de la séquence. Dans PostgreSQL™, c'est toujours bigint.
numeric_precision	cardinal_number	Cette colonne contient la précision (déclarée ou implicite) du type de données de la séquence (voir ci-dessus). La précision indique le nombre de chiffres significatifs. Elle peut être exprimée en décimal (base 10) ou en binaire (base 2), suivant ce qui est indiqué dans la colonne numeric_precision_radix.
numeric_precision_radix	cardinal_number	Cette colonne indique dans quelle base les valeurs de la colonne numeric_precision et numeric_scale sont exprimées, 2 ou 10.
numeric_scale	cardinal_number	Cette colonne contient l'échelle (déclarée ou implicite) du type de données de la séquence (voir ci-dessus). L'échelle indique le nombre de chiffres significatifs à droite du point décimal. Elle peut être exprimée en décimal (base 10) ou en binaire (base 2), suivant ce qui est indiqué dans la colonne numeric_precision_radix.
start_value	character_data	La valeur de démarrage de la séquence
minimum_value	character_data	la valeur minimale de la séquence
maximum_value	character_data	La valeur maximale de la séquence
increment	character_data	L'incrément de la séquence
cycle_option	yes_or_no	YES si la séquence est cyclique, NO dans le cas contraire

Notez qu'en accord avec le standard SQL, les valeurs de démarrage, minimale, maximale et d'incrément sont renvoyées en tant que chaînes de caractères.

35.43. sql_features

La table `sql_features` contient des informations sur les fonctionnalités officielles définies dans le standard SQL et supportées

par PostgreSQL™. Ce sont les mêmes informations que celles présentées dans l'Annexe D, Conformité SQL. D'autres informations de fond y sont disponibles.

Tableau 35.41. Colonnes de sql_features

Nom	Type de données	Description
feature_id	character_data	Chaîne identifiant la fonctionnalité
feature_name	character_data	Nom descriptif de la fonctionnalité
sub_feature_id	character_data	Chaîne identifiant la sous-fonctionnalité ou chaîne de longueur NULL s'il ne s'agit pas d'une sous-fonctionnalité
sub_feature_name	character_data	Nom descriptif de la sous-fonctionnalité ou chaîne de longueur NULL s'il ne s'agit pas d'une sous-fonctionnalité
is_supported	yes_or_no	YES si la fonctionnalité est complètement supportée par la version actuelle de PostgreSQL™, NO sinon
is_verified_by	character_data	Toujours NULL car le groupe de développement PostgreSQL™ ne réalise pas de tests formels sur la conformité des fonctionnalités
comments	character_data	Un commentaire éventuel sur le statut du support de la fonctionnalité

35.44. sql_implementation_info

La table `sql_implementation_info` contient des informations sur différents aspects que le standard SQL laisse à la discrémination de l'implantation. Ces informations n'ont de réel intérêt que dans le contexte de l'interface ODBC ; les utilisateurs des autres interfaces leur trouveront certainement peu d'utilité. Pour cette raison, les éléments décrivant l'implantation ne sont pas décrits ici ; ils se trouvent dans la description de l'interface ODBC.

Tableau 35.42. Colonnes de sql_implementation_info

Nom	Type de données	Description
implementation_info_id	character_data	Chaîne identifiant l'élément d'information d'implantation
implementation_info_name	character_data	Nom descriptif de l'élément d'information d'implantation
integer_value	cardinal_number	Valeur de l'élément d'information d'implantation, ou NULL si la valeur est contenue dans la colonne character_value
character_value	character_data	Valeur de l'élément d'information d'implantation, ou NULL si la valeur est contenue dans la colonne integer_value
comments	character_data	Un commentaire éventuel de l'élément d'information d'implantation

35.45. sql_languages

La table `sql_languages` contient une ligne par langage lié au SQL supporté par PostgreSQL™. PostgreSQL™ supporte le SQL direct et le SQL intégré dans le C ; cette table ne contient pas d'autre information.

Cette table a été supprimée du standard SQL dans SQL:2008, donc il n'y a pas d'enregistrements faisant référence aux standards ultérieurs à SQL:2003.

Tableau 35.43. Colonnes de sql_languages

Nom	Type de données	Description
sql_language_source	character_data	Le nom de la source de définition du langage ; toujours ISO 9075, c'est-à-dire le standard SQL
sql_language_year	character_data	L'année de l'approbation du standard dans

Nom	Type de données	Description
		sql_language_source
sql_language_conformance	character_data	Le niveau de conformité au standard pour le langage. Pour ISO 9075:2003, c'est toujours CORE.
sql_language_integrity	character_data	Toujours NULL (cette valeur n'a d'intérêt que pour les versions précédentes du standard SQL).
sql_language_implementation	character_data	Toujours NULL
sql_language_binding_style	character_data	Le style de lien du langage, soit DIRECT soit EMBEDDED
sql_language_programming_language	character_data	Le langage de programmation si le style de lien est EMBEDDED, sinon NULL. PostgreSQL™ ne supporte que le langage C.

35.46. sql_packages

La table `sql_packages` contient des informations sur les paquets de fonctionnalités définis dans le standard SQL supportés par PostgreSQL™. On se référera à l'Annexe D, Conformité SQL pour des informations de base sur les fonctionnalités.

Tableau 35.44. Colonnes de `sql_packages`

Nom	Type de données	Description
feature_id	character_data	Chaîne identifiant le paquet
feature_name	character_data	Nom descriptif du paquet
is_supported	yes_or_no	YES si le paquet est complètement supporté par la version actuelle, NO sinon
is_verified_by	character_data	Toujours NULL car le groupe de développement de PostgreSQL™ ne réalise pas de tests formels pour la conformité des fonctionnalités
comments	character_data	Un commentaire éventuel sur l'état de support du paquet

35.47. sql_parts

La table `sql_parts` contient des informations sur les parties du standard SQL supportées par PostgreSQL™.

Tableau 35.45. Colonnes de `sql_parts`

Nom	Type de données	Description
feature_id	character_data	Une chaîne d'identification contenant le numéro de la partie
feature_name	character_data	Nom descriptif de la partie
is_supported	yes_or_no	YES si cette partie est complètement supportée par la version actuelle de PostgreSQL™, NO dans le cas contraire
is_verified_by	character_data	Toujours NULL, car les développeurs PostgreSQL™ ne testent pas officiellement la conformité des fonctionnalités
comments	character_data	Commentaires sur le statut du support de la partie

35.48. sql_sizing

La table `sql_sizing` contient des informations sur les différentes limites de tailles et valeurs maximales dans PostgreSQL™. Ces informations ont pour contexte principal l'interface ODBC ; les utilisateurs des autres interfaces leur trouveront probablement peu d'utilité. Pour cette raison, les éléments de taille individuels ne sont pas décrits ici ; ils se trouvent dans la description de l'interface ODBC.

Tableau 35.46. Colonnes de `sql_sizing`

Nom	Type de données	Description
<code>sizing_id</code>	<code>cardinal_number</code>	Identifiant de l'élément de taille
<code>sizing_name</code>	<code>character_data</code>	Nom descriptif de l'élément de taille
<code>supported_value</code>	<code>cardinal_number</code>	Valeur de l'élément de taille, ou 0 si la taille est illimitée ou ne peut pas être déterminée, ou NULL si les fonctionnalités pour lesquelles l'élément de taille est applicable ne sont pas supportées
<code>comments</code>	<code>character_data</code>	Un commentaire éventuel de l'élément de taille

35.49. sql_sizing_profiles

La table `sql_sizing_profiles` contient des informations sur les valeurs `sql_sizing` requises par différents profils du standard SQL. PostgreSQL™ ne garde pas trace des profils SQL, donc la table est vide.

Tableau 35.47. Colonnes de `sql_sizing_profiles`

Nom	Type de données	Description
<code>sizing_id</code>	<code>cardinal_number</code>	Identifiant de l'élément de taille
<code>sizing_name</code>	<code>character_data</code>	Nom descriptif de l'élément de taille
<code>profile_id</code>	<code>character_data</code>	Chaîne identifiant un profil
<code>required_value</code>	<code>cardinal_number</code>	La valeur requise par le profil SQL pour l'élément de taille, ou 0 si le profil ne place aucune limite sur l'élément de taille, ou NULL si le profil ne requiert aucune fonctionnalité pour laquelle l'élément de style est applicable
<code>comments</code>	<code>character_data</code>	Un commentaire éventuel sur l'élément de taille au sein du profil

35.50. table_constraints

La vue `table_constraints` contient toutes les contraintes appartenant aux tables possédées par l'utilisateur courant ou pour lesquelles l'utilisateur courant dispose de certains droits différents de SELECT.

Tableau 35.48. Colonnes de `table_constraints`

Nom	Type de données	Description
<code>constraint_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données qui contient la contrainte (toujours la base de données courante)
<code>constraint_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma qui contient la contrainte
<code>constraint_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la contrainte
<code>table_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données qui contient la table (toujours la base de données courante)
<code>table_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma qui contient la table
<code>table_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la table
<code>constraint_type</code>	<code>character_data</code>	Type de contrainte : CHECK, FOREIGN KEY, PRIMARY KEY ou UNIQUE

Nom	Type de données	Description
is_deferrable	yes_or_no	YES si la contrainte peut être différée, NO sinon
initially_deferred	yes_or_no	YES si la contrainte, qui peut être différée, est initialement différée, NO sinon

35.51. table_privileges

La vue `table_privileges` identifie tous les privilèges accordés, à un rôle actif ou par une rôle actif, sur des tables ou vues. Il y a une ligne par combinaison table, donneur, bénéficiaire.

Tableau 35.49. Colonnes de `table_privileges`

Nom	Type de données	Description
grantor	sql_identifier	Nom du rôle qui a accordé le privilège
grantee	sql_identifier	Nom du rôle bénéficiaire
table_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la table (toujours la base de données courante)
table_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la table
table_name	sql_identifier	Nom de la table
privilege_type	character_data	Type de privilège : SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE, TRUNCATE, REFERENCES ou TRIGGER
is_grantable	yes_or_no	YES si le droit peut être transmis, NO sinon
with_hierarchy	yes_or_no	Dans le standard SQL, WITH HIERARCHY OPTION est un (sous-)droit séparé autorisant certaines opérations sur la hiérarchie de l'héritage des tables. Dans PostgreSQL, ceci est inclus dans le droit SELECT, donc cette colonne affiche YES si le droit est SELECT, et NO sinon.

35.52. tables

La vue `tables` contient toutes les tables et vues définies dans la base de données courantes. Seules sont affichées les tables et vues auxquelles l'utilisateur courant a accès (parce qu'il en est le propriétaire ou qu'il possède certains privilèges).

Tableau 35.50. Colonnes de `tables`

Nom	Type de données	Description
table_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la table (toujours la base de données courante)
table_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la table
table_name	sql_identifier	Nom de la table
table_type	character_data	Type de table : BASE TABLE pour une table de base persistante (le type de table normal), VIEW pour une vue, FOREIGN TABLE pour une table distante ou LOCAL TEMPORARY pour une table temporaire
self_referencing_column_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
reference_generation	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
user_defined_type_catalog	sql_identifier	Si la table est une table typée, le nom de la base de données qui contient le type de données sous-jacent (toujours la base de données actuel), sinon NULL.
user_defined_type_schema	sql_identifier	Si la table est une table typée, le nom du schéma qui contient le type de données sous-jacent, sinon NULL.

Nom	Type de données	Description
user_defined_type_name	sql_identifier	Si la table est une table typée, le nom du type de données sous-jacent, sinon NULL.
is_insertable_into	yes_or_no	YES s'il est possible d'insérer des données dans la table, NO dans le cas contraire. (Il est toujours possible d'insérer des données dans une table de base, pas forcément dans les vues.)
is_typed	yes_or_no	YES si la table est une table typée, NO dans le cas contraire
commit_action	character_data	Pas encore implémenté

35.53. transforms

La vue `transforms` contient des informations sur les transformations définies dans la base de données courante. Plus précisément, il contient une ligne pour chaque fonction contenue dans une transformation (la fonction « `from SQL` » ou « `to SQL` »).

Tableau 35.51. Colonnes de `transforms`

Nom	Type de données	Description
udt_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant le type ciblé par la transformation (toujours la base de données courante)
udt_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le type ciblé par la transformation
udt_name	sql_identifier	Nom du type ciblé par la transformation
specific_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données contenant la fonction (toujours la base de données courante)
specific_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant la fonction
specific_name	sql_identifier	Le « nom spécifique » de la fonction. Voir Section 35.40, « <code>routines</code> » pour plus d'informations.
group_name	sql_identifier	Le standard SQL autorise la définition de transformations en « groupes », et la sélection d'un groupe à l'exécution. PostgreSQL ne supporte pas cela. À la place, les transformations sont spécifiques à un langage. Comme compromis, ce champ contient le langage concernant cette transformation.
transform_type	character_data	FROM SQL ou TO SQL

35.54. triggered_update_columns

Pour les triggers de la base de données actuelle qui spécifient une liste de colonnes (comme `UPDATE OF colonne1, colonne2`), la vue `triggered_update_columns` identifie ces colonnes. Les triggers qui ne spécifient pas une liste de colonnes ne sont pas inclus dans cette vue. Seules sont affichées les colonnes que l'utilisateur actuel possède ou que l'utilisateur a des droits autre que `SELECT`.

Tableau 35.52. Colonnes de `triggered_update_columns`

Nom	Type de données	Description
trigger_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient le déclencheur (toujours la base de données courante)
trigger_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient le déclencheur

Nom	Type de données	Description
trigger_name	sql_identifier	Nom du déclencheur
event_object_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la table sur laquelle est défini le déclencheur (toujours la base de données courante)
event_object_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la table sur laquelle est défini le déclencheur
event_object_table	sql_identifier	Nom de la table sur laquelle est défini le déclencheur
event_object_column	sql_identifier	Nom de la colonne sur laquelle est défini le déclencheur

35.55. triggers

La vue triggers contient tous les triggers définis dans la base de données actuelles sur les tables et vues que l'utilisateur actuel possède ou sur lesquels il a d'autres droits que le SELECT.

Tableau 35.53. Colonnes de triggers

Nom	Type de données	Description
trigger_catalog	sql_identifier	Nom de la base contenant le trigger (toujours la base de données actuelle)
trigger_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant le trigger
trigger_name	sql_identifier	Nom du trigger
event_manipulation	character_data	Événement qui déclenche le trigger (INSERT, UPDATE ou DELETE)
event_object_catalog	sql_identifier	Nom de la base contenant la table où le trigger est défini (toujours la base de données actuelle)
event_object_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la table où le trigger est défini
event_object_table	sql_identifier	Nom de la table où le trigger est défini
action_order	cardinal_number	Pas encore implanté
action_condition	character_data	La condition WHEN du trigger, NULL si aucun (NULL aussi si la table n'appartient pas à un rôle actuellement activé)
action_statement	character_data	Instruction exécutée par le déclencheur (actuellement toujours EXECUTE PROCEDURE <i>function</i> (...))
action_orientation	character_data	Indique si le déclencheur est exécuté une fois par ligne traitée ou une fois par instruction (ROW ou STATEMENT)
action_timing	character_data	Moment où le trigger se déclenche (BEFORE, AFTER ou INSTEAD OF)
action_reference_old_table	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
action_reference_new_table	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
action_reference_old_row	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
action_reference_new_row	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
created	time_stamp	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™

Les déclencheurs dans PostgreSQL™ ont deux incompatibilités avec le standard SQL qui affectent leur représentation dans le schéma d'information.

Premièrement, les noms des déclencheurs sont locaux à chaque table sous PostgreSQL™, et ne sont pas des objets du schéma indépendants. De ce fait, il peut exister des déclencheurs de même noms au sein d'un schéma, pour peu qu'ils s'occupent de tables différentes. (`trigger_catalog` et `trigger_schema` sont les champs qui décrivent effectivement la table sur laquelle est défini le déclencheur.)

Deuxièmement, les déclencheurs peuvent être définis pour s'exécuter sur plusieurs événements sous PostgreSQL™ (c'est-à-dire `ON INSERT OR UPDATE`) alors que le standard SQL n'en autorise qu'un. Si un déclencheur est défini pour s'exécuter sur plusieurs événements, il est représenté sur plusieurs lignes dans le schéma d'information, une pour chaque type d'événement.

En conséquence, la clé primaire de la vue `triggers` est en fait (`trigger_catalog`, `trigger_schema`, `event_object_table`, `trigger_name`, `event_manipulation`) et non (`trigger_catalog`, `trigger_schema`, `trigger_name`) comme le spécifie le standard SQL. Néanmoins, si les déclencheurs sont définis de manière conforme au standard SQL (des noms de déclencheurs uniques dans le schéma et un seul type d'événement par déclencheur), il n'y a pas lieu de se préoccuper de ces deux incompatibilités.



Note

Avant PostgreSQL™ 9.1, les colonnes `action_timing`, `action_reference_old_table`, `action_reference_new_table`, `action_reference_old_row` et `action_reference_new_row` de cette vue étaient nommées respectivement `condition_timing`, `condition_reference_old_table`, `condition_reference_new_table`, `condition_reference_old_row` et `condition_reference_new_row`. Cela reflétait leur nommage dans le standard SQL:1999. Le nouveau nommage est conforme à SQL:2003 et les versions ultérieures.

35.56. udt_privileges

La vue `view udt_privileges` identifie les droits `USAGE` donnés pour des types définis par l'utilisateur pour lesquels celui qui donne le droit et celui qui le reçoit sont des rôles actuellement activés. Il existe une ligne par chaque combinaison de colonne, rôle récupérant le droit, rôle donnant le droit. Cette vue affiche seulement les types composites (pour comprendre pourquoi, voir Section 35.58, « `user_defined_types` » ; voir Section 35.57, « `usage_privileges` » pour les droits sur les domaines).

Tableau 35.54. Colonnes de `udt_privileges`

Nom	Type de données	Description
<code>grantor</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du rôle donnant le droit
<code>grantee</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du rôle recevant le droit
<code>udt_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base contenant le type (actuellement toujours la base de données courante)
<code>udt_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma contenant le type
<code>udt_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du type
<code>privilege_type</code>	<code>character_data</code>	Toujours <code>TYPE USAGE</code>
<code>is_grantable</code>	<code>yes_or_no</code>	YES s'il est possible de donner le droit, NO sinon

35.57. usage_privileges

La vue `usage_privileges` identifie les priviléges d'`USAGE` accordés sur différents objets à un rôle actif ou par un rôle actif. Sous PostgreSQL™, cela s'applique aux domaines. Puisqu'il n'y a pas de réels priviléges sur les domaines sous PostgreSQL™, cette vue est affiche les priviléges `USAGE` implicitement octroyés à `PUBLIC` pour tous les collationnements, domaines, wrappers de données distantes, serveurs distants et séquences. Il y a une ligne pour chaque combinaison d'objet, de donneur et de receveur.

Comme les collationnements n'ont pas de vrais droits dans PostgreSQL™, cette vue affiche des droits `USAGE` implicites, non donnables à d'autres, et donnés par le propriétaire à `PUBLIC` pour tous les collationnements. Les autres types d'objets affichent néanmoins de vrais droits.

Dans PostgreSQL, les séquences supportent aussi les droits `SELECT` et `UPDATE` en plus du droit `USAGE`. Ils ne sont pas dans le

standard et du coup ils ne sont pas visibles dans le schéma d'informations.

Tableau 35.55. Colonnes de usage_privileges

Nom	Type de données	Description
grantor	sql_identifier	Nom du rôle qui a donné ce droit
grantee	sql_identifier	Nom du rôle auquel ce droit a été donné
object_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient l'objet (toujours la base de données courante)
object_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient l'objet, if applicable, sinon une chaîne vide
object_name	sql_identifier	Nom de l'objet
object_type	character_data	COLLATION, DOMAIN, FOREIGN DATA WRAPPER FOREIGN SERVER ou SEQUENCE
privilege_type	character_data	Toujours USAGE
is_grantable	yes_or_no	YES si le droit peut être donné, NO dans le cas contraire

35.58. user_defined_types

La vue user_defined_types contient actuellement tous les types composites définis dans la base de données courante. Seuls sont montrés les types auxquels l'utilisateur courant a accès (parce qu'il en est le propriétaire soit parce qu'il dispose de certains droits).

SQL connaît deux genres de types définis par les utilisateurs: les types structurés (aussi connu sous le nom de types composites dans PostgreSQL™) et les types distincts (non implémentés dans PostgreSQL™). Pour être prêt, utilisez la colonne user_defined_type_category pour les différencier. Les autres types définis par l'utilisateur comme les types de base et les énumérations, qui sont des extensions PostgreSQL™, ne sont pas affichés ici. Pour les domaines, voir Section 35.22, « domains ».

Tableau 35.56. Colonnes de user_defined_types

Nom	Type de données	Description
user_defined_type_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient ce type (toujours la base de données courante)
user_defined_type_schema	sql_identifier	Nom du schéma contenant ce type
user_defined_type_name	sql_identifier	Nom du type
user_defined_type_category	character_data	Actuellement, toujours STRUCTURED
is_instantiable	yes_or_no	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
is_final	yes_or_no	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
ordering_form	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
ordering_category	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
ordering_routine_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
ordering_routine_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
ordering_routine_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
reference_type	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™

Nom	Type de données	Description
data_type	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
character_maximum_length	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
character_octet_length	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
character_set_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
character_set_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
character_set_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
collation_catalog	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
collation_schema	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
collation_name	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
numeric_precision	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
numeric_precision_radix	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
numeric_scale	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
datetime_precision	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
interval_type	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
interval_precision	cardinal_number	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
source_dtd_identifier	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™
ref_dtd_identifier	sql_identifier	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™

35.59. user_mapping_options

La vue `user_mapping_options` contient toutes les options définies pour les correspondances d'utilisateur définies dans la base de données en cours. Seules sont affichées les correspondances pour lesquelles le serveur distant correspondant peut être accédé par l'utilisateur connecté (qu'il en soit le propriétaire ou qu'il ait quelques droits dessus).

Tableau 35.57. Colonnes de `user_mapping_options`

Nom	Type de données	Description
authorization_identifier	sql_identifier	Nom de l'utilisateur, ou PUBLIC si la correspondance est publique
foreign_server_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données dans laquelle est défini le serveur distant correspondant (toujours la base de données en cours)
foreign_server_name	sql_identifier	Nom du serveur distant utilisé par cette correspondance
option_name	sql_identifier	Nom d'une option

Nom	Type de données	Description
option_value	character_data	Valeur de l'option. Cette colonne s'affichera comme NULL sauf si l'utilisateur connecté est l'utilisateur en cours de correspondance ou si la correspondance est pour PUBLIC et que l'utilisateur connecté est le propriétaire de la base de données ou un superutilisateur. Le but est de protéger les informations de mot de passe stockées comme option.

35.60. user_mappings

La vue user_mappings contient toutes les correspondances utilisateurs définies dans la base de données en cours. Seules sont affichées les correspondances pour lesquelles le serveur distant correspondant peut être accédé par l'utilisateur connecté (qu'il en soit le propriétaire ou qu'il ait quelques droits dessus).

Tableau 35.58. Colonnes de user_mappings

Nom	Type de données	Description
authorization_identifier	sql_identifier	Nom de l'utilisateur en cours de correspondance ou PUBLIC si la correspondance est publique
foreign_server_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données dans laquelle est défini le serveur distant correspondant (toujours la base de données en cours)
foreign_server_name	sql_identifier	Nom du serveur distant utilisé par cette correspondance

35.61. view_column_usage

La vue view_column_usage identifie toutes les colonnes utilisées dans l'expression de la requête d'une vue (l'instruction SELECT définissant la vue). Une colonne n'est incluse que si la table contenant la colonne appartient à un rôle actif.



Note

Les colonnes des tables système ne sont pas incluses. Cela sera probablement corrigé un jour.

Tableau 35.59. Colonnes de view_column_usage

Nom	Type de données	Description
view_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la vue (toujours la base de données courante)
view_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la vue
view_name	sql_identifier	Nom de la vue
table_catalog	sql_identifier	Nom de la base de données qui contient la table qui contient la colonne utilisée par la vue (toujours la base de données courante)
table_schema	sql_identifier	Nom du schéma qui contient la table qui contient la colonne utilisée par la vue
table_name	sql_identifier	Nom de la table qui contient la colonne utilisée par la vue
column_name	sql_identifier	Nom de la colonne utilisée par la vue

35.62. view_routine_usage

La vue `view_routine_usage` identifie toutes les routines (fonctions et procédures) utilisées dans la requête d'une vue (l'instruction `SELECT` qui définit la vue). Une routine n'est incluse que si la routine appartient à un rôle actif.

Tableau 35.60. Colonnes de `view_routine_usage`

Nom	Type de données	Description
<code>table_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base qui contient la vue (toujours la base en cours)
<code>table_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma qui contient la vue
<code>table_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la vue
<code>specific_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base qui contient la fonction (toujours la base en cours)
<code>specific_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma qui contient la fonction
<code>specific_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Le « nom spécifique » de la fonction. Voir Section 35.40, « routines » pour plus d'informations.

35.63. view_table_usage

La vue `view_table_usage` identifie toutes les tables utilisées dans l'expression de la requête d'une vue (l'instruction `SELECT` définissant la vue). Une table n'est incluse que son propriétaire est un rôle actif.



Note

Les tables système ne sont pas incluses. Cela sera probablement corrigé un jour.

Tableau 35.61. Colonnes de `view_table_usage`

Nom	Type de données	Description
<code>view_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données qui contient la vue (toujours la base de données courante)
<code>view_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma qui contient la vue
<code>view_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la vue
<code>table_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données qui contient la table utilisée par la vue (toujours la base de données courante)
<code>table_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma qui contient la table utilisée par la vue
<code>table_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la table utilisée par la vue

35.64. views

La vue `views` contient toutes les vues définies dans la base de données courantes. Seules sont affichées les vues auxquelles l'utilisateur a accès (parce qu'il en est le propriétaire ou qu'il dispose de privilèges).

Tableau 35.62. Colonnes de `views`

Nom	Type de données	Description
<code>table_catalog</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la base de données qui contient la vue (toujours la base de données courante)
<code>table_schema</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom du schéma qui contient la vue
<code>table_name</code>	<code>sql_identifier</code>	Nom de la vue
<code>view_definition</code>	<code>character_data</code>	Expression de la requête définissant la vue (NULL si la vue

Nom	Type de données	Description
		n'appartient pas à un rôle actif)
check_option	character_data	S'applique à une fonctionnalité non disponible dans PostgreSQL™.
is_updatable	yes_or_no	YES si la vue est actualisable (autorise UPDATE et DELETE), NO dans le cas contraire
is_insertable_into	yes_or_no	YES s'il est possible d'insérer des données dans la vue (autorise INSERT), NO dans le cas contraire
is_trigger_updatable	yes_or_no	YES si la vue dispose d'un trigger INSTEAD OF pour l'opération UPDATE , NO dans le cas contraire
is_trigger_deletable	yes_or_no	YES si la vue dispose d'un trigger INSTEAD OF pour l'opération DELETE , NO dans le cas
is_trigger_insertable_into	yes_or_no	YES si la vue dispose d'un trigger INSTEAD OF pour l'opération INSERT , NO dans le cas

Partie V. Programmation serveur

Cette partie traite des possibilités d'extension des fonctionnalités du serveur par l'ajout de fonctions utilisateur, de types de données, de déclencheurs (triggers), etc. Il est préférable de n'aborder ces sujets, avancés, qu'après avoir compris tous les autres.

Les derniers chapitres décrivent les langages de programmation serveur disponibles avec PostgreSQL™ ainsi que les problèmes de ces langages en général. Il est essentiel de lire au minimum les premières sections du Chapitre 36, Étendre SQL (qui traitent des fonctions) avant de se plonger dans les langages de programmation serveur.

Chapitre 36. Étendre SQL

Les sections qui suivent présentent les possibilités d'étendre le langage SQL de requête de PostgreSQL™ par l'ajout :

- de fonctions (Section 36.3, « Fonctions utilisateur ») ;
- d'agrégats (Section 36.10, « Agrégats utilisateur ») ;
- de types de données (Section 36.11, « Types utilisateur ») ;
- d'opérateurs (Section 36.12, « Opérateurs définis par l'utilisateur ») ;
- de classes d'opérateurs pour les index (Section 36.14, « Interfacer des extensions d'index »).
- d'extensions permettant de créer un paquetage d'objets qui disposent d'un point commun (voir Section 36.15, « Empaqueter des objets dans une extension »)

36.1. L'extensibilité

PostgreSQL™ est extensible parce qu'il opère grâce à un système de catalogues. Quiconque est familier des systèmes de bases de données relationnelles standard sait que les informations concernant les bases, les tables, les colonnes, etc. y sont stockées dans ce qu'on nomme communément des catalogues systèmes (certains systèmes appellent cela le dictionnaire de données). Pour l'utilisateur, les catalogues ressemblent à des tables ordinaires, mais le SGBD y enregistre ses registres internes. À la différence des autres systèmes, PostgreSQL™ enregistre beaucoup d'informations dans ses catalogues : non seulement l'information concernant les tables et les colonnes, mais aussi l'information concernant les types de données, les fonctions, les méthodes d'accès, etc.

Ces tables peuvent être modifiées par l'utilisateur. Qui plus est, puisque PostgreSQL™ fonde ses opérations sur ces tables, il peut être étendu par les utilisateurs. En comparaison, les systèmes de bases de données conventionnels ne peuvent être étendus qu'en modifiant les procédures dans le code source ou en installant des modules spécifiquement écrits par le vendeur de SGBD.

De plus, le serveur PostgreSQL™ peut incorporer du code utilisateur par chargement dynamique. C'est-à-dire que l'utilisateur peut indiquer un fichier de code objet (par exemple une bibliothèque partagée) qui code un nouveau type ou une nouvelle fonction et PostgreSQL™ le charge au besoin. Il est encore plus facile d'ajouter au serveur du code écrit en SQL. La possibilité de modifier son fonctionnement « à la volée » fait de PostgreSQL™ un outil unique pour le prototypage rapide de nouvelles applications et de structures de stockage.

36.2. Le système des types de PostgreSQL™

Les types de données de PostgreSQL™ sont répartis en types de base, types composites, domaines et pseudo-types.

36.2.1. Les types de base

Les types de base sont ceux qui, comme int4, sont implantés sous le niveau du langage SQL (typiquement dans un langage de bas niveau comme le C). Ils correspondent généralement à ce que l'on appelle les types de données abstraits. PostgreSQL™ ne peut opérer sur de tels types qu'au moyen de fonctions utilisateur et n'en comprend le fonctionnement que dans la limite de la description qu'en a fait l'utilisateur. Les types de base sont divisés en types scalaires et types tableaux. Pour chaque type scalaire, un type tableau est automatiquement créé destiné à contenir des tableaux de taille variable de ce type scalaire.

36.2.2. Les types composites

Les types composites, ou types lignes, sont créés chaque fois qu'un utilisateur crée une table. Il est également possible de définir un type composite autonome sans table associée. Un type composite n'est qu'une simple liste de types de base avec des noms de champs associés. Une valeur de type composite est une ligne ou un enregistrement de valeurs de champ. L'utilisateur peut accéder à ces champs à partir de requêtes SQL. La Section 8.16, « Types composites » fournit de plus amples informations sur ces types.

36.2.3. Les domaines

Un domaine est fondé sur un type de base particulier. Il est, dans de nombreux cas, interchangeable avec ce type. Mais un domaine peut également posséder des contraintes qui restreignent ses valeurs à un sous-ensemble des valeurs autorisées pour le type de base.

Les domaines peuvent être créés à l'aide de la commande SQL CREATE DOMAIN(7). Leurs création et utilisation n'est pas l'objet de ce chapitre.

36.2.4. Pseudo-types

Il existe quelques « pseudo-types » pour des besoins particuliers. Les pseudo-types ne peuvent pas apparaître comme champs de table ou comme attributs de types composites, mais ils peuvent être utilisés pour déclarer les types des arguments et des résultats de fonctions. Dans le système de typage, ils fournissent un mécanisme d'identification des classes spéciales de fonctions. La Tableau 8.25, « Pseudo-Types » donne la liste des pseudo-types qui existent.

36.2.5. Types et fonctions polymorphes

Cinq pseudo-types sont particulièrement intéressants : anyelement, anyarray, anynonarray, anyenum et anyrange, collectivement appelés *types polymorphes*. Toute fonction déclarée utiliser ces types est dite *fonction polymorphe*. Une fonction polymorphe peut opérer sur de nombreux types de données différents, les types de données spécifiques étant déterminés par les types des données réellement passés lors d'un appel particulier de la fonction.

Les arguments et résultats polymorphes sont liés entre eux et sont résolus dans un type de données spécifique quand une requête faisant appel à une fonction polymorphe est analysée. Chaque occurrence (argument ou valeur de retour) déclarée comme anyelement peut prendre n'importe quel type réel de données mais, lors d'un appel de fonction donné, elles doivent toutes avoir le *même* type réel. Chaque occurrence déclarée comme anyarray peut prendre n'importe quel type de données tableau. De façon similaire, les occurrences déclarées en tant que anyrange doivent toutes être du même type. De la même façon, elles doivent toutes être du *même* type. Si des occurrences sont déclarées comme anyarray et d'autres comme anyelement, le type réel de tableau des occurrences anyarray doit être un tableau dont les éléments sont du même type que ceux apparaissant dans les occurrences de type anyelement. De la même façon, si des occurrences sont déclarées de type anyrange et d'autres de type anyelement, le type range réel dans les occurrences de anyrange doit être un type dont le sous-type est du même type que celui apparaissant dans les occurrences de anyelement. anynonarray est traité de la même façon que anyelement mais ajoute une contrainte supplémentaire. Le type réel ne doit pas être un tableau. anyenum est traité de la même façon que anyelement mais ajoute une contrainte supplémentaire. Le type doit être un type enuméré.

Ainsi, quand plusieurs occurrences d'argument sont déclarées avec un type polymorphe, seules certaines combinaisons de types réels d'argument sont autorisées. Par exemple, une fonction déclarée comme `foo(anyelement, anyelement)` peut prendre comme arguments n'importe quelles valeurs à condition qu'elles soient du même type de données.

Quand la valeur renvoyée par une fonction est déclarée de type polymorphe, il doit exister au moins une occurrence d'argument également polymorphe, et le type réel de donnée passé comme argument détermine le type réel de résultat renvoyé lors de cet appel à la fonction. Par exemple, s'il n'existe pas déjà un mécanisme d'indexation d'éléments de tableau, on peut définir une fonction qui code ce mécanisme : `indice(anyarray, integer) returns anyelement`. La déclaration de fonction contraint le premier argument réel à être de type tableau et permet à l'analyseur d'inférer le type correct de résultat à partir du type réel du premier argument. Une fonction déclarée de cette façon `f(anyarray) returns anyenum` n'accepte que des tableaux contenant des valeurs de type enum.

anynonarray et anyenum ne représentent pas des variables de type séparé ; elles sont du même type que anyelement, mais avec une contrainte supplémentaire. Par exemple, déclarer une fonction `f(anyelement, anyenum)` est équivalent à la déclarer `f(anyenum, anyenum)` : les deux arguments réels doivent être du même type enum.

Une fonction variadic (c'est-à-dire une fonction acceptant un nombre variable d'arguments, comme dans Section 36.4.5, « Fonctions SQL avec un nombre variables d'arguments ») peut être polymorphe : cela se fait en déclarant son dernier paramètre VARIADIC anyarray. Pour s'assurer de la correspondance des arguments et déterminer le type de la valeur en retour, ce type de fonction se comporte de la même façon que si vous aviez écrit le nombre approprié de paramètres anynonarray.

36.3. Fonctions utilisateur

PostgreSQL™ propose quatre types de fonctions :

- fonctions en langage de requête (fonctions écrites en SQL, Section 36.4, « Fonctions en langage de requêtes (SQL) »)
- fonctions en langage procédural (fonctions écrites, par exemple, en PL/pgSQL ou PL/Tcl, Section 36.7, « Fonctions en langage de procédures »)
- fonctions internes (Section 36.8, « Fonctions internes »)
- fonctions en langage C (Section 36.9, « Fonctions en langage C »)

Chaque type de fonction peut accepter comme arguments (paramètres) des types de base, des types composites ou une combinaison de ceux-ci. De plus, chaque sorte de fonction peut renvoyer un type de base ou un type composite. Les fonctions pourraient aussi être définies pour renvoyer des ensembles de valeurs de base ou de valeurs composites.

De nombreuses sortes de fonctions peuvent accepter ou renvoyer certains pseudo-types (comme les types polymorphes) mais avec des fonctionnalités variées. Consultez la description de chaque type de fonction pour plus de détails.

Il est plus facile de définir des fonctions SQL aussi allons-nous commencer par celles-ci. La plupart des concepts présentés pour

les fonctions SQL seront aussi gérés par les autres types de fonctions.

Lors de la lecture de ce chapitre, il peut être utile de consulter la page de référence de la commande CREATE FUNCTION(7) pour mieux comprendre les exemples. Quelques exemples extraits de ce chapitre peuvent être trouvés dans les fichiers `funcs.sql` et `funcs.c` du répertoire du tutoriel de la distribution source de PostgreSQL™.

36.4. Fonctions en langage de requêtes (SQL)

Les fonctions SQL exécutent une liste arbitraire d'instructions SQL et renvoient le résultat de la dernière requête de cette liste. Dans le cas d'un résultat simple (pas d'ensemble), la première ligne du résultat de la dernière requête sera renvoyée (gardez à l'esprit que « la première ligne » d'un résultat multiligne n'est pas bien définie à moins d'utiliser ORDER BY). Si la dernière requête de la liste ne renvoie aucune ligne, la valeur NULL est renvoyée.

Une fonction SQL peut être déclarée de façon à renvoyer un ensemble (« set », ce qui signifie un ensemble de lignes) en spécifiant le type renvoyé par la fonction comme `SETOF un_type`, ou de façon équivalente en la déclarant comme `RETURNS TABLE (colonnes)`. Dans ce cas, toutes les lignes de la dernière requête sont renvoyées. Des détails supplémentaires sont donnés plus loin dans ce chapitre.

Le corps d'une fonction SQL doit être constitué d'une liste d'une ou de plusieurs instructions SQL séparées par des points-virgule. Un point-virgule après la dernière instruction est optionnel. Sauf si la fonction déclare renvoyer void, la dernière instruction doit être un **SELECT** ou un **INSERT**, **UPDATE** ou un **DELETE** qui a une clause **RETURNING**.

Toute collection de commandes dans le langage SQL peut être assemblée et définie comme une fonction. En plus des requêtes **SELECT**, les commandes peuvent inclure des requêtes de modification des données (**INSERT**, **UPDATE** et **DELETE**) ainsi que d'autres commandes SQL (sans toutefois pouvoir utiliser les commandes de contrôle de transaction, telles que **COMMIT**, **SAVEPOINT**, et certaines commandes utilitaires, comme **VACUUM**, dans les fonctions SQL). Néanmoins, la commande finale doit être un **SELECT** ou doit avoir une clause **RETURNING** qui renvoie ce qui a été spécifié comme type de retour de la fonction. Autrement, si vous voulez définir une fonction SQL qui réalise des actions mais n'a pas de valeur utile à renvoyer, vous pouvez la définir comme renvoyant void. Par exemple, cette fonction supprime les lignes avec des salaires négatifs depuis la table `emp` :

```
CREATE FUNCTION nettoie_emp() RETURNS void AS '
    DELETE FROM emp WHERE salaire < 0;
'
LANGUAGE SQL;

SELECT nettoie_emp();

nettoie_emp
-----
(1 row)
```



Note

Le corps entier d'une fonction SQL est analysé avant d'être exécuté. Bien qu'une fonction SQL puisse contenir des commandes qui modifient les catalogues systèmes (par exemple **CREATE TABLE**), les effets de telles commandes ne seront pas visibles lors de l'analyse des commandes suivantes dans la fonction. De ce fait, par exemple, `CREATE TABLE foo (...); INSERT INTO foo VALUES(...);` ne fonctionnera pas si c'est intégré dans une seule fonction SQL car `foo` n'existera pas encore quand la commande SQL **INSERT** sera analysée. Il est recommandé d'utiliser PL/PgSQL à la place de SQL dans ce genre de situations.

La syntaxe de la commande **CREATE FUNCTION** requiert que le corps de la fonction soit écrit comme une constante de type chaîne. Il est habituellement plus agréable d'utiliser les guillemets dollar (voir la Section 4.1.2.4, « Constantes de chaînes avec guillemet dollar ») pour cette constante. Si vous choisissez d'utiliser la syntaxe habituelle avec des guillemets simples, vous devez doubler les marques de guillemet simple ('') et les antislashes (\), en supposant que vous utilisez la syntaxe d'échappement de chaînes, utilisés dans le corps de la fonction (voir la Section 4.1.2.1, « Constantes de chaînes »).

36.4.1. Arguments pour les fonctions SQL

Les arguments d'une fonction SQL peuvent être référencés dans le corps de la fonction en utilisant soit les noms soit les numéros. Des exemples de chaque méthode se trouvent ci-dessous.

Pour utiliser un nom, déclarez l'argument de la fonction comme ayant un nom, puis écrivez le nom dans le corps de la fonction. Si le nom de l'argument est le même que celui d'une colonne dans la commande SQL en cours, le nom de la colonne est prioritaire. Pour contourner ce comportement, qualifiez le nom de l'argument avec le nom de la fonction, autrement dit

nom_argument. (Si cela entre en conflit avec un nom de colonne qualifié, cette fois encore, la colonne l'emporte. Vous pouvez éviter toute ambiguïté en choisissant un alias différent pour la table à l'intérieur de la commande SQL.)

Dans l'ancienne approche numérique, les arguments sont référencés en utilisant la syntaxe `$n` : `$1` fait référence au premier argument, `$2` au second, et ainsi de suite. Ceci fonctionnera que l'argument ait été déclaré avec un nom ou pas.

Si un argument est de type composite, la notation à point, `nom_argument.nom_champ` ou `$1.nom_champ` peut être utilisé pour accéder aux attributs de l'argument. Encore une fois, vous pourriez avoir besoin de qualifier le nom de l'argument avec le nom de la fonction pour qu'il n'y ait pas d'ambiguïté.

Les arguments de fonctions SQL peuvent seulement être utilisés comme valeurs de données, et non pas comme identifiants. Du coup, par exemple, ceci est accepté :

```
INSERT INTO mytable VALUES ($1);
```

mais ceci ne fonctionnera pas :

```
INSERT INTO $1 VALUES (42);
```



Note

La possibilité d'utiliser des noms pour référencer les arguments d'une fonction SQL a été ajoutée à PostgreSQL™ 9.2. Les fonctions devant être utilisées sur des versions antérieures doivent utiliser la notation `$n`.

36.4.2. Fonctions SQL sur les types de base

La fonction SQL la plus simple possible n'a pas d'argument et retourne un type de base tel que `integer` :

```
CREATE FUNCTION un() RETURNS integer AS $$  
    SELECT 1 AS resultat;  
$$ LANGUAGE SQL;  
  
-- Autre syntaxe pour les chaînes littérales :  
CREATE FUNCTION un() RETURNS integer AS '  
    SELECT 1 AS resultat;  
' LANGUAGE SQL;  
  
SELECT un();  
  
un  
----  
1
```

Notez que nous avons défini un alias de colonne avec le nom `resultat` dans le corps de la fonction pour se référer au résultat de la fonction mais cet alias n'est pas visible hors de la fonction. En effet, le résultat est nommé `un` au lieu de `resultat`.

Il est presque aussi facile de définir des fonctions SQL acceptant des types de base comme arguments :

```
CREATE FUNCTION add_em(x integer, y integer) RETURNS integer AS $$  
    SELECT x + y;  
$$ LANGUAGE SQL;  
  
SELECT add_em(1, 2) AS answer;  
  
answer  
-----  
3
```

Autrement, nous pourrions nous passer des noms pour les arguments et utiliser à la place des numéros :

```
CREATE FUNCTION ajoute(integer, integer) RETURNS integer AS $$  
    SELECT $1 + $2;  
$$ LANGUAGE SQL;
```

```
SELECT ajoute(1, 2) AS reponse;
      reponse
-----
      3
```

Voici une fonction plus utile, qui pourrait être utilisée pour débiter un compte bancaire :

```
CREATE FUNCTION tf1 (no_compte integer, debit numeric) RETURNS integer AS $$ 
    UPDATE bank
        SET balance = balance - debit
        WHERE no_compte = tf1.no_compte;
    SELECT 1;
$$ LANGUAGE SQL;
```

Un utilisateur pourrait exécuter cette fonction pour débiter le compte 17 de 100 000 euros ainsi :

```
SELECT tf1(17, 100.000);
```

Dans cet exemple, nous choisissons le nom `no_compte` comme premier argument mais ce nom est identique au nom d'une colonne dans la table `banque`. Dans la commande `UPDATE`, `no_compte` fait référence à la colonne `banque.no_compte`, donc `tf1.no_compte` doit être utilisé pour faire référence à l'argument. Nous pouvons bien sûr éviter cela en utilisant un nom différent pour l'argument.

Dans la pratique, on préférera vraisemblablement un résultat plus utile que la constante 1. Une définition plus probable est :

```
CREATE FUNCTION tf1 (no_compte integer, debit numeric) RETURNS integer AS $$ 
    UPDATE bank
        SET balance = balance - debit
        WHERE no_compte = tf1.no_compte;
    SELECT balance FROM banque WHERE no_compte = tf1.no_compte;
$$ LANGUAGE SQL;
```

qui ajuste le solde et renvoie sa nouvelle valeur. La même chose peut se faire en une commande en utilisant la clause `RETURNING` :

```
CREATE FUNCTION tf1 (no_compte integer, debit numeric) RETURNS integer AS $$ 
    UPDATE bank
        SET balance = balance - debit
        WHERE no_compte = tf1.no_compte
    RETURNING balance;
$$ LANGUAGE SQL;
```

36.4.3. Fonctions SQL sur les types composites

Quand nous écrivons une fonction avec des arguments de type composite, nous devons non seulement spécifier l'argument utilisé, mais aussi spécifier l'attribut désiré de cet argument (champ). Par exemple, supposons que `emp` soit le nom d'une table contenant des données sur les employés et donc également le nom du type composite correspondant à chaque ligne de la table. Voici une fonction `double_salaire` qui calcule ce que serait le salaire de quelqu'un s'il était doublé :

```
CREATE TABLE emp (
    nom          text,
    salaire      numeric,
    age          integer,
    cubicle     point
);

INSERT INTO emp VALUES ('Bill', 4200, 45, '(2,1)');

CREATE FUNCTION double_salaire(emp) RETURNS numeric AS $$ 
    SELECT $1.salaire * 2 AS salaire;
$$ LANGUAGE SQL;

SELECT nom, double_salaire(emp.*) AS reve
      FROM emp
```

```
WHERE emp.cubicle ~= point '(2,1)';

name | reve
-----+-----
Bill | 8400
```

Notez l'utilisation de la syntaxe `$1.salaire` pour sélectionner un champ dans la valeur de la ligne argument. Notez également comment la commande **SELECT** utilise `nom_table.*` pour sélectionner la ligne courante entière de la table comme une valeur composite (`emp`). La ligne de la table peut aussi être référencée en utilisant seulement le nom de la table ainsi :

```
SELECT nom, double_salaire(emp) AS reve
  FROM emp
 WHERE emp.cubicle ~= point '(2,1)';
```

mais cette utilisation est obsolète car elle est facilement obscure. (Voir Section 8.16.5, « Utiliser des types composites dans les requêtes » pour des détails sur ces deux syntaxes pour la valeur composite d'une ligne de table.)

Quelque fois, il est pratique de construire une valeur d'argument composite en direct. Ceci peut se faire avec la construction `ROW`. Par exemple, nous pouvons ajuster les données passées à la fonction :

```
SELECT nom, double_salaire(ROW(nom, salaire*1.1, age, cubicle)) AS reve
  FROM emp;
```

Il est aussi possible de construire une fonction qui renvoie un type composite. Voici un exemple de fonction renvoyant une seule ligne de type `emp` :

```
CREATE FUNCTION nouvel_emp() RETURNS emp AS $$%
  SELECT text 'Aucun' AS nom,
         1000.0 AS salaire,
          25 AS age,
    point '(2,2)' AS cubicle;
$$ LANGUAGE SQL;
```

Dans cet exemple, nous avons spécifié chacun des attributs avec une valeur constante, mais un quelconque calcul aurait pu être substitué à ces valeurs.

Notez deux aspects importants à propos de la définition de fonction :

- L'ordre de la liste du **SELECT** doit être exactement le même que celui dans lequel les colonnes apparaissent dans la table associée au type composite (donner des noms aux colonnes dans le corps de la fonction, comme nous l'avons fait dans l'exemple, n'a aucune interaction avec le système).
- Vous devez transtyper les expressions pour concorder avec la définition du type composite ou bien vous aurez l'erreur suivante :

```
ERROR: function declared to return emp returns varchar instead of text at column 1
```

Une autre façon de définir la même fonction est :

```
CREATE FUNCTION nouveau_emp() RETURNS emp AS $$%
  SELECT ROW('Aucun', 1000.0, 25, '(2,2)')::emp;
$$ LANGUAGE SQL;
```

Ici, nous écrivons un **SELECT** qui renvoie seulement une colonne du bon type composite. Ceci n'est pas vraiment meilleur dans cette situation mais c'est une alternative pratique dans certains cas -- par exemple, si nous avons besoin de calculer le résultat en appelant une autre fonction qui renvoie la valeur composite désirée.

Nous pouvons appeler cette fonction soit en l'utilisant dans une expression de valeur :

```
SELECT nouveau_emp();
nouveau_emp
-----
(None,1000.0,25,"(2,2)")
```

soit en l'utilisant comme une fonction table :

```
SELECT * FROM nouveau_emp();
nom | salaire | age | cubicle
-----+-----+-----+
Aucun | 1000.0 | 25 | (2,2)
```

La deuxième façon est décrite plus complètement dans la Section 36.4.7, « Fonctions SQL comme sources de table ».

Quand vous utilisez une fonction qui renvoie un type composite, vous pourriez vouloir seulement un champ (attribut) depuis ce résultat. Vous pouvez le faire avec cette syntaxe :

```
SELECT (nouveau_emp()).nom;
nom
-----
None
```

Les parenthèses supplémentaires sont nécessaires pour éviter une erreur de l'analyseur. Si vous essayez de le faire sans, vous obtiendrez quelque chose comme ceci :

```
SELECT nouveau_emp().nom;
ERROR: syntax error at or near "."
LINE 1: SELECT nouveau_emp().nom;
```

Une autre option est d'utiliser la notation fonctionnelle pour extraire un attribut :

```
SELECT nom(nouveau_emp());
name
-----
None
```

Comme expliqué dans Section 8.16.5, « Utiliser des types composites dans les requêtes », la notation avec des champs et la notation fonctionnelle sont équivalentes.

36.4.4. Fonctions SQL avec des paramètres en sortie

Une autre façon de décrire les résultats d'une fonction est de la définir avec des *paramètres en sortie* comme dans cet exemple :

```
CREATE FUNCTION ajoute (IN x int, IN y int, OUT sum int)
AS 'SELECT x + y'
LANGUAGE SQL;

SELECT ajoute(3,7);
ajoute
-----
10
(1 row)
```

Ceci n'est pas vraiment différent de la version d'`ajoute` montrée dans la Section 36.4.2, « Fonctions SQL sur les types de base ». La vraie valeur des paramètres en sortie est qu'ils fournissent une façon agréable de définir des fonctions qui renvoient plusieurs colonnes. Par exemple,

```
CREATE FUNCTION ajoute_n_produit (x int, y int, OUT sum int, OUT product int)
AS 'SELECT x + y, x * y'
LANGUAGE SQL;

SELECT * FROM sum_n_product(11,42);
sum | product
-----+-----
53 |     462
(1 row)
```

Ce qui est arrivé ici est que nous avons créé un type composite anonyme pour le résultat de la fonction. L'exemple ci-dessus a le même résultat final que

```
CREATE TYPE produit_ajoute AS (somme int, produit int);

CREATE FUNCTION ajoute_n_produit (int, int) RETURNS produit_ajoute
AS 'SELECT $1 + $2, $1 * $2'
LANGUAGE SQL;
```

mais ne pas avoir à s'embêter avec la définition séparée du type composite est souvent agréable. Notez que les noms attachés aux paramètres de sortie ne sont pas juste décoratif, mais déterminent le nom des colonnes du type composite anonyme. (Si vous omettez un nom pour un paramètre en sortie, le système choisira un nom lui-même.)

Notez que les paramètres en sortie ne sont pas inclus dans la liste d'arguments lors de l'appel d'une fonction de ce type en SQL. Ceci parce que PostgreSQL™ considère seulement les paramètres en entrée pour définir la signature d'appel de la fonction. Cela signifie aussi que seuls les paramètres en entrée sont importants lors de références de la fonction pour des buts comme sa suppression. Nous pouvons supprimer la fonction ci-dessus avec l'un des deux appels ci-dessous :

```
DROP FUNCTION ajoute_n_produit (x int, y int, OUT somme int, OUT produit int);
DROP FUNCTION ajoute_n_produit (int, int);
```

Les paramètres peuvent être marqués comme `IN` (par défaut), `OUT` ou `INOUT` ou `VARIADIC`. Un paramètre `INOUT` sert à la fois de paramètre en entrée (il fait partie de la liste d'arguments en appel) et comme paramètre de sortie (il fait partie du type d'enregistrement résultat). Les paramètres `VARIADIC` sont des paramètres en entrées, mais sont traités spécifiquement comme indiqué ci-dessous.

36.4.5. Fonctions SQL avec un nombre variables d'arguments

Les fonctions SQL peuvent accepter un nombre variable d'arguments à condition que tous les arguments « optionnels » sont du même type. Les arguments optionnels seront passés à la fonction sous forme d'un tableau. La fonction est déclarée en marquant le dernier paramètre comme `VARIADIC` ; ce paramètre doit être déclaré de type tableau. Par exemple :

```
CREATE FUNCTION mleast(VARIADIC arr numeric[]) RETURNS numeric AS $$ 
    SELECT min($1[i]) FROM generate_subscripts($1, 1) g(i);
$$ LANGUAGE SQL;

SELECT mleast(10, -1, 5, 4.4);
mleast
-----
-1
(1 row)
```

En fait, tous les arguments à la position ou après la position de l'argument `VARIADIC` sont emballés dans un tableau à une dimension, comme si vous aviez écrit

```
SELECT mleast(ARRAY[10, -1, 5, 4.4]); -- doesn't work
```

Vous ne pouvez pas vraiment écrire cela, ou tout du moins cela ne correspondra pas à la définition de la fonction. Un paramètre marqué `VARIADIC` correspond à une ou plusieurs occurrences de son type d'élément, et non pas de son propre type.

Quelque fois, il est utile de pouvoir passer un tableau déjà construit à une fonction variadic ; ceci est particulièrement intéressant quand une fonction variadic veut passer son paramètre tableau à une autre fonction. Vous pouvez faire cela en spécifiant `VARIADIC` dans l'appel :

```
SELECT mleast(VARIADIC ARRAY[10, -1, 5, 4.4]);
```

Ceci empêche l'expansion du paramètre variadic de la fonction dans le type des éléments, ce qui permet à la valeur tableau de correspondre. `VARIADIC` peut seulement être attaché au dernier argument d'un appel de fonction.

Spécifier `VARIADIC` dans l'appel est aussi la seule façon de passer un tableau vide à une fonction variadique. Par exemple :

```
SELECT mleast(VARIADIC ARRAY[]::numeric[]);
```

Écrire simplement `SELECT mleast()` ne fonctionne pas car un paramètre variadique doit correspondre à au moins un argument réel. (Vous pouvez définir une deuxième fonction aussi nommée `mleast`, sans paramètres, si vous voulez permettre ce type d'appels.)

Les paramètres de l'élément tableau générés à partir d'un paramètre variadic sont traités comme n'ayant pas de noms propres. Cela signifie qu'il n'est pas possible d'appeler une fonction variadic en utilisant des arguments nommés (Section 4.3, « Fonctions appétantes »), sauf quand vous spécifiez `VARIADIC`. Par exemple, ceci fonctionnera :

```
SELECT mleast(VARIADIC arr => ARRAY[10, -1, 5, 4.4]);
```

mais pas cela :

```
SELECT mleast(arr => 10);
SELECT mleast(arr => ARRAY[10, -1, 5, 4.4]);
```

36.4.6. Fonctions SQL avec des valeurs par défaut pour les arguments

Les fonctions peuvent être déclarées avec des valeurs par défaut pour certains des paramètres en entrée ou pour tous. Les valeurs par défaut sont insérées quand la fonction est appelée avec moins d'arguments que à priori nécessaires. Comme les arguments peuvent seulement être omis à partir de la fin de la liste des arguments, tous les paramètres après un paramètre disposant d'une valeur par défaut disposeront eux-aussi d'une valeur par défaut. (Bien que l'utilisation de la notation avec des arguments nommés pourrait autoriser une relâche de cette restriction, elle est toujours forcée pour que la notation des arguments de position fonctionne correctement.)

Par exemple :

```
CREATE FUNCTION foo(a int, b int DEFAULT 2, c int DEFAULT 3)
RETURNS int
LANGUAGE SQL
AS $$
    SELECT $1 + $2 + $3;
$$;

SELECT foo(10, 20, 30);
foo
-----
60
(1 row)

SELECT foo(10, 20);
foo
-----
33
(1 row)

SELECT foo(10);
foo
-----
15
(1 row)

SELECT foo();
-- échec car il n'y a pas de valeur par défaut pour le premier argument
ERROR:  function foo() does not exist
```

Le signe = peut aussi être utilisé à la place du mot clé `DEFAULT`,

36.4.7. Fonctions SQL comme sources de table

Toutes les fonctions SQL peuvent être utilisées dans la clause `FROM` d'une requête mais ceci est particulièrement utile pour les fonctions renvoyant des types composite. Si la fonction est définie pour renvoyer un type de base, la fonction table produit une table d'une seule colonne. Si la fonction est définie pour renvoyer un type composite, la fonction table produit une colonne pour chaque attribut du type composite.

Voici un exemple :

```

CREATE TABLE foo (fooid int, foosousid int, foonom text);
INSERT INTO foo VALUES (1, 1, 'Joe');
INSERT INTO foo VALUES (1, 2, 'Ed');
INSERT INTO foo VALUES (2, 1, 'Mary');

CREATE FUNCTION recuperfoo(int) RETURNS foo AS $$ 
    SELECT * FROM foo WHERE fooid = $1;
$$ LANGUAGE SQL;

SELECT *, upper(foonom) FROM recuperfoo(1) AS t1;

fooid | foosousid | foonom | upper
-----+-----+-----+
    1 |         1 | Joe   | JOE
(1 row)

```

Comme le montre cet exemple, nous pouvons travailler avec les colonnes du résultat de la fonction comme s'il s'agissait des colonnes d'une table normale.

Notez que nous n'obtenons qu'une ligne comme résultat de la fonction. Ceci parce que nous n'avons pas utilisé l'instruction SETOF. Cette instruction est décrite dans la prochaine section.

36.4.8. Fonctions SQL renvoyant un ensemble

Quand une fonction SQL est déclarée renvoyer un SETOF *un_type*, la requête finale de la fonction est complètement exécutée et chaque ligne extraite est renvoyée en tant qu'élément de l'ensemble résultat.

Cette caractéristique est normalement utilisée lors de l'appel d'une fonction dans une clause FROM. Dans ce cas, chaque ligne renvoyée par la fonction devient une ligne de la table vue par la requête. Par exemple, supposons que la table `foo` ait le même contenu que précédemment et écrivons :

```

CREATE FUNCTION recuperfoo(int) RETURNS SETOF foo AS $$ 
    SELECT * FROM foo WHERE fooid = $1;
$$ LANGUAGE SQL;

SELECT * FROM recuperfoo(1) AS t1;

```

Alors nous obtenons :

fooid	foosousid	foonom
1	1	Joe
1	2	Ed

Il est aussi possible de renvoyer plusieurs lignes avec les colonnes définies par des paramètres en sortie, comme ceci :

```

CREATE TABLE tab (y int, z int);
INSERT INTO tab VALUES (1, 2), (3, 4), (5, 6), (7, 8);

CREATE FUNCTION sum_n_product_with_tab (x int, OUT sum int, OUT product int)
RETURNS SETOF record
AS $$ 
    SELECT $1 + tab.y, $1 * tab.y FROM tab;
$$ LANGUAGE SQL;

SELECT * FROM sum_n_product_with_tab(10);
sum | product
-----+-----
  11 |     10
  13 |     30
  15 |     50
  17 |     70
(4 rows)

```

Le point clé ici est que vous devez écrire RETURNS SETOF record pour indiquer que la fonction renvoie plusieurs lignes et

non pas une seule. S'il n'y a qu'un paramètre en sortie, indiquez le type de paramètre plutôt que record.

Il est souvent utile de construire le résultat d'une requête par l'appel répété d'une fonction retournant un ensemble, dont les paramètres varient à chaque appel avec les valeurs des lignes d'une table ou d'une sous-requête. La manière idéale de le réaliser est d'utiliser le mot clé LATERAL, qui est décrit dans Section 7.2.1.5, « Sous-requêtes LATERAL ». Voici un exemple de fonction retournant un ensemble permettant d'énumérer les éléments d'une structure en arbre :

```
SELECT * FROM noeuds;
  nom      | parent
-----+-----
Haut
Enfant1   | Haut
Enfant2   | Haut
Enfant3   | Haut
Sous-Enfant1 | Enfant1
Sous-Enfant2 | Enfant1
(6 rows)

CREATE FUNCTION listeefant(text) RETURNS SETOF text AS $$ 
    SELECT nom FROM noeuds WHERE parent = $1
$$ LANGUAGE SQL STABLE;

SELECT * FROM listeefant('Haut');
listeefant
-----
Enfant1
Enfant2
Enfant3
(3 rows)

SELECT nom, enfant FROM noeuds, LATERAL listeefant(nom) AS enfant;
  name      | child
-----+-----
Haut       | Enfant1
Haut       | Enfant2
Haut       | Enfant3
Enfant1   | Sous-Enfant1
Enfant1   | Sous-Enfant2
(5 rows)
```

Cet exemple ne fait rien de plus que ce qui aurait été possible avec une simple jointure mais, dans des cas plus complexes, l'alternative consistant à reporter du travail dans une fonction peut se révéler assez pratique.

Actuellement, les fonctions retournant des ensembles peuvent aussi être appelées dans la clause select d'une requête. Pour chaque ligne que cette requête génère par elle-même, la fonction retournant un ensemble est appelée, et une ligne résultat est générée pour chaque élément de l'ensemble retourné par la fonction. Cependant, il est à noter que cette fonctionnalité est dépréciée et devrait être supprimée dans les prochaines versions. L'exemple précédent peut aussi être implémenté avec des requêtes telles que :

```
SELECT listeefant('Haut');
listeefant
-----
Enfant1
Enfant2
Enfant3
(3 rows)

SELECT nom, listeefant(nom) FROM noeuds;
  nom      | listeefant
-----+-----
Haut       | Enfant1
Haut       | Enfant2
Haut       | Enfant3
Enfant1   | Sous-Enfant1
Enfant1   | Sous-Enfant2
(5 rows)
```

Notez, dans le dernier **SELECT**, qu'aucune ligne n'est renvoyée pour Enfant2, Enfant3, etc. Ceci est dû au fait que la fonc-

tion `listeenfant` renvoie un ensemble vide pour ces arguments et ainsi aucune ligne n'est générée. Ce comportement est identique à celui attendu par une requête de jointure interne join avec le résultat de la fonction utilisant la syntaxe LATERAL.



Note

Si la dernière commande d'une fonction est **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE** avec une clause `RETURNING`, cette commande sera toujours exécutée jusqu'à sa fin, même si la fonction n'est pas déclarée avec `SETOF` ou que la requête appelante ne renvoie pas toutes les lignes résultats. Toutes les lignes supplémentaires produites par la clause `RETURNING` sont silencieusement abandonnées mais les modifications de table sont pris en compte (et sont toutes terminées avant que la fonction ne se termine).



Note

Le problème principal lors de l'utilisation d'une fonction renvoyant une liste dans la clause `SELECT` plutôt que dans la clause `FROM` est que l'ajout de plus d'une fonction renvoyant un ensemble dans la même clause `SELECT` ne se comporte pas correctement (ce que nous obtenons actuellement est une liste dont la taille est le plus petit commun multiple du nombre de lignes produites par chaque fonction renvoyant un ensemble). La syntaxe `LATERAL` génère un résultat moins surprenant avec de multiples fonctions renvoyant des ensembles, et devrait être préférée.

36.4.9. Fonctions SQL renvoyant TABLE

Il existe une autre façon de déclarer une fonction comme renvoyant un ensemble de données. Cela passe par la syntaxe `RETURNS TABLE(colonnes)`. C'est équivalent à utiliser un ou plusieurs paramètres `OUT` et à marquer la fonction comme renvoyant un `SETOF record` (ou `SETOF` d'un type simple en sortie, comme approprié). Cette notation est indiquée dans les versions récentes du standard SQL et, du coup, devrait être plus portable que `SETOF`.

L'exemple précédent, `sum-and-product`, peut se faire aussi de la façon suivante :

```
CREATE FUNCTION sum_n_product_with_tab (x int)
RETURNS TABLE(sum int, product int) AS $$%
    SELECT $1 + tab.y, $1 * tab.y FROM tab;
$$ LANGUAGE SQL;
```

Il n'est pas autorisé d'utiliser explicitement des paramètres `OUT` ou `INOUT` avec la notation `RETURNS TABLE` -- vous devez indiquer toutes les colonnes en sortie dans la liste `TABLE`.

36.4.10. Fonctions SQL polymorphes

Les fonctions SQL peuvent être déclarées pour accepter et renvoyer les types « polymorphe » `anyelement`, `anyarray`, `anynonnullarray`, `anyenum` et `anyrange`. Voir la Section 36.2.5, « Types et fonctions polymorphes » pour une explication plus approfondie. Voici une fonction polymorphe `cree_tableau` qui construit un tableau à partir de deux éléments de type arbitraire :

```
CREATE FUNCTION cree_tableau(anyelement, anyelement) RETURNS anyarray AS $$%
    SELECT ARRAY[$1, $2];
$$ LANGUAGE SQL;
SELECT cree_tableau(1, 2) AS tableau_entier, cree_tableau('a'::text, 'b') AS tableau_texte;

tableau_entier | tableau_texte
-----+-----
{1,2}          | {a,b}
(1 row)
```

Notez l'utilisation du transtypage `'a' :: text` pour spécifier le type `text` de l'argument. Ceci est nécessaire si l'argument est une chaîne de caractères car, autrement, il serait traité comme un type `unknown`, et un tableau de type `unknown` n'est pas un type valide. Sans le transtypage, vous obtiendrez ce genre d'erreur :

```
ERROR: could not determine polymorphic type because input is UNKNOWN
```

Il est permis d'avoir des arguments polymorphes avec un type de renvoi fixe, mais non l'inverse. Par exemple :

```
CREATE FUNCTION est_plus_grand(anyelement, anyelement) RETURNS bool AS $$%
    SELECT $1 > $2;
```

```
$$ LANGUAGE SQL;
SELECT est_plus_grand(1, 2);
est_plus_grand
-----
f
(1 row)

CREATE FUNCTION fonction_invalide() RETURNS anyelement AS $$ 
    SELECT 1;
$$ LANGUAGE SQL;
ERROR:  cannot determine result datatype
DETAIL:  A function returning a polymorphic type must have at least one
polymorphic argument.
```

Le polymorphisme peut être utilisé avec les fonctions qui ont des arguments en sortie. Par exemple :

```
CREATE FUNCTION dup (f1 anyelement, OUT f2 anyelement, OUT f3 anyarray)
AS 'select $1, array[$1,$1]' LANGUAGE SQL;

SELECT * FROM dup(22);
 f2 | f3
-----+
 22 | {22,22}
(1 row)
```

Le polymorphisme peut aussi être utilisé avec des fonctions variadic. Par exemple :

```
CREATE FUNCTION anyleast (VARIADIC anyarray) RETURNS anyelement AS $$ 
    SELECT min($1[i]) FROM generate_subscripts($1, 1) g(i);
$$ LANGUAGE SQL;

SELECT anyleast(10, -1, 5, 4);
 anyleast
-----
 -1
(1 row)

SELECT anyleast('abc'::text, 'def');
 anyleast
-----
 abc
(1 row)

CREATE FUNCTION concat_values(text, VARIADIC anyarray) RETURNS text AS $$ 
    SELECT array_to_string($2, $1);
$$ LANGUAGE SQL;

SELECT concat_values(' | ', 1, 4, 2);
 concat_values
-----
 1|4|2
(1 row)
```

36.4.11. Fonctions SQL et collationnement

Lorsqu'une fonction SQL dispose d'un ou plusieurs paramètres d'un type de données collationnable, le collationnement applicable est déterminé pour chacun des appels à la fonction afin de correspondre au collationnement assigné aux arguments, tel que décrit à la section Section 23.2, « Support des collations ». Si un collationnement peut être correctement identifié (c'est-à-dire qu'il ne subsiste aucun conflit entre les collationnements implicites des arguments), alors l'ensemble des paramètres collationnables sera traité en fonction de ce collationnement. Ce comportement peut donc avoir une incidence sur les opérations sensibles aux collationnements se trouvant dans le corps de la fonction. Par exemple, en utilisant la fonction `anyleast` décrite ci-dessus, le résultat de

```
SELECT anyleast('abc'::text, 'ABC');
```

dépendra du collationnement par défaut de l'instance. Ainsi, pour la locale C, le résultat sera ABC, alors que pour de nombreuses autres locales, la fonction retournera abc. L'utilisation d'un collationnement particulier peut être forcé lors de l'appel de la fonction en spécifiant la clause COLLATE pour chacun des arguments, par exemple

```
SELECT anyleast('abc'::text, 'ABC' COLLATE "C");
```

Par ailleurs, si vous souhaitez qu'une fonction opère avec un collationnement particulier, sans tenir compte du collationnement des paramètres qui lui seront fournis, il faudra alors spécifier la clause COLLATE souhaitée lors de la définition de la fonction. Cette version de la fonction anyleast utilisera systématiquement la locale fr_FR pour la comparaison des chaînes de caractères :

```
CREATE FUNCTION anyleast (VARIADIC anyarray) RETURNS anyelement AS $$  
    SELECT min($1[i] COLLATE "fr_FR") FROM generate_subscripts($1, 1) g(i);  
$$ LANGUAGE SQL;
```

Mais il convient de bien noter que cette modification risque d'entraîner une erreur si des données d'un type non sensible au collationnement lui sont fournies.

Si aucun collationnement commun ne peut être déterminé entre les arguments fournis, la fonction SQL appliquera aux paramètres le collationnement par défaut de leur type de donnée (qui correspond généralement au collationnement par défaut de l'instance, mais qui peut différer entre des domaines différents).

Le comportement des paramètres collationnables peut donc être assimilé à une forme limitée de polymorphisme, uniquement applicable aux types de données textuels.

36.5. Surcharge des fonctions

Plusieurs fonctions peuvent être définies avec le même nom SQL à condition que les arguments soient différents. En d'autres termes, les noms de fonction peuvent être *surchargés*. Quand une requête est exécutée, le serveur déterminera la fonction à appeler à partir des types de données des arguments et du nombre d'arguments. La surcharge peut aussi être utilisée pour simuler des fonctions avec un nombre variable d'arguments jusqu'à un nombre maximum fini.

Lors de la création d'une famille de fonctions surchargées, vous devriez être attentif à ne pas créer d'ambiguïtés. Par exemple, avec les fonctions :

```
CREATE FUNCTION test(int, real) RETURNS ...  
CREATE FUNCTION test(smallint, double precision) RETURNS ...
```

Savoir quelle fonction sera appelée avec une entrée triviale comme `test(1, 1.5)` n'est pas immédiatement clair. Les règles de résolution actuellement implémentées sont décrites dans le Chapitre 10, Conversion de types mais il est déconseillé de concevoir un système qui serait basé subtilement sur ce comportement.

Une fonction qui prend un seul argument d'un type composite devrait généralement ne pas avoir le même nom que tout attribut (champ) de ce type. Rappelez-vous que `attribut(table)` est considéré comme équivalent à `table.attribut`. Dans le cas où il existe une ambiguïté entre une fonction sur un type composite et sur un attribut d'un type composite, l'attribut sera toujours utilisé. Il est possible de contourner ce choix en qualifiant le nom de la fonction avec celui du schéma (c'est-à-dire `schema.fonction(table)`) mais il est préférable d'éviter le problème en ne choisissant aucun nom conflictuel.

Un autre conflit possible se trouve entre les fonctions variadic et les autres. En fait, il est possible de créer à la fois `foo(numeric)` et `foo(VARIADIC numeric[])`. Dans ce cas, il n'est pas simple de savoir lequel sera sélectionné lors d'un appel avec un seul argument numérique, par exemple `foo(10.1)`. La règle est que la fonction apparaissant plus tôt dans le chemin des schémas est utilisé. De même, si les deux fonctions sont dans le même schéma, la non variadic est préférée.

Lors de la surcharge de fonctions en langage C, il existe une contrainte supplémentaire : le nom C de chaque fonction dans la famille des fonctions surchargées doit être différent des noms C de toutes les autres fonctions, soit internes soit chargées dynamiquement. Si cette règle est violée, le comportement n'est pas portable. Vous pourriez obtenir une erreur de l'éditeur de lien ou une des fonctions sera appelée (habituellement l'interne). L'autre forme de clause AS pour la commande SQL **CREATE FUNCTION** dé-couple le nom de la fonction SQL à partir du nom de la fonction dans le code source C. Par exemple :

```
CREATE FUNCTION test(int) RETURNS int  
    AS 'filename', 'test_1arg'  
LANGUAGE C;  
CREATE FUNCTION test(int, int) RETURNS int  
    AS 'filename', 'test_2arg'
```

LANGUAGE C;

Les noms des fonctions C reflètent ici une des nombreuses conventions possibles.

36.6. Catégories de volatilité des fonctions

Chaque fonction a une classification de volatilité (*volatility*) comprenant VOLATILE, STABLE ou IMMUTABLE. VOLATILE est la valeur par défaut si la commande CREATE FUNCTION(7) ne spécifie pas de catégorie. La catégorie de volatilité est une promesse à l'optimiseur sur le comportement de la fonction :

- Une fonction VOLATILE peut tout faire, y compris modifier la base de données. Elle peut renvoyer différents résultats sur des appels successifs avec les mêmes arguments. L'optimiseur ne fait aucune supposition sur le comportement de telles fonctions. Une requête utilisant une fonction volatile ré-évaluera la fonction à chaque ligne où sa valeur est nécessaire.
- Une fonction STABLE ne peut pas modifier la base de données et est garantie de renvoyer les mêmes résultats si elle est appelée avec les mêmes arguments pour toutes les lignes à l'intérieur d'une même instruction. Cette catégorie permet à l'optimiseur d'optimiser plusieurs appels de la fonction dans une seule requête. En particulier, vous pouvez utiliser en toute sécurité une expression contenant une telle fonction dans une condition de parcours d'index (car un parcours d'index évaluera la valeur de la comparaison une seule fois, pas une fois pour chaque ligne, utiliser une fonction VOLATILE dans une condition de parcours d'index n'est pas valide).
- Une fonction IMMUTABLE ne peut pas modifier la base de données et est garantie de toujours renvoyer les mêmes résultats si elle est appelée avec les mêmes arguments. Cette catégorie permet à l'optimiseur de pré-évaluer la fonction quand une requête l'appelle avec des arguments constants. Par exemple, une requête comme `SELECT ... WHERE x = 2 + 2` peut être simplifiée pour obtenir `SELECT ... WHERE x = 4` car la fonction sous-jacente de l'opérateur d'addition est indiquée IMMUTABLE.

Pour une meilleure optimisation des résultats, vous devez mettre un label sur les fonctions avec la catégorie la plus volatile valide pour elles.

Toute fonction avec des effets de bord *doit* être indiquée comme VOLATILE, de façon à ce que les appels ne puissent pas être optimisés. Même une fonction sans effets de bord doit être indiquée comme VOLATILE si sa valeur peut changer à l'intérieur d'une seule requête ; quelques exemples sont `random()`, `currval()`, `timeofday()`.

Un autre exemple important est que la famille de fonctions `current_timestamp` est qualifiée comme STABLE car leurs valeurs ne changent pas à l'intérieur d'une transaction.

Il y a relativement peu de différences entre les catégories STABLE et IMMUTABLE en considérant les requêtes interactives qui sont planifiées et immédiatement exécutées : il importe peu que la fonction soit exécutée une fois lors de la planification ou une fois au lancement de l'exécution de la requête mais cela fait une grosse différence si le plan est sauvegardé et utilisé plus tard. Placer un label IMMUTABLE sur une fonction quand elle ne l'est pas vraiment pourrait avoir comme conséquence de la considérer prématurément comme une constante lors de la planification et résulterait en une valeur erronée lors d'une utilisation ultérieure de ce plan d'exécution. C'est un danger qui arrive lors de l'utilisation d'instructions préparées ou avec l'utilisation de langages de fonctions mettant les plans d'exécutions en cache (comme PL/pgSQL).

Pour les fonctions écrites en SQL ou dans tout autre langage de procédure standard, la catégorie de volatilité détermine une deuxième propriété importante, à savoir la visibilité de toute modification de données effectuées par la commande SQL qui a appelé la fonction. Une fonction VOLATILE verra les changements, une fonction STABLE ou IMMUTABLE ne les verra pas. Ce comportement est implanté en utilisant le comportement par images de MVCC (voir Chapitre 13, Contrôle d'accès simultané) : les fonctions STABLE et IMMUTABLE utilisent une image établie au lancement de la requête appelante alors que les fonctions VOLATILE obtiennent une image fraîche au début de chaque requête qu'elles exécutent.



Note

Les fonctions écrites en C peuvent gérer les images de la façon qu'elles le souhaitent, mais il est préférable de coder les fonctions C de la même façon.

À cause du comportement à base d'images, une fonction contenant seulement des commandes `SELECT` peut être indiquée STABLE en toute sécurité même s'il sélectionne des données à partir de tables qui pourraient avoir subi des modifications entre temps par des requêtes concurrentes. PostgreSQL™ exécutera toutes les commandes d'une fonction STABLE en utilisant l'image établie par la requête appelante et n'aura qu'une vision figée de la base de données au cours de la requête.

Ce même comportement d'images est utilisé pour les commandes `SELECT` à l'intérieur de fonctions IMMUTABLE. Il est généralement déconseillé de sélectionner des tables de la base de données à l'intérieur de fonctions IMMUTABLE car l'immutabilité sera rompue si le contenu de la table change. Néanmoins, PostgreSQL™ ne vous force pas à ne pas le faire.

Une erreur commune est de placer un label sur une fonction `IMMUTABLE` quand son résultat dépend d'un paramètre de configuration. Par exemple, une fonction qui manipule des types date/heure pourrait bien avoir des résultats dépendant du paramètre `Time-Zone`. Pour être sécurisées, de telles fonctions devraient avoir le label `STABLE` à la place.



Note

PostgreSQL™ requiert que les fonctions `STABLE` et `IMMUTABLE` ne contiennent aucune commande SQL autre que `SELECT` pour éviter les modifications de données (ceci n'a pas été complètement testé car de telles fonctions pourraient toujours appeler des fonctions `VOLATILE` qui modifient la base de données. Si vous le faites, vous trouverez que la fonction `STABLE` ou `IMMUTABLE` n'est pas au courant des modifications effectuées sur la base de données par la fonction appelée, car elles sont cachées depuis son image).

36.7. Fonctions en langage de procédures

PostgreSQL™ autorise l'écriture de fonctions définies par l'utilisateur dans d'autres langages que SQL et C. Ces autres langages sont appelés des *langages de procédure* (PL). Les langages de procédures ne sont pas compilés dans le serveur PostgreSQL™ ; ils sont fournis comme des modules chargeables. Voir le Chapitre 40, Langages de procédures et les chapitres suivants pour plus d'informations.

Il y a actuellement quatre langages de procédures disponibles dans la distribution PostgreSQL™ standard : PL/pgSQL, PL/Tcl, PL/Perl et PL/Python. Référez-vous au Chapitre 40, Langages de procédures pour plus d'informations. D'autres langages peuvent être définis par les utilisateurs. Les bases du développement d'un nouveau langage de procédures sont traitées dans le Chapitre 54, Écrire un gestionnaire de langage procédural.

36.8. Fonctions internes

Les fonctions internes sont des fonctions écrites en C qui ont été liées de façon statique dans le serveur PostgreSQL™. Le « corps » de la définition de la fonction spécifie le nom en langage C de la fonction, qui n'est pas obligatoirement le même que le nom déclaré pour l'utilisation en SQL (pour des raisons de rétro compatibilité, un corps vide est accepté pour signifier que le nom de la fonction en langage C est le même que le nom SQL).

Normalement, toutes les fonctions internes présentes dans le serveur sont déclarées pendant l'initialisation du groupe de base de données (voir Section 18.2, « Créer un groupe de base de données ») mais un utilisateur peut utiliser la commande `CREATE FUNCTION` pour créer des noms d'alias supplémentaires pour une fonction interne. Les fonctions internes sont déclarées dans la commande `CREATE FUNCTION` avec le nom de langage `internal`. Par exemple, pour créer un alias de la fonction `sqrt` :

```
CREATE FUNCTION racine_carree(double precision) RETURNS double precision AS
'dsqrt'
LANGUAGE internal STRICT;
```

(la plupart des fonctions internes doivent être déclarées « `STRICT` »)



Note

Toutes les fonctions « prédefinies » ne sont pas internes (au sens explicité ci-dessus). Quelques fonctions prédefinies sont écrites en SQL.

36.9. Fonctions en langage C

Les fonctions définies par l'utilisateur peuvent être écrites en C (ou dans un langage pouvant être rendu compatible avec C, comme le C++). Ces fonctions sont compilées en objets dynamiques chargeables (encore appelés bibliothèques partagées) et sont chargées par le serveur à la demande. Cette caractéristique de chargement dynamique est ce qui distingue les fonctions en « langage C » des fonctions « internes » -- les véritables conventions de codage sont essentiellement les mêmes pour les deux (c'est pourquoi la bibliothèque standard de fonctions internes est une source abondante d'exemples de code pour les fonctions C définies par l'utilisateur).

Deux différentes conventions d'appel sont actuellement en usage pour les fonctions C. La plus récente, « version 1 », est indiquée en écrivant une macro d'appel `PG_FUNCTION_INFO_V1()` comme illustré ci-après. L'absence d'une telle macro indique une fonction écrite selon l'ancien style (« version 0 »). Le nom de langage spécifié dans la commande `CREATE FUNCTION` est C dans les deux cas. Les fonctions suivant l'ancien style sont maintenant déconseillées en raison de problèmes de portabilité et d'un manque de fonctionnalité mais elles sont encore supportées pour des raisons de compatibilité.

36.9.1. Chargement dynamique

La première fois qu'une fonction définie par l'utilisateur dans un fichier objet particulier chargeable est appelée dans une session, le chargeur dynamique charge ce fichier objet en mémoire de telle sorte que la fonction peut être appelée. La commande **CREATE FUNCTION** pour une fonction en C définie par l'utilisateur doit par conséquent spécifier deux éléments d'information pour la fonction : le nom du fichier objet chargeable et le nom en C (lien symbolique) de la fonction spécifique à appeler à l'intérieur de ce fichier objet. Si le nom en C n'est pas explicitement spécifié, il est supposé être le même que le nom de la fonction SQL.

L'algorithme suivant, basé sur le nom donné dans la commande **CREATE FUNCTION**, est utilisé pour localiser le fichier objet partagé :

1. Si le nom est un chemin absolu, le fichier est chargé.
2. Si le nom commence par la chaîne `$libdir`, cette chaîne est remplacée par le nom du répertoire de la bibliothèque du paquetage PostgreSQL™, qui est déterminé au moment de la compilation.
3. Si le nom ne contient pas de partie répertoire, le fichier est recherché par le chemin spécifié dans la variable de configuration `dynamic_library_path`.
4. Dans les autres cas, (nom de fichier non trouvé dans le chemin ou ne contenant pas de partie répertoire non absolu), le chargeur dynamique essaiera d'utiliser le nom donné, ce qui échouera très vraisemblablement (dépendre du répertoire de travail en cours n'est pas fiable).

Si cette séquence ne fonctionne pas, l'extension pour les noms de fichier des bibliothèques partagées spécifique à la plateforme (souvent `.so`) est ajoutée au nom attribué et la séquence est à nouveau tentée. En cas de nouvel échec, le chargement échoue.

Il est recommandé de localiser les bibliothèques partagées soit relativement à `$libdir` ou via le chemin dynamique des bibliothèques. Ceci simplifie les mises à jour de versions si la nouvelle installation est à un emplacement différent. Le répertoire actuel représenté par `$libdir` est trouvable avec la commande `pg_config --pkglibdir`.

L'identifiant utilisateur sous lequel fonctionne le serveur PostgreSQL™ doit pouvoir suivre le chemin jusqu'au fichier que vous essayez de charger. Une erreur fréquente revient à définir le fichier ou un répertoire supérieur comme non lisible et/ou non exécutable par l'utilisateur `postgres`.

Dans tous les cas, le nom de fichier donné dans la commande **CREATE FUNCTION** est enregistré littéralement dans les catalogues systèmes, de sorte que, si le fichier doit être à nouveau chargé, la même procédure sera appliquée.



Note

PostgreSQL™ ne compilera pas une fonction C automatiquement. Le fichier objet doit être compilé avant d'être référencé dans une commande **CREATE FUNCTION**. Voir la Section 36.9.6, « Compiler et lier des fonctions chargées dynamiquement » pour des informations complémentaires.

Pour s'assurer qu'un fichier objet chargeable dynamiquement n'est pas chargé dans un serveur incompatible, PostgreSQL™ vérifie que le fichier contient un « bloc magique » avec un contenu approprié. Ceci permet au serveur de détecter les incompatibilités évidentes comme du code compilé pour une version majeure différente de PostgreSQL™. Un bloc magique est requis à partir de PostgreSQL™ 8.2. Pour inclure un bloc magique, écrivez ceci dans un (et seulement un) des fichiers source du module, après avoir inclus l'en-tête `fmgr.h` :

```
#ifdef PG_MODULE_MAGIC
PG_MODULE_MAGIC;
#endif
```

Le test `#ifdef` peut être omis si le code n'a pas besoin d'être compilé avec des versions de PostgreSQL™ antérieures à la 8.2.

Après avoir été utilisé pour la première fois, un fichier objet chargé dynamiquement est conservé en mémoire. Les futurs appels de fonction(s) dans ce fichier pendant la même session provoqueront seulement une légère surcharge due à la consultation d'une table de symboles. Si vous devez forcer le chargement d'un fichier objet, par exemple après une recompilation, commencez une nouvelle session.

De façon optionnelle, un fichier chargé dynamiquement peut contenir des fonctions d'initialisation et de terminaison. Si le fichier inclut une fonction nommée `_PG_init`, cette fonction sera appelée immédiatement après le chargement du fichier. La fonction ne reçoit aucun paramètre et doit renvoyer `void`. Si le fichier inclut une fonction nommée `_PG_fini`, cette fonction sera appelée tout juste avant le déchargement du fichier. De la même façon, la fonction ne reçoit aucun paramètre et doit renvoyer `void`. Notez que `_PG_fini` sera seulement appelée lors du déchargement du fichier, pas au moment de la fin du processus. (Actuellement, les déchargements sont désactivés et ne surviendront jamais, bien que cela puisse changer un jour.)

36.9.2. Types de base dans les fonctions en langage C

Pour savoir comment écrire des fonctions en langage C, vous devez savoir comment PostgreSQL™ représente en interne les types de données de base et comment elles peuvent être passées vers et depuis les fonctions. En interne, PostgreSQL™ considère un type de base comme un « blob de mémoire ». Les fonctions que vous définissez sur un type définissent à leur tour la façon que PostgreSQL™ opère sur lui. C'est-à-dire que PostgreSQL™ ne fera que conserver et retrouver les données sur le disque et utilisera votre fonction pour entrer, traiter et restituer les données.

Les types de base peuvent avoir un des trois formats internes suivants :

- passage par valeur, longueur fixe ;
- passage par référence, longueur fixe ;
- passage par référence, longueur variable.

Les types par valeur peuvent seulement avoir une longueur de 1, 2 ou 4 octets (également 8 octets si `sizeof(Datum)` est de huit octets sur votre machine). Vous devriez être attentif lors de la définition de vos types de sorte à qu'ils aient la même taille sur toutes les architectures. Par exemple, le type `long` est dangereux car il a une taille de quatre octets sur certaines machines et huit octets sur d'autres, alors que le type `int` est de quatre octets sur la plupart des machines Unix. Une implémentation raisonnable du type `int4` sur une machine Unix pourrait être

```
/* entier sur quatre octets, passé par valeur */
typedef int int4;
```

(le code C de PostgreSQL appelle ce type `int32` car il existe une convention en C disant que `intXX` signifie `XX bits`. Il est à noter toutefois que le type C `int8` a une taille d'un octet. Le type SQL `int8` est appelé `int64` en C. Voir aussi Tableau 36.1, « Équivalence des types C et des types SQL intégrés ».)

D'autre part, les types à longueur fixe d'une taille quelconque peuvent être passés par référence. Par exemple, voici l'implémentation d'un type PostgreSQL™ :

```
/* structure de 16 octets, passée par référence */
typedef struct
{
    double x, y;
} Point;
```

Seuls des pointeurs vers de tels types peuvent être utilisés en les passant dans et hors des fonctions PostgreSQL™. Pour renvoyer une valeur d'un tel type, allouez la quantité appropriée de mémoire avec `malloc`, remplissez la mémoire allouée et renvoyez un pointeur vers elle (de plus, si vous souhaitez seulement renvoyer la même valeur qu'un de vos arguments en entrée qui se trouve du même type, vous pouvez passer le `malloc` supplémentaire et simplement renvoyer le pointeur vers la valeur en entrée).

Enfin, tous les types à longueur variable doivent aussi être passés par référence. Tous les types à longueur variable doivent commencer avec un champ d'une longueur d'exactement quatre octets, qui sera initialisé à `SET_VARSIZE` ; ne jamais configurer ce champ directement ! Toutes les données devant être stockées dans ce type doivent être localisées dans la mémoire à la suite immédiate de ce champ longueur. Le champ longueur contient la longueur totale de la structure, c'est-à-dire incluant la longueur du champ longueur lui-même.

Un autre point important est d'éviter de laisser des bits non initialisés dans les structures de types de données ; par exemple, prenez bien soin de remplir avec des zéros tous les octets de remplissage qui sont présents dans les structures de données à des fins d'alignement. A défaut, des constantes logiquement équivalentes de vos types de données pourraient être considérées comme inégales par l'optimiseur, impliquant une planification inefficace (bien que les résultats puissent malgré tout être corrects).



Avertissement

Ne *jamais* modifier le contenu d'une valeur en entrée passée par référence. Si vous le faites, il y a de forts risques pour que vous réussissiez à corrompre les données sur disque car le pointeur que vous avez reçu pourrait bien pointer directement vers un tampon disque. La seule exception à cette règle est expliquée dans la Section 36.10, « Agrégats utilisateur ».

Comme exemple, nous pouvons définir le type `text` comme ceci :

```
typedef struct {
    int32 length;
    char data[FLEXIBLE_ARRAY_MEMBER];
} text;
```

La notation [FLEXIBLE_ARRAY_MEMBER] signifie que la longueur actuelle de la donnée n'est pas indiquée par cette déclaration.

En manipulant les types à longueur variable, nous devons être attentifs à allouer la quantité correcte de mémoire et à fixer correctement le champ longueur. Par exemple, si nous voulons stocker 40 octets dans une structure text, nous devrions utiliser un fragment de code comme celui-ci :

```
#include "postgres.h"
...
char buffer[40]; /* notre donnée source */
...
text *destination = (text *) palloc(VARHDRSZ + 40);
SET_VARSIZE(destination, VARHDRSZ + 40);
memcpy(destination->data, buffer, 40);
...
```

VARHDRSZ est équivalent à sizeof(int32) mais est considéré comme une meilleure tournure de référence à la taille de l'overhead pour un type à longueur variable. Also, the length field *must* be set using the SET_VARSIZE macro, not by simple assignment.

Le Tableau 36.1, « Équivalence des types C et des types SQL intégrés » spécifie la correspondance entre les types C et les types SQL quand on écrit une fonction en langage C utilisant les types internes de PostgreSQL™. La colonne « Défini dans » donne le fichier d'en-tête devant être inclus pour accéder à la définition du type (la définition effective peut se trouver dans un fichier différent inclus dans le fichier indiqué). Il est recommandé que les utilisateurs s'en tiennent à l'interface définie). Notez que vous devriez toujours inclure postgres.h en premier dans tout fichier source car il déclare un grand nombre d'éléments dont vous aurez besoin de toute façon.

Tableau 36.1. Équivalence des types C et des types SQL intégrés

Type SQL	Type C	Défini dans
abstime	AbsoluteTime	utils/nabstime.h
bbigint (int8)	int64	postgres.h
boolean	bool	postgres.h (intégration au compilateur)
box	BOX*	utils/geo_decls.h
bytea	bytea*	postgres.h
"char"	char	(intégré au compilateur)
character	BpChar*	postgres.h
cid	CommandId	postgres.h
date	DateADT	utils/date.h
smallint (int2)	int16	postgres.h
int2vector	int2vector*	postgres.h
integer (int4)	int32	postgres.h
real (float4)	float4*	postgres.h
double precision (float8)	float8*	postgres.h
interval	Interval*	datatype/timestamp.h
lseg	LSEG*	utils/geo_decls.h
name	Name	postgres.h
oid	Oid	postgres.h
oidvector	oidvector*	postgres.h
path	PATH*	utils/geo_decls.h
point	POINT*	utils/geo_decls.h
regproc	regproc	postgres.h
reltime	RelativeTime	utils/nabstime.h
text	text*	postgres.h

Type SQL	Type C	Défini dans
tid	ItemPointer	storage/itemptr.h
time	TimeADT	utils/date.h
time with time zone	TimeTzADT	utils/date.h
timestamp	Timestamp*	datatype/timestamp.h
tinterval	TimeInterval	utils/nabstime.h
varchar	VarChar*	postgres.h
xid	TransactionId	postgres.h

Maintenant que nous avons passé en revue toutes les structures possibles pour les types de base, nous pouvons donner quelques exemples de vraies fonctions.

36.9.3. Conventions d'appel de la version 0

Nous présentons l'« ancien style » de convention d'appel en premier -- bien que cette approche soit maintenant déconseillée, elle est plus facile à maîtriser au début. Dans la méthode version-0, les arguments et résultats de la fonction C sont simplement déclarés dans le style C normal mais en faisant attention à utiliser la représentation C de chaque type de données SQL comme montré ci-dessus.

Voici quelques exemples :

```
#include "postgres.h"
#include <string.h>
#include "utils/geo_decls.h"

#ifndef PG_MODULE_MAGIC
PG_MODULE_MAGIC;
#endif

/* par valeur */

int
add_one(int arg)
{
    return arg + 1;
}

/* par référence, taille fixe */

float8 *
add_one_float8(float8 *arg)
{
    float8     *result = (float8 *) palloc(sizeof(float8));
    *result = *arg + 1.0;
    return result;
}

Point *
makepoint(Point *pointx, Point *pointy)
{
    Point      *new_point = (Point *) palloc(sizeof(Point));
    new_point->x = pointx->x;
    new_point->y = pointy->y;
    return new_point;
}

/* par référence, taille variable */

text *
copytext(text *t)
{
```

```

/*
 * VARSIZE est la taille totale de la structure en octets.
 */
text *new_t = (text *) palloc(VARSIZE(t));
SET_VARSIZE(new_t, VARSIZE(t));
/*
 * VARDATA est un pointeur sur la région de données de la structure.
 */
memcpy((void *) VARDATA(new_t), /* destination */
       (void *) VARDATA(t),      /* source */
       VARSIZE(t) - VARHRSZ);   /* nombre d'octets */
return new_t;
}

text *
concat_text(text *arg1, text *arg2)
{
    int32 new_text_size = VARSIZE(arg1) + VARSIZE(arg2) - VARHRSZ;
    text *new_text = (text *) palloc(new_text_size);

    SET_VARSIZE(new_text, new_text_size);
    memcpy(VARDATA(new_text), VARDATA(arg1), VARSIZE(arg1) - VARHRSZ);
    memcpy(VARDATA(new_text) + (VARSIZE(arg1) - VARHRSZ),
           VARDATA(arg2), VARSIZE(arg2) - VARHRSZ);
    return new_text;
}

```

En supposant que le code ci-dessus ait été écrit dans le fichier `funcs.c` et compilé en objet partagé, nous pourrions définir les fonctions pour PostgreSQL™ avec des commandes comme ceci :

```

CREATE FUNCTION add_one(integer) RETURNS integer
    AS 'DIRECTORY/funcs', 'add_one'
    LANGUAGE C STRICT;

-- notez la surcharge du nom de la fonction SQL "add_one"
CREATE FUNCTION add_one(double precision) RETURNS double precision
    AS 'DIRECTORY/funcs', 'add_one_float8'
    LANGUAGE C STRICT;

CREATE FUNCTION makepoint(point, point) RETURNS point
    AS 'DIRECTORY/funcs', 'makepoint'
    LANGUAGE C STRICT;

CREATE FUNCTION copytext(text) RETURNS text
    AS 'DIRECTORY/funcs', 'copytext'
    LANGUAGE C STRICT;

CREATE FUNCTION concat_text(text, text) RETURNS text
    AS 'DIRECTORY/funcs', 'concat_text'
    LANGUAGE C STRICT;

```

Ici, `DIRECTORY` représente le répertoire contenant le fichier de la bibliothèque partagée (par exemple le répertoire du tutoriel de PostgreSQL™, qui contient le code des exemples utilisés dans cette section). (Un meilleur style aurait été d'écrire seulement '`funcs`' dans la clause `AS`, après avoir ajouté `DIRECTORY` au chemin de recherche. Dans tous les cas, nous pouvons omettre l'extension spécifique au système pour les bibliothèques partagées, communément `.so` ou `.sl`.)

Remarquez que nous avons spécifié la fonction comme « `STRICT` », ce qui signifie que le système devra automatiquement supposer un résultat `NULL` si n'importe quelle valeur d'entrée est `NULL`. Ainsi, nous évitons d'avoir à vérifier l'existence d'entrées `NULL` dans le code de la fonction. Sinon, nous aurions dû contrôler explicitement les valeurs `NULL` en testant un pointeur `NULL` pour chaque argument passé par référence (pour les arguments passés par valeur, nous n'aurions même aucun moyen de contrôle !).

Bien que cette convention d'appel soit simple à utiliser, elle n'est pas très portable ; sur certaines architectures, il y a des problèmes pour passer de cette manière des types de données plus petits que `int`. De plus, il n'y a pas de moyen simple de renvoyer un résultat `NULL`, ni de traiter des arguments `NULL` autrement qu'en rendant la fonction strict. La convention version-1, présentée ci-après, permet de surmonter ces objections.

36.9.4. Conventions d'appel de la version 1

La convention d'appel version-1 repose sur des macros pour supprimer la plus grande partie de la complexité du passage d'arguments et de résultats. La déclaration C d'une fonction en version-1 est toujours :

```
Datum nom_fonction(PG_FUNCTION_ARGS)
```

De plus, la macro d'appel :

```
PG_FUNCTION_INFO_V1(nom_fonction);
```

doit apparaître dans le même fichier source (par convention, elle est écrite juste avant la fonction elle-même). Cette macro n'est pas nécessaire pour les fonctions internal puisque PostgreSQL™ assume que toutes les fonctions internes utilisent la convention version-1. Elle est toutefois requise pour les fonctions chargées dynamiquement.

Dans une fonction version-1, chaque argument existant est traité par une macro PG_GETARG_xxx() correspondant au type de donnée de l'argument et le résultat est renvoyé par une macro PG_RETURN_xxx() correspondant au type renvoyé. PG_GETARG_xxx() prend comme argument le nombre d'arguments de la fonction à parcourir, le compteur commençant à 0. PG_RETURN_xxx() prend comme argument la valeur effective à renvoyer.

Voici la même fonction que précédemment, codée en style version-1

```
#include "postgres.h"
#include <string.h>
#include "fmgr.h"
#include "utils/geo_decls.h"

#ifndef PG_MODULE_MAGIC
PG_MODULE_MAGIC;
#endif

/* par valeur */
PG_FUNCTION_INFO_V1(add_one);

Datum
add_one(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    int32    arg = PG_GETARG_INT32(0);
    PG_RETURN_INT32(arg + 1);
}

/* par référence, longueur fixe */
PG_FUNCTION_INFO_V1(add_one_float8);

Datum
add_one_float8(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    /* La macro pour FLOAT8 cache sa nature de passage par référence. */
    float8   arg = PG_GETARG_FLOAT8(0);
    PG_RETURN_FLOAT8(arg + 1.0);
}

PG_FUNCTION_INFO_V1(makepoint);

Datum
makepoint(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    /* Ici, la nature de passage par référence de Point n'est pas cachée. */
    Point     *pointx = PG_GETARG_POINT_P(0);
    Point     *pointy = PG_GETARG_POINT_P(1);
    Point     *new_point = (Point *) palloc(sizeof(Point));

    new_point->x = pointx->x;
    new_point->y = pointy->y;
```

```

    PG_RETURN_POINT_P(new_point);
}

/* par référence, longueur variable */

PG_FUNCTION_INFO_V1(copytext);

Datum
copytext(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    text      *t = PG_GETARG_TEXT_P(0);
/*
 * VARSIZE est la longueur totale de la structure en octets.
 */
    text      *new_t = (text *) palloc(VARSIZE(t));
    SET_VARSIZE(new_t, VARSIZE(t));
/*
 * VARDATA est un pointeur vers la région de données de la structure.
 */
    memcpy((void *) VARDATA(new_t), /* destination */
           (void *) VARDATA(t),      /* source */
           VARSIZE(t) - VARHDRSZ);   /* nombre d'octets */
    PG_RETURN_TEXT_P(new_t);
}

PG_FUNCTION_INFO_V1(concat_text);

Datum
concat_text(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    text  *arg1 = PG_GETARG_TEXT_P(0);
    text  *arg2 = PG_GETARG_TEXT_P(1);
    int32 new_text_size = VARSIZE(arg1) + VARSIZE(arg2) - VARHDRSZ;
    text *new_text = (text *) palloc(new_text_size);

    SET_VARSIZE(new_text, new_text_size);
    memcpy(VARDATA(new_text), VARDATA(arg1), VARSIZE(arg1) - VARHDRSZ);
    memcpy(VARDATA(new_text) + (VARSIZE(arg1) - VARHDRSZ),
           VARDATA(arg2), VARSIZE(arg2) - VARHDRSZ);
    PG_RETURN_TEXT_P(new_text);
}

```

Les commandes **CREATE FUNCTION** sont les mêmes que pour leurs équivalents dans la version-0.

Au premier coup d'œil, les conventions de codage de la version-1 peuvent sembler inutilement obscures. Pourtant, elles offrent nombre d'améliorations car les macros peuvent cacher les détails superflus. Un exemple est donné par la fonction `add_one_float8` où nous n'avons plus besoin de prêter attention au fait que le type `float8` est passé par référence. Un autre exemple de simplification est donné par les macros pour les types à longueur variable `GETARG` qui permettent un traitement plus efficace des valeurs « *toasted* » (compressées ou hors-ligne).

Une des grandes améliorations dans les fonctions version-1 est le meilleur traitement des entrées et des résultats `NULL`. La macro `PG_ARGISNULL(n)` permet à une fonction de tester si chaque entrée est `NULL` (évidemment, ceci n'est nécessaire que pour les fonctions déclarées non « *STRICT* »). Comme avec les macros `PG_GETARG_xxx()`, les arguments en entrée sont comptés à partir de zéro. Notez qu'on doit se garder d'exécuter `PG_GETARG_xxx()` jusqu'à ce qu'on ait vérifié que l'argument n'est pas `NULL`. Pour renvoyer un résultat `NULL`, exécutez la fonction `PG_RETURN_NULL()` ; ceci convient aussi bien dans les fonctions *STRICT* que non *STRICT*.

Les autres options proposées dans l'interface de nouveau style sont deux variantes des macros `PG_GETARG_xxx()`. La première d'entre elles, `PG_GETARG_xxx_COPY()`, garantit le renvoi d'une copie de l'argument spécifié où nous pouvons écrire en toute sécurité (les macros normales peuvent parfois renvoyer un pointeur vers une valeur physiquement mise en mémoire dans une table qui ne doit pas être modifiée. En utilisant les macros `PG_GETARG_xxx_COPY()`, on garantit l'écriture du résultat). La seconde variante se compose des macros `PG_GETARG_xxx_SLICE()` qui prennent trois arguments. Le premier est le nombre d'arguments de la fonction (comme ci-dessus). Le second et le troisième sont le décalage et la longueur du segment qui doit être renvoyé. Les décalages sont comptés à partir de zéro et une longueur négative demande le renvoi du reste de la valeur. Ces macros procurent un accès plus efficace à des parties de valeurs à grande dimension dans le cas où elles ont un type de stockage en mémoire « *external* » (le type de stockage d'une colonne peut être spécifié en utilisant `ALTER TABLE nom_table ALTER COLUMN nom_colonne SET STORAGE typestockage`. `typestockage` est un type parmi plain, external, extended ou main).

Enfin, les conventions d'appels de la version-1 rendent possible le renvoi de résultats d'ensemble (Section 36.9.9, « Renvoi d'ensembles »), l'implémentation de fonctions déclencheurs (Chapitre 37, Déclencheurs (triggers)) et d'opérateurs d'appel de langage procédural (Chapitre 54, Écrire un gestionnaire de langage procédural). Le code version-1 est aussi plus portable que celui de version-0 car il ne contrevient pas aux restrictions du protocole d'appel de fonction en C standard. Pour plus de détails, voir `src/backend/utils/fmgr/README` dans les fichiers sources de la distribution.

36.9.5. Écriture du code

Avant de nous intéresser à des sujets plus avancés, nous devons discuter de quelques règles de codage des fonctions en langage C de PostgreSQL™. Bien qu'il soit possible de charger des fonctions écrites dans des langages autre que le C dans PostgreSQL™, c'est habituellement difficile (quand c'est possible) parce que les autres langages comme C++, FORTRAN ou Pascal ne suivent pas fréquemment les mêmes conventions de nommage que le C. C'est-à-dire que les autres langages ne passent pas les arguments et ne renvoient pas les valeurs entre fonctions de la même manière. Pour cette raison, nous supposerons que nos fonctions en langage C sont réellement écrites en C.

Les règles de base pour l'écriture de fonctions C sont les suivantes :

- Utilisez `pg_config --includedir-server` pour découvrir où sont installés les fichiers d'en-tête du serveur PostgreSQL™ sur votre système (ou sur le système de vos utilisateurs).
- Compilez et liez votre code de façon à ce qu'il soit chargé dynamiquement dans PostgreSQL™, ce qui requiert des informations spéciales. Voir Section 36.9.6, « Compiler et lier des fonctions chargées dynamiquement » pour une explication détaillée sur la façon de le faire pour votre système d'exploitation spécifique.
- Rappelez-vous de définir un « bloc magique » pour votre bibliothèque partagée, comme décrit dans Section 36.9.1, « Chargement dynamique ».
- Quand vous allouez de la mémoire, utilisez les fonctions PostgreSQL™ `palloc` et `pfree` au lieu des fonctions correspondantes `malloc` et `free` de la bibliothèque C. La mémoire allouée par `palloc` sera libérée automatiquement à la fin de chaque transaction, empêchant des débordements de mémoire.
- Remettez toujours à zéro les octets de vos structures en utilisant `memset` (ou allouez les avec la fonction `palloc0`). Même si vous assignez chacun des champs de votre structure, il pourrait rester des espaces de remplissage (trous dans la structure) afin de respecter l'alignement des données qui contiennent des valeurs parasites. Sans cela, il sera difficile de calculer des hachages pour les index ou les jointures, dans la mesure où vous devrez uniquement tenir compte des octets significatifs de vos structures de données pour calculer ces hachages. Le planificateur se base également sur des comparaisons de constantes via des égalités de bits, aussi vous pouvez obtenir des planifications incorrectes si des valeurs logiquement équivalentes ne sont pas identiques bit à bit.
- La plupart des types internes PostgreSQL™ sont déclarés dans `postgres.h` alors que les interfaces de gestion des fonctions (PG_FUNCTION_ARGS, etc.) sont dans `fmgr.h`. Du coup, vous aurez besoin d'inclure au moins ces deux fichiers. Pour des raisons de portabilité, il vaut mieux inclure `postgres.h` en premier avant tout autre fichier d'en-tête système ou utilisateur. En incluant `postgres.h`, il incluera également `elog.h` et `palloc.h` pour vous.
- Les noms de symboles définis dans les objets ne doivent pas entrer en conflit entre eux ou avec les symboles définis dans les exécutables du serveur PostgreSQL™. Vous aurez à renommer vos fonctions ou variables si vous recevez un message d'erreur à cet effet.

36.9.6. Compiler et lier des fonctions chargées dynamiquement

Avant de pouvoir être utilisées dans PostgreSQL™, les fonctions d'extension écrites en C doivent être compilées et liées d'une certaine façon, ceci afin de produire un fichier dynamiquement chargeable par le serveur. Pour être plus précis, une *bibliothèque partagée* doit être créée.

Pour obtenir plus d'informations que celles contenues dans cette section, il faut se référer à la documentation du système d'exploitation, en particulier les pages traitant du compilateur C, de `cc` et de l'éditeur de lien, `ld`. Par ailleurs, le code source de PostgreSQL™ contient de nombreux exemples fonctionnels dans le répertoire `contrib`. Néanmoins, ces exemples entraînent la création de modules qui dépendent de la disponibilité du code source de PostgreSQL™.

La création de bibliothèques partagées est un processus analogue à celui utilisé pour lier des exécutables : les fichiers sources sont d'abord compilés en fichiers objets puis sont liées ensemble. Les fichiers objets doivent être compilés sous la forme de *code indépendant de sa position* (PIC, acronyme de *position-independent code*) . Conceptuellement, cela signifie qu'ils peuvent être placés dans une position arbitraire de la mémoire lorsqu'ils sont chargés par l'exéutable. (Les fichiers objets destinés aux exécutables ne sont généralement pas compilés de cette manière.) La commande qui permet de lier des bibliothèques partagées nécessite des options spéciales qui la distinguent de celle permettant de lier un exéutable. En théorie, tout du moins. La réalité est, sur certains systèmes, beaucoup plus complexe.

Les exemples suivants considèrent que le code source est un fichier `foo.c` et qu'une bibliothèque partagée `foo.so` doit être créée. Sans précision, le fichier objet intermédiaire est appelé `foo.o`. Une bibliothèque partagée peut contenir plusieurs fichiers objet. Cela dit, un seul est utilisé ici.

FreeBSD

L'option du compilateur pour créer des PIC est `-fPIC`. L'option de l'éditeur de liens pour créer des bibliothèques partagées est `-shared`.

```
gcc -fPIC -c foo.c  
gcc -shared -o foo.so foo.o
```

Ceci est applicable à partir de la version 3.0 de FreeBSD.

HP-UX

L'option du compilateur du système pour créer des PIC est `+z`. Avec GCC, l'option est `-fPIC`. Le commutateur de l'éditeur de liens pour les bibliothèques partagées est `-b`. Ainsi :

```
cc +z -c foo.c
```

ou :

```
gcc -fPIC -c foo.c
```

puis :

```
ld -b -o foo.sl foo.o
```

HP-UX utilise l'extension `.sl` pour les bibliothèques partagées, à la différence de la plupart des autres systèmes.

Linux

L'option du compilateur pour créer des PIC est `-fPIC`. Sur certaines plateformes et dans certaines situations, `-fPIC` doit être utilisé si `-fPIC` ne fonctionne pas. Le manuel de GCC donne plus d'informations. L'option de compilation pour créer des bibliothèques partagées est `-shared`. Un exemple complet ressemble à :

```
cc -fPIC -c foo.c  
cc -shared -o foo.so foo.o
```

OS X

L'exemple suivant suppose que les outils de développement sont installés.

```
cc -c foo.c  
cc -bundle -flat_namespace -undefined suppress -o foo.so foo.o
```

NetBSD

L'option du compilateur pour créer des PIC est `-fPIC`. Pour les systèmes ELF, l'option de compilation pour lier les bibliothèques partagées est `-shared`. Sur les systèmes plus anciens et non-ELF, on utilise `ld -Bshareable`.

```
gcc -fPIC -c foo.c  
gcc -shared -o foo.so foo.o
```

OpenBSD

L'option du compilateur pour créer des PIC est `-fPIC`. Les bibliothèques partagées peuvent être créées avec `ld -Bshareable`.

```
gcc -fPIC -c foo.c  
ld -Bshareable -o foo.so foo.o
```

Solaris

L'option du compilateur pour créer des PIC est `-KPIC` avec le compilateur de Sun et `-fPIC` avec GCC. Pour lier les bibliothèques partagées, l'option de compilation est respectivement `-G` ou `-shared`.

```
cc -KPIC -c foo.c  
cc -G -o foo.so foo.o
```

ou

```
gcc -fPIC -c foo.c
gcc -G -o foo.so foo.o
```

UnixWare

L'option de compilation pour créer des PIC est `-K PIC` avec le compilateur SCO et `-fPIC` avec GCC™. Pour lier des bibliothèques partagées, les options respectives sont `-G` et `-shared`.

```
cc -K PIC -c foo.c
cc -G -o foo.so foo.o
```

ou

```
gcc -fPIC -c foo.c
gcc -shared -o foo.so foo.o
```

Astuce

Si cela s'avère trop compliqué, *GNU Libtool*™ peut être utilisé. Cet outil permet de s'affranchir des différences entre les nombreux systèmes au travers d'une interface uniformisée.

La bibliothèque partagée résultante peut être chargée dans PostgreSQL™. Lorsque l'on précise le nom du fichier dans la commande **CREATE FUNCTION**, il faut indiquer le nom de la bibliothèque partagée et non celui du fichier objet intermédiaire. L'extension standard pour les bibliothèques partagées (en général `.so` ou `.sl`) peut être omise dans la commande **CREATE FUNCTION**, et doit l'être pour une meilleure portabilité.

La Section 36.9.1, « Chargement dynamique » indique l'endroit où le serveur s'attend à trouver les fichiers de bibliothèques partagées.

36.9.7. Arguments de type composite

Les types composites n'ont pas une organisation fixe comme les structures en C. Des instances d'un type composite peuvent contenir des champs NULL. De plus, les types composites faisant partie d'une hiérarchie d'héritage peuvent avoir des champs différents des autres membres de la même hiérarchie. En conséquence, PostgreSQL™ propose une interface de fonction pour accéder depuis le C aux champs des types composites.

Supposons que nous voulions écrire une fonction pour répondre à la requête :

```
SELECT nom, c_surpaye(emp, 1500) AS surpaye
   FROM emp
 WHERE nom = 'Bill' OR nom = 'Sam';
```

En utilisant les conventions d'appel de la version 0, nous pouvons définir `c_surpaye` comme :

```
#include "postgres.h"
#include "executor/executor.h" /* pour GetAttributeByName() */

#ifndef PG_MODULE_MAGIC
PG_MODULE_MAGIC;
#endif

bool
c_surpaye(HeapTupleHeader *t, /* la ligne courante d'emp */
          int32 limite)
{
    bool isNULL;
    int32 salaire;

    salaire = DatumGetInt32(GetAttributeByName(t, "salaire", &isNULL));
    if (isNULL)
        return false;
    return salaire > limite;
```

```
}
```

Dans le codage version-1, le code ci-dessus devient :

```
#include "postgres.h"
#include "executor/executor.h" /* pour GetAttributeByName() */

#ifndef PG_MODULE_MAGIC
PG_MODULE_MAGIC;
#endif

PG_FUNCTION_INFO_V1(c_surpaye);

Datum
c_surpaye(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    HeapTupleHeader *t = (HeapTupleHeader *) PG_GETARG_HEAPTUPLEHEADER(0);
    int32          limite = PG_GETARG_INT32(1);
    bool isNULL;
    Datum salaire;

    salaire = GetAttributeByName(t, "salaire", &isNULL);
    if (isNULL)
        PG_RETURN_BOOL(false);
    /* Autrement, nous pourrions préférer de lancer PG_RETURN_NULL() pour un
     * salaire NULL.
    */
    PG_RETURN_BOOL(DatumGetInt32(salaire) > limite);
}
```

`GetAttributeByName` est la fonction système PostgreSQL™ qui renvoie les attributs depuis une colonne spécifiée. Elle a trois arguments : l'argument de type `HeapTupleHeader` passé à la fonction, le nom de l'attribut recherché et un paramètre de retour qui indique si l'attribut est `NULL`. `GetAttributeByName` renvoie une valeur de type `Datum` que vous pouvez convertir dans un type voulu en utilisant la macro appropriée `DatumGetXXX()`. Notez que la valeur de retour est insignifiante si le commutateur `NULL` est positionné ; il faut toujours vérifier le commutateur `NULL` avant de commencer à faire quelque chose avec le résultat.

Il y a aussi `GetAttributeByNum`, qui sélectionne l'attribut cible par le numéro de colonne au lieu de son nom.

La commande suivante déclare la fonction `c_surpaye` en SQL :

```
CREATE FUNCTION c_surpaye(emp, integer) RETURNS boolean
    AS 'DIRECTORY/funcs', 'c_surpaye'
    LANGUAGE C STRICT;
```

Notez que nous avons utilisé `STRICT` pour que nous n'ayons pas à vérifier si les arguments en entrée sont `NULL`.

36.9.8. Renvoi de lignes (types composites)

Pour renvoyer une ligne ou une valeur de type composite à partir d'une fonction en langage C, vous pouvez utiliser une API spécifique qui fournit les macros et les fonctions dissimulant en grande partie la complexité liée à la construction de types de données composites. Pour utiliser cette API, le fichier source doit inclure :

```
#include "funcapi.h"
```

Il existe deux façons de construire une valeur de données composites (autrement dit un « tuple ») : vous pouvez le construire à partir d'un tableau de valeurs `Datum` ou à partir d'un tableau de chaînes C qui peuvent passer dans les fonctions de conversion des types de données du tuple. Quelque soit le cas, vous avez d'abord besoin d'obtenir et de construire un descripteur `TupleDesc` pour la structure du tuple. En travaillant avec des `Datums`, vous passez le `TupleDesc` à `BlessTupleDesc`, puis vous appelez `heap_form_tuple` pour chaque ligne. En travaillant avec des chaînes C, vous passez `TupleDesc` à `TupleDescGetAttInMetadata`, puis vousappelez `BuildTupleFromCStrings` pour chaque ligne. Dans le cas d'une fonction renvoyant un ensemble de tuple, les étapes de configuration peuvent toutes être entreprises une fois lors du premier appel à la fonction.

Plusieurs fonctions d'aide sont disponibles pour configurer le `TupleDesc` requis. La façon recommandée de le faire dans la plupart des fonctions renvoyant des valeurs composites est d'appeler :

```
TypeFuncClass get_call_result_type(FunctionCallInfo fcinfo,
                                     Oid *resultTypeId,
```

```
TupleDesc *resultTupleDesc)
```

en passant la même structure `finfo` que celle passée à la fonction appelante (ceci requiert bien sûr que vous utilisez les conventions d'appel version-1). `resultTypeid` peut être spécifié comme `NULL` ou comme l'adresse d'une variable locale pour recevoir l'OID du type de résultat de la fonction. `resultTupleDesc` devrait être l'adresse d'une variable `TupleDesc` locale. Vérifiez que le résultat est `TYPEFUNC_COMPOSITE` ; dans ce cas, `resultTupleDesc` a été rempli avec le `TupleDesc` requis (si ce n'est pas le cas, vous pouvez rapporter une erreur pour une « fonction renvoyant un enregistrement appelé dans un contexte qui ne peut pas accepter ce type enregistrement »).



Astuce

`get_call_result_type` peut résoudre le vrai type du résultat d'une fonction polymorphe ; donc, il est utile pour les fonctions qui renvoient des résultats scalaires polymorphiques, pas seulement les fonctions qui renvoient des types composites. Le résultat `resultTypeid` est principalement utile pour les fonctions renvoyant des scalaires polymorphiques.



Note

`get_call_result_type` a une fonction cousine `get_expr_result_type`, qui peut être utilisée pour résoudre le type attendu en sortie en un appel de fonction représenté par un arbre d'expressions. Ceci peut être utilisé pour tenter de déterminer le type de résultat sans entrer dans la fonction elle-même. Il existe aussi `get_func_result_type`, qui peut seulement être utilisée quand l'OID de la fonction est disponible. Néanmoins, ces fonctions ne sont pas capables de gérer les fonctions déclarées renvoyer des enregistrements (record). `get_func_result_type` ne peut pas résoudre les types polymorphiques, donc vous devriez utiliser de préférence `get_call_result_type`.

Les fonctions anciennes, et maintenant obsolètes, qui permettent d'obtenir des `TupleDesc` sont :

```
TupleDesc RelationNameGetTupleDesc(const char *relname)
```

pour obtenir un `TupleDesc` pour le type de ligne d'une relation nommée ou :

```
TupleDesc TypeGetTupleDesc(Oid typeoid, List *colaliases)
```

pour obtenir une `TupleDesc` basée sur l'OID d'un type. Ceci peut être utilisé pour obtenir un `TupleDesc` soit pour un type de base, soit pour un type composite. Néanmoins, cela ne fonctionnera pas pour une fonction qui renvoie record et cela ne résoudra pas les types polymorphiques.

Une fois que vous avez un `TupleDesc`, appelez :

```
TupleDesc BlessTupleDesc(TupleDesc tupdesc)
```

si vous pensez travailler avec des `Datums` ou :

```
AttInMetadata *TupleDescGetAttInMetadata(TupleDesc tupdesc)
```

si vous pensez travailler avec des chaînes C. Si vous écrivez une fonction renvoyant un ensemble, vous pouvez sauvegarder les résultats de ces fonctions dans la structure dans le `FuncCallContext` -- utilisez le champ `tuple_desc` ou `attinmeta` respectivement.

Lorsque vous fonctionnez avec des `Datums`, utilisez :

```
HeapTuple heap_form_tuple(TupleDesc tupdesc, Datum *values, bool *isnull)
```

pour construire une donnée utilisateur `HeapTuple` indiquée dans le format `Datum`.

Lorsque vous travaillez avec des chaînes C, utilisez :

```
HeapTuple BuildTupleFromCStrings(AttInMetadata *attinmeta, char **values)
```

pour construire une donnée utilisateur `HeapTuple` indiquée dans le format des chaînes C. `values` est un tableau de chaîne C, une pour chaque attribut de la ligne renvoyée. Chaque chaîne C doit être de la forme attendue par la fonction d'entrée du type de donnée de l'attribut. Afin de renvoyer une valeur `NULL` pour un des attributs, le pointeur correspondant dans le tableau de valeurs

`values`) doit être fixé à NULL. Cette fonction demandera à être appelée pour chaque ligne que vous renvoyez.

Une fois que vous avez construit un tuple devant être renvoyé par votre fonction, vous devez le convertir en type Datum. Utilisez :

```
HeapTupleGetDatum(HeapTuple tuple)
```

pour convertir un type HeapTuple en un Datum valide. Ce Datum peut être renvoyé directement si vous envisagez de renvoyer juste une simple ligne ou bien il peut être utilisé pour renvoyer la valeur courante dans une fonction renvoyant un ensemble.

Un exemple figure dans la section suivante.

36.9.9. Renvoi d'ensembles

Il existe aussi une API spéciale procurant le moyen de renvoyer des ensembles (lignes multiples) depuis une fonction en langage C. Une fonction renvoyant un ensemble doit suivre les conventions d'appel de la version-1. Aussi, les fichiers source doivent inclure l'en-tête `funcapi.h`, comme ci-dessus.

Une fonction renvoyant un ensemble (SRF : « set returning function ») est appelée une fois pour chaque élément qu'elle renvoie. La SRF doit donc sauvegarder suffisamment l'état pour se rappeler ce qu'elle était en train de faire et renvoyer le prochain élément à chaque appel. La structure `FuncCallContext` est offerte pour assister le contrôle de ce processus. À l'intérieur d'une fonction, `fcinfo->flinfo->fn_extra` est utilisée pour conserver un pointeur vers `FuncCallContext` au cours des appels successifs.

```
typedef struct FuncCallContext
{
    /*
     * Number of times we've been called before
     *
     * call_cntr is initialized to 0 for you by SRF_FIRSTCALL_INIT(), and
     * incremented for you every time SRF_RETURN_NEXT() is called.
     */
    uint64 call_cntr;

    /*
     * OPTIONAL maximum number of calls
     *
     * max_calls is here for convenience only and setting it is optional.
     * If not set, you must provide alternative means to know when the
     * function is done.
     */
    uint64 max_calls;

    /*
     * OPTIONAL pointer to result slot
     *
     * This is obsolete and only present for backwards compatibility, viz,
     * user-defined SRFs that use the deprecated TupleDescGetSlot().
     */
    TupleTableSlot *slot;

    /*
     * OPTIONAL pointer to miscellaneous user-provided context information
     *
     * user_fctx is for use as a pointer to your own data to retain
     * arbitrary context information between calls of your function.
     */
    void *user_fctx;

    /*
     * OPTIONAL pointer to struct containing attribute type input metadata
     *
     * attinmeta is for use when returning tuples (i.e., composite data types)
     * and is not used when returning base data types. It is only needed
     * if you intend to use BuildTupleFromCStrings() to create the return
     * tuple.
     */
    AttInMetadata *attinmeta;

    /*
     * memory context used for structures that must live for multiple calls
     */
}
```

```

 * multi_call_memory_ctx is set by SRF_FIRSTCALL_INIT() for you, and used
 * by SRF_RETURN_DONE() for cleanup. It is the most appropriate memory
 * context for any memory that is to be reused across multiple calls
 * of the SRF.
 */
MemoryContext multi_call_memory_ctx;

/*
 * OPTIONAL pointer to struct containing tuple description
 *
 * tuple_desc is for use when returning tuples (i.e. composite data types)
 * and is only needed if you are going to build the tuples with
 * heap_form_tuple() rather than with BuildTupleFromCStrings(). Note that
 * the TupleDesc pointer stored here should usually have been run through
 * BlessTupleDesc() first.
 */
TupleDesc tuple_desc;

} FuncCallContext;

```

Une SRF utilise plusieurs fonctions et macros qui manipulent automatiquement la structure FuncCallContext (et s'attendent à la trouver via `fn_extra`). Utilisez :

`SRF_IS_FIRSTCALL()`

pour déterminer si votre fonction est appelée pour la première fois. Au premier appel, utilisez :

`SRF_FIRSTCALL_INIT()`

pour initialiser la structure FuncCallContext. À chaque appel de fonction, y compris le premier, utilisez :

`SRF_PERCALL_SETUP()`

pour une mise à jour correcte en vue de l'utilisation de FuncCallContext et pour nettoyer toutes les données renvoyées précédemment et conservées depuis le dernier passage de la fonction.

Si votre fonction a des données à renvoyer, utilisez :

`SRF_RETURN_NEXT(funcctx, result)`

pour les renvoyer à l'appelant. (`result` doit être de type Datum, soit une valeur simple, soit un tuple préparé comme décrit ci-dessus.) Enfin, quand votre fonction a fini de renvoyer des données, utilisez :

`SRF_RETURN_DONE(funcctx)`

pour nettoyer et terminer la SRF.

Lors de l'appel de la SRF, le contexte mémoire courant est un contexte transitoire qui est effacé entre les appels. Cela signifie que vous n'avez pas besoin d'appeler `pfree` sur tout ce que vous avez alloué en utilisant `malloc` ; ce sera supprimé de toute façon. Toutefois, si vous voulez allouer des structures de données devant persister tout au long des appels, vous avez besoin de les conserver quelque part. Le contexte mémoire référencé par `multi_call_memory_ctx` est un endroit approprié pour toute donnée devant survivre jusqu'à l'achèvement de la fonction SRF. Dans la plupart des cas, cela signifie que vous devrez basculer vers `multi_call_memory_ctx` au moment de la préparation du premier appel.



Avertissement

Quand les arguments réels de la fonction restent inchangés entre les appels, si vous lisez la valeur des arguments (ce qui se fait de façon transparente par la macro `PG_GETARG_xxx`) dans le contexte, alors les copies seront libérées sur chaque cycle. De la même façon, si vous conservez des références vers de telles valeurs dans votre `user_fctx`, vous devez soit les copier dans `multi_call_memory_ctx`, soit vous assurer que vous procédez vous-même au traitement des valeurs dans ce contexte.

Voici un exemple complet de pseudo-code :

`Datum`

```

my_set_returning_function(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    FuncCallContext *funcctx;
    Datum result;
    further declarations as needed

    if (SRF_IS_FIRSTCALL())
    {
        MemoryContext oldcontext;

        funcctx = SRF_FIRSTCALL_INIT();
        oldcontext = MemoryContextSwitchTo(funcctx->multi_call_memory_ctx);
        /* One-time setup code appears here: */
        user code
        if returning composite
            build TupleDesc, and perhaps AttInMetadata
        endif returning composite
        user code
        MemoryContextSwitchTo(oldcontext);
    }

    /* Each-time setup code appears here: */
    user code
    funcctx = SRF_PERCALL_SETUP();
    user code

    /* this is just one way we might test whether we are done: */
    if (funcctx->call_cntr < funcctx->max_calls)
    {
        /* Here we want to return another item: */
        user code
        obtain result Datum
        SRF_RETURN_NEXT(funcctx, result);
    }
    else
    {
        /* Here we are done returning items and just need to clean up: */
        user code
        SRF_RETURN_DONE(funcctx);
    }
}

```

Et voici un exemple complet d'une simple SRF retournant un type composite :

```

PG_FUNCTION_INFO_V1(retcomposite);

Datum
retcomposite(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    FuncCallContext *funcctx;
    int call_cntr;
    int max_calls;
    TupleDesc tupdesc;
    AttInMetadata *attinmeta;

    /* stuff done only on the first call of the function */
    if (SRF_IS_FIRSTCALL())
    {
        MemoryContext oldcontext;

        /* create a function context for cross-call persistence */
        funcctx = SRF_FIRSTCALL_INIT();

        /* switch to memory context appropriate for multiple function calls */
        oldcontext = MemoryContextSwitchTo(funcctx->multi_call_memory_ctx);

        /* total number of tuples to be returned */
        funcctx->max_calls = PG_GETARG_UINT32(0);
    }
}

```

```

/* Build a tuple descriptor for our result type */
if (get_call_result_type(fcinfo, NULL, &tupdesc) != TYPEFUNC_COMPOSITE)
    ereport(ERROR,
            (errcode(ERRCODE_FEATURE_NOT_SUPPORTED),
             errmsg("function returning record called in context "
                   "that cannot accept type record")));

/*
 * generate attribute metadata needed later to produce tuples from raw
 * C strings
 */
attinmeta = TupleDescGetAttInMetadata(tupdesc);
funcctx->attinmeta = attinmeta;

MemoryContextSwitchTo(oldcontext);
}

/* stuff done on every call of the function */
funcctx = SRF_PERCALL_SETUP();

call_cntr = funcctx->call_cntr;
max_calls = funcctx->max_calls;
attinmeta = funcctx->attinmeta;

if (call_cntr < max_calls)      /* do when there is more left to send */
{
    char          **values;
    HeapTuple     tuple;
    Datum         result;

    /*
     * Prepare a values array for building the returned tuple.
     * This should be an array of C strings which will
     * be processed later by the type input functions.
     */
    values = (char **) palloc(3 * sizeof(char *));
    values[0] = (char *) palloc(16 * sizeof(char));
    values[1] = (char *) palloc(16 * sizeof(char));
    values[2] = (char *) palloc(16 * sizeof(char));

    snprintf(values[0], 16, "%d", 1 * PG_GETARG_INT32(1));
    snprintf(values[1], 16, "%d", 2 * PG_GETARG_INT32(1));
    snprintf(values[2], 16, "%d", 3 * PG_GETARG_INT32(1));

    /* build a tuple */
    tuple = BuildTupleFromCStrings(attinmeta, values);

    /* make the tuple into a datum */
    result = HeapTupleGetDatum(tuple);

    /* clean up (this is not really necessary) */
    pfree(values[0]);
    pfree(values[1]);
    pfree(values[2]);
    pfree(values);

    SRF_RETURN_NEXT(funcctx, result);
}
else      /* do when there is no more left */
{
    SRF_RETURN_DONE(funcctx);
}
}

```

Voici une façon de déclarer cette fonction en SQL :

```

CREATE TYPE __retcomposite AS (f1 integer, f2 integer, f3 integer);

CREATE OR REPLACE FUNCTION retcomposite(integer, integer)
RETURNS SETOF __retcomposite

```

```
AS 'filename', 'retcomposite'
LANGUAGE C IMMUTABLE STRICT;
```

Une façon différente de le faire est d'utiliser des paramètres OUT :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION retcomposite(IN integer, IN integer,
    OUT f1 integer, OUT f2 integer, OUT f3 integer)
RETURNS SETOF record
AS 'filename', 'retcomposite'
LANGUAGE C IMMUTABLE STRICT;
```

Notez que dans cette méthode le type en sortie de la fonction est du type record anonyme.

Le module contrib/tablefunc situé dans les fichiers source de la distribution contient d'autres exemples de fonctions renvoyant des ensembles.

36.9.10. Arguments polymorphes et types renvoyés

Les fonctions en langage C peuvent être déclarées pour accepter et renvoyer les types « polymorphes » anyelement, anyarray, anynonarray, anyenum et anyrange. Voir la Section 36.2.5, « Types et fonctions polymorphes » pour une explication plus détaillée des fonctions polymorphes. Si les types des arguments ou du renvoi de la fonction sont définis comme polymorphes, l'auteur de la fonction ne peut pas savoir à l'avance quel type de données sera appelé ou bien quel type doit être renvoyé. Il y a deux routines offertes par fmgr.h qui permettent à une fonction en version-1 de découvrir les types de données effectifs de ses arguments et le type qu'elle doit renvoyer. Ces routines s'appellent `get_fn_expr_retttype(FmgrInfo *flinfo)` et `get_fn_expr_argtype(FmgrInfo *flinfo, int argnum)`. Elles renvoient l'OID du type du résultat ou de l'argument ou InvalidOID si l'information n'est pas disponible. L'accès à la structure flinfo se fait normalement avec `fcinfo->flinfo`. Le paramètre argnum est basé à partir de zéro. `get_call_result_type` peut aussi être utilisé comme alternative à `get_fn_expr_retttype`. Il existe aussi `get_fn_expr_variadic`, qui peut être utilisé pour trouver les arguments variables en nombre qui ont été assemblés en un tableau. C'est principalement utilisé dans le cadre des fonctions VARIADIC "any" car de tels assemblages surviendront toujours pour les fonctions variadiques prenant des types de tableaux ordinaires.

Par exemple, supposons que nous voulions écrire une fonction qui accepte un argument de n'importe quel type et qui renvoie un tableau uni-dimensionnel de ce type :

```
PG_FUNCTION_INFO_V1(make_array);
Datum
make_array(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    ArrayType *result;
    Oid      element_type = get_fn_expr_argtype(fcinfo->flinfo, 0);
    Datum   element;
    bool    isnull;
    int16   typelen;
    bool    typbyval;
    char    typalign;
    int     ndims;
    int     dims[MAXDIM];
    int     lbs[MAXDIM];

    if (!OidIsValid(element_type))
        elog(ERROR, "could not determine data type of input");

    /* get the provided element, being careful in case it's NULL */
    isnull = PG_ARGISNULL(0);
    if (isnull)
        element = (Datum) 0;
    else
        element = PG_GETARG_DATUM(0);

    /* we have one dimension */
    ndims = 1;
    /* and one element */
    dims[0] = 1;
    /* and lower bound is 1 */
    lbs[0] = 1;

    /* get required info about the element type */
    get_typlenbyvalalign(element_type, &typelen, &typbyval,
```

```

&typalign);

/* now build the array */
result = construct_md_array(&element, &isnull, ndims, dims, lbs,
                           element_type, typlen, typbyval, typalign);

PG_RETURN_ARRAYTYPE_P(result);
}

```

La commande suivante déclare la fonction `make_array` en SQL :

```

CREATE FUNCTION make_array(anyelement)
RETURNS anyarray
AS 'DIRECTORY/funcs', 'make_array'
LANGUAGE 'C' IMMUTABLE;

```

Notez l'utilisation de `STRICT` ; ceci est primordial car le code ne se préoccupe pas de tester une entrée `NULL`.

Il existe une variante du polymorphisme qui est seulement disponible pour les fonctions en langage C : elles peuvent être déclarées prendre des paramètres de type "any". (Notez que ce nom de type doit être placé entre des guillemets doubles car il s'agit d'un mot SQL réservé.) Ceci fonctionne comme `anyelement` sauf qu'il ne contraint pas les différents arguments "any" à être du même type, pas plus qu'ils n'aident à déterminer le type de résultat de la fonction. Une fonction en langage C peut aussi déclarer son paramètre final ainsi : `VARIADIC "any"`. Cela correspondra à un ou plusieurs arguments réels de tout type (pas nécessairement le même type). Ces arguments ne seront *pas* placés dans un tableau comme c'est le cas pour les fonctions variadic normales ; ils seront passés séparément à la fonction. La macro `PG_NARGS()` et les méthodes décrites ci-dessus doivent être utilisées pour déterminer le nombre d'arguments réels et leur type lors de l'utilisation de cette fonctionnalité. Ainsi, les utilisateurs d'une telle fonction voudront probablement utilisé le mot-clé `VARIADIC` dans leur appel de fonction, de manière à ce que la fonction traite les éléments du tableau comme des arguments séparés. La fonction elle-même doit implémenter ce comportement si nécessaire, après avoir utilisé `get_fn_expr_variadic` pour savoir si les arguments actuels ont été marqué avec `VARIADIC`.

36.9.11. Fonctions de transformation

Certains appels de fonctions pourraient être simplifiés lors de la planification en se basant sur les propriétés spécifiques de la fonction. Par exemple, `int4mul(n, 1)` pourrait être simplifié par `n`. Pour définir des tels optimisations spécifiques aux fonctions, écrivez une *fonction de transformation* et placez son OID dans le champ `protransform` de l'entrée `pg_proc` de la fonction principale. La fonction de transformation doit avoir la signature SQL suivante : `protransform(internal) RETURNS internal`. L'argument, actuellement un `FuncExpr *`, est un nœud vide représentant un appel à la fonction principale. Si l'étude de la fonction de transformation sur l'arbre d'expression prouve qu'un arbre d'expression simplifié peut être substitué pour tous les appels réels effectués après, elle construit et renvoie l'expression simplifiée. Sinon, elle renvoie un pointeur `NULL` (*pas* un `NULL` SQL).

Nous ne donnons aucune garantie que PostgreSQL™ n'appellera jamais la fonction principale dans les cas que la fonction de transformation pourrait simplifier. Assurez-vous d'une équivalent rigoureuse entre l'expression simplifiée et un appel réel de la fonction principale.

Actuellement, cette fonctionnalité n'est pas offerte aux utilisateurs via le niveau SQL à cause des risques de sécurité. C'est donc uniquement utilisé pour optimiser les fonctions internes.

36.9.12. Mémoire partagée et LWLocks

Les modules peuvent réserver des LWLocks et allouer de la mémoire partagée au lancement du serveur. La bibliothèque partagée du module doit être préchargée en l'ajoutant `shared_preload_libraries`. La mémoire partagée est réservée en appelant :

```
void RequestAddinShmemSpace(int size)
```

à partir de votre fonction `_PG_init`.

Les LWLocks sont réservés en appelant :

```
void RequestNamedLWLockTranche(const char *tranche_name, int num_lwlocks)
```

à partir de `_PG_init`. Ceci assurera qu'un tableau de `num_lwlocks` LWLocks est disponible sous le nom de `tranche_name`. Utilisez `GetNamedLWLockTranche` pour obtenir un pointeur vers ce tableau.

Pour éviter des cas rares possibles, chaque moteur devrait utiliser la fonction `AddinShmemInitLock` lors de la connexion et de l'initialisation de la mémoire partagée, comme indiquée ci-dessous :

```

static mystruct *ptr = NULL;

if (!ptr)
{
    bool found;

    LWLockAcquire(AddinShmemInitLock, LW_EXCLUSIVE);
    ptr = ShmemInitStruct("my struct name", size, &found);
    if (!found)
    {
        initialize contents of shmem area;
        acquire any requested LWLocks using:
        ptr->locks = GetNamedLWLockTranche("my tranche name");
    }
    LWLockRelease(AddinShmemInitLock);
}

```

36.9.13. Coder des extensions en C++

Bien que le moteur PostgreSQL™ soit écrit en C, il est possible de coder des extensions en C++ si les lignes de conduite suivantes sont respectées :

- Toutes les fonctions accessibles par le serveur doivent présenter une interface en C ; seules ces fonctions C pourront alors appeler du code C++. Ainsi, l'édition de liens `extern C` est nécessaire pour les fonctions appelées par le serveur. Ceci est également obligatoire pour toutes les fonctions passées comme pointeur entre le serveur et du code C++.
- Libérez la mémoire en utilisant la méthode de désallocation appropriée. Par exemple, la majeure partie de la mémoire allouée par le serveur l'est par appel de la fonction `malloc()`, aussi, il convient de libérer ces zones mémoire en utilisant la fonction `free()`. L'utilisation de la fonction C++ `delete` échouerait pour ces blocs de mémoire.
- Évitez la propagation d'exceptions dans le code C (utilisez un bloc catch-all au niveau le plus haut de toute fonction `extern C`). Ceci est nécessaire, même si le code C++ n'émet explicitement aucune exception, dans la mesure où la survenue d'événements tels qu'un manque de mémoire peut toujours lancer une exception. Toutes les exceptions devront être gérées et les erreurs correspondantes transmises via l'interface du code C. Si possible, compilez le code C++ avec l'option `-fno-exceptions` afin d'éliminer entièrement la venue d'exceptions ; dans ce cas, vous devrez effectuer vous-même les vérifications correspondantes dans votre code C++, par exemple, vérifier les éventuels paramètres NULL retournés par la fonction `new()`.
- Si vousappelez des fonctions du serveur depuis du code C++, assurez vous que la pile d'appels ne contienne que des structures C (POD). Ceci est nécessaire dans la mesure où les erreurs au niveau du serveur génèrent un saut via l'instruction `longjmp()` qui ne peut dépiler proprement une pile d'appels C++ comportant des objets non-POD.

Pour résumer, le code C++ doit donc être placé derrière un rempart de fonctions `extern C` qui fourniront l'interface avec le serveur, et devra éviter toute fuite de mécanismes propres au C++ (exceptions, allocation/libération de mémoire et objets non-POD dans la pile).

36.10. Agrégats utilisateur

Dans PostgreSQL™, les fonctions d'agrégat sont exprimées comme des *valeurs d'état* et des *fonctions de transition d'état*. C'est-à-dire qu'un agrégat opère en utilisant une valeur d'état qui est mis à jour à chaque ligne traitée. Pour définir une nouvelle fonction d'agrégat, on choisit un type de donnée pour la valeur d'état, une valeur initiale pour l'état et une fonction de transition d'état. La fonction de transition d'état prend la valeur d'état précédente et les valeurs en entrée de l'agrégat pour la ligne courante, et renvoie une nouvelle valeur d'état. Une *fonction finale* peut également être spécifiée pour le cas où le résultat désiré comme agrégat est différent des données conservées comme valeur d'état courant. La fonction finale prend la dernière valeur de l'état, et renvoie ce qui est voulu comme résultat de l'agrégat. En principe, les fonctions de transition et finale sont des fonctions ordinaires qui pourraient aussi être utilisées en dehors du contexte de l'agrégat. (En pratique, il est souvent utile pour des raisons de performance de créer des fonctions de transition spécialisées qui ne peuvent fonctionner que quand elles sont appelées via l'agrégat.)

Ainsi, en plus des types de données d'argument et de résultat vus par l'utilisateur, il existe un type de données pour la valeur d'état interne qui peut être différent des deux autres.

Un agrégat qui n'utilise pas de fonction finale est un agrégat qui utilise pour chaque ligne une fonction dépendante des valeurs de colonnes. `sum` en est un exemple. `sum` débute à zéro et ajoute la valeur de la ligne courante à son total en cours. Par exemple, pour obtenir un agrégat `sum` qui opère sur un type de données nombres complexes, il suffira décrire la fonction d'addition pour ce type de donnée. La définition de l'agrégat sera :

```
CREATE AGGREGATE somme (complex)
(
    sfunc = ajout_complexe,
    stype = complexe,
    initcond = '(0,0)'
);
```

que nous pourrions utiliser ainsi :

```
SELECT somme(a) FROM test_complexe;
somme
-----
(34,53.9)
```

(Notez que nous nous reposons sur une surcharge de fonction : il existe plus d'un agrégat nommé `sum` mais PostgreSQL™ trouve le type de somme s'appliquant à une colonne de type complex.)

La définition précédente de `sum` retournera zéro (la condition d'état initial) s'il n'y a que des valeurs d'entrée `NULL`. Dans ce cas, on peut souhaiter qu'elle retourne `NULL` -- le standard SQL prévoit que la fonction `sum` se comporte ainsi. Cela peut être obtenu par l'omission de l'instruction `initcond`, de sorte que la condition d'état initial soit `NULL`. Dans ce cas, `sfunc` vérifie l'entrée d'une condition d'état `NULL` mais, pour `sum` et quelques autres agrégats simples comme `max` et `min`, il suffit d'insérer la première valeur d'entrée non `NULL` dans la variable d'état et d'appliquer la fonction de transition d'état à partir de la seconde valeur non `NULL`. PostgreSQL™ fait cela automatiquement si la condition initiale est `NULL` et si la fonction de transition est marquée « strict » (elle n'est pas appelée pour les entrées `NULL`).

Par défaut également, pour les fonctions de transition « strict », la valeur d'état précédente reste inchangée pour une entrée `NULL`. Les valeurs `NULL` sont ainsi ignorées. Pour obtenir un autre comportement, il suffit de ne pas déclarer la fonction de transition « strict ». À la place, codez-la de façon à ce qu'elle vérifie et traite les entrées `NULL`.

`avg` (average = moyenne) est un exemple plus complexe d'agrégat. Il demande deux états courants : la somme des entrées et le nombre d'entrées. Le résultat final est obtenu en divisant ces quantités. La moyenne est typiquement implantée en utilisant comme valeur d'état un tableau. Par exemple, l'implémentation intégrée de `avg (float8)` ressemble à :

```
CREATE AGGREGATE avg (float8)
(
    sfunc = float8_accum,
    stype = float8[],
    finalfunc = float8_avg,
    initcond = '{0,0,0}'
);
```



Note

`float8_accum` nécessite un tableau à trois éléments, et non pas seulement deux, car il accumule la somme des carrés, ainsi que la somme et le nombre des entrées. Cela permet son utilisation pour d'autres agrégats que `avg`.

Les appels de fonctions d'agrégat en SQL autorisent les options `DISTINCT` et `ORDER BY` qui contrôlent les lignes envoyées à la fonction de transition de l'agrégat et leur ordre. Ces options sont implémentées en arrière plan et ne concernent pas les fonctions de support de l'agrégat.

Pour plus de détails, voir la commande `CREATE AGGREGATE(7)`.

36.10.1. Mode d'agrégat en déplacement

Les fonctions d'agrégat peuvent accepter en option un *mode d'agrégat en déplacement*, qui autorise une exécution bien plus rapide des fonctions d'agrégats pour les fenêtres dont le point de démarrage se déplace. (Voir Section 3.5, « Fonctions de fenêtrage » et Section 4.2.8, « Appels de fonction de fenêtrage » pour des informations sur l'utilisation des fonctions d'agrégats en tant que fonctions de fenêtrage.) L'idée de base est qu'en plus d'une fonction de transition « en avant », l'agrégat fournir une *fonction de transi-*

tion inverse, qui permet aux lignes d'être supprimées de la valeur d'état de l'agrégat quand elles quittent l'étendue de la fenêtre. Par exemple, un agrégat `sum` qui utilise l'addition comme fonction de transition en avant pourrait utiliser la soustraction comme fonction de transition inverse. Sans fonction de transition inverse, le mécanisme de fonction de fenêtrage doit recalculer l'agrégat à partir du début à chaque fois que le point de départ de la fenêtre est déplacé, ce qui a pour effet d'augmenter la durée d'exécution proportionnellement au nombre de lignes en entrée multiplié à la longueur moyenne de la fenêtre. Avec une fonction de transition inverse, la durée d'exécution est uniquement proportionnelle au nombre de lignes en entrée.

La fonction de transition inverse se voit fourni la valeur de l'état courant et les valeurs en entrée de l'agrégat pour la première ligne inclus dans l'état courant. Il doit reconstruire la valeur d'état telle qu'elle aurait été si la ligne en entrée n'avait pas été agrégé, mais seulement les lignes suivantes. Ceci demande parfois que la fonction de transition en avant conserve plus d'informations sur l'état que ce qui était nécessaire auparavant. De ce fait, le mode d'agrégat en déplacement utilise une implémentation complètement séparée du mode standard : il a son propre type de données d'état, sa propre fonction de transition en avant, et sa propre fonction finale si nécessaire. Ils peuvent être les mêmes que le type de données et les fonctions du mode standard si rien de particulier n'est nécessaire.

Comme exemple, nous pouvons étendre l'agrégat `sum` donné ci-dessus pour supporter le mode d'agrégat en déplacement, comme ceci :

```
CREATE AGGREGATE somme (complex)
(
    sfunc = ajout_complexe,
    stype = complexe,
    initcond = '(0,0)',
    msfunc = ajout_complexe,
    minvfunc = retire_complexe,
    mstype = complexe,
    minitcond = '(0,0)'
);
```

Les paramètres dont les noms commencent par un `m` définissent l'implémentation des agrégats en mouvement. En dehors de la fonction de transition inverse `minvfunc`, ils correspondent aux paramètres des agrégats standards sans `m`.

La fonction de transition en avant pour le mode d'agrégat en déplacement n'est pas autorisée à renvoyer `NULL` comme nouvelle valeur d'état. Si la fonction de transition inverse renvoie `NULL`, c'est pris comme indication que la fonction ne peut pas inverser le calcul de l'état sur ce point particulier, et donc le calcul d'agrégat sera refait à partir de rien pour la position de début actuelle. Cette convention permet au mode d'agrégat par déplacement à être utilisé dans des situations où il existe quelques cas rares où réaliser l'inverse de la fonction de transition n'est pas possible. La fonction de transition inverse peut ne pas fonctionner sur ces cas, et être toujours utilisée pour la plupart des cas où elle est fonctionnelle. Comme exemple, un agrégat travaillant avec des nombres à virgules flottantes pourrait choisir de ne pas fonctionner quand une entrée `NaN` doit être supprimée de la valeur d'état en cours.

Lors de l'écriture des fonctions de support d'un agrégat en déplacement, il est important d'être certain que la fonction de transition inverse peut reconstruire exactement la valeur d'état correct. Sinon, il pourrait y avoir des différences visibles pour l'utilisateur dans les résultats, suivant que le mode d'agrégat en déplacement est utilisé ou pas. Un exemple d'agrégat pour lequel ajouter une fonction de transition inverse semble facile au premier coup d'œil, mais où les prérequis ne peuvent pas être assurés, est la fonction `is sum` sur des entrées de type `float4` ou `float8`. Une déclaration naïve de `sum(float8)` pourrait être :

```
CREATE AGGREGATE unsafe_sum (float8)
(
    stype = float8,
    sfunc = float8pl,
    mstype = float8,
    msfunc = float8pl,
    minvfunc = float8mi
);
```

Cependant, cet agrégat peut renvoyer des résultats très différents qu'il ne l'aurait fait sans fonction de transition inverse. Considérez par exemple :

```
SELECT
    unsafe_sum(x) OVER (ORDER BY n ROWS BETWEEN CURRENT ROW AND 1 FOLLOWING)
FROM (VALUES (1, 1.0e20::float8),
            (2, 1.0)::float8)) AS v (n,x);
```

Cette requête renvoie 0 en deuxième résultat, plutôt que la réponse attendue, 1. La raison vient de la précision limitée des valeurs

en virgule flottante : ajouter 1×10^{-20} renvoie de nouveau 1×10^{-20} , alors qu'y soustraire 1×10^{-20} renvoie 0, et non pas 1. Notez que c'est une limitation générale des opérations de calcul sur des nombres en virgule flottante, pas une limitation spécifique de PostgreSQL™.

36.10.2. Agrégats polymorphiques et variadiques

Les fonctions d'agrégat peuvent utiliser des fonctions d'état transitionnelles ou des fonctions finales polymorphes. De cette façon, les mêmes fonctions peuvent être utilisées pour de multiples agrégats. Voir la Section 36.2.5, « Types et fonctions polymorphes » pour une explication des fonctions polymorphes. La fonction d'agrégat elle-même peut être spécifiée avec un type de base et des types d'état polymorphes, ce qui permet ainsi à une unique définition de fonction de servir pour de multiples types de données en entrée. Voici un exemple d'agrégat polymorphe :

```
CREATE AGGREGATE array_accum (anyelement)
(
    sfunc = array_append,
    stype = anyarray,
    initcond = '{}'
);
```

Dans ce cas, le type d'état effectif pour tout appel d'agrégat est le type tableau avec comme éléments le type effectif d'entrée. Le comportement de l'agrégat est de concaténer toutes les entrées dans un tableau de ce type. (Note : l'agrégat `array_agg` fournit une fonctionnalité similaire, avec de meilleures performances que ne pourrait avoir cette définition.)

Voici le résultat pour deux types de données différents en arguments :

```
SELECT attrelid::regclass, array_accum(attname)
FROM pg_attribute WHERE attnum > 0
AND attrelid = 'pg_tablespace'::regclass GROUP BY attrelid;
 attrelid |          array_accum
-----+-----
 pg_tablespace | {spcname,spcowner,spcacl,spcoptions}
(1 row)

SELECT attrelid::regclass, array_accum(atttypid::regtype)
 FROM pg_attribute
 WHERE attnum > 0 AND attrelid = 'pg_tablespace'::regclass
 GROUP BY attrelid;
 attrelid |          array_accum
-----+-----
 pg_tablespace | {name,oid,aclitem[],text[]}
(1 row)
```

D'habitude, une fonction d'agrégat avec un type de résultat polymorphe a un type d'état polymorphe, comme dans l'exemple ci-dessus. C'est nécessaire, sinon la fonction finale ne peut pas être déclarée correctement. Elle devrait avoir un type de résultat polymorphe mais pas d'argument polymorphe, ce que **CREATE FUNCTION** rejetera sur la base que le type en résultat ne peut pas être déduit de cet appel. Cependant, quelque fois, il est inconfortable d'utiliser un type d'état polymorphe. Le cas le plus fréquent arrive quand les fonctions de support de l'agrégat sont à écrire en C et que le type d'état doit être déclaré comme `internal` parce qu'il n'existe pas d'équivalent SQL pour lui. Dans ce cas, il est possible de déclarer la fonction finale comme prenant des arguments « inutiles » qui correspondent aux arguments en entrée de l'agrégat. Ce type d'argument est toujours passé avec une valeur `NULL` car aucune valeur spécifique n'est disponible quand la fonction finale est appelée. Leur seule utilité est de permettre à un type de résultat d'une fonction finale polymorphe d'être connecté au type de données en entrée de l'agrégat. Par exemple, la définition de l'agrégat interne `array_agg` est équivalente à :

```
CREATE FUNCTION array_agg_transfn(internal, anynonarray)
    RETURNS internal ...;
CREATE FUNCTION array_agg_finalfn(internal, anynonarray)
    RETURNS anyarray ...;

CREATE AGGREGATE array_agg (anynonarray)
(
    sfunc = array_agg_transfn,
    stype = internal,
    finalfunc = array_agg_finalfn,
    finalfunc_extra
);
```

Dans cet exemple, l'option `finalfunc_extra` spécifie que la fonction finale reçoit, en plus de la valeur d'état, tout argument supplémentaire correspondant aux arguments en entrée de l'agrégat. L'argument supplémentaire `anonarray` permet que la déclaration de `array_agg_finalfn` soit valide.

Il est possible de créer une fonction d'agrégat qui accepte un nombre variable d'arguments en déclarant ses derniers arguments dans un tableau VARIADIC, un peu de la même façon que les fonctions standards ; voir Section 36.4.5, « Fonctions SQL avec un nombre variables d'arguments ». La fonction de transition de l'agrégat doit avoir le même type tableau que leur dernier argument. Les fonctions de transition seront typiquement marquées comme VARIADIC, mais cela n'est pas requis.



Note

Les agrégats variadiques sont facilement mal utilisés avec l'option `ORDER BY` (voir Section 4.2.7, « Expressions d'agrégat »), car l'analyseur ne peut pas dire si le nombre d'arguments réels donnés était bon ou pas. Gardez à l'esprit que toutes les expressions à droite de `ORDER BY` sont la clé de tri, pas un argument de l'agrégat. Par exemple, dans :

```
SELECT mon_agregat(a ORDER BY a, b, c) FROM ...
```

l'analyseur verra cela comme un seul argument pour la fonction d'agrégat, et trois clés de tri. Alors que l'utilisateur pouvait vouloir dire :

```
SELECT myaggregate(a, b, c ORDER BY a) FROM ...
```

Si `mon_agregat` est variadique, ces deux appels peuvent être parfaitement valides.

Pour la même raison, il est conseillé d'y réfléchir à deux fois avant de créer des fonctions d'agrégat avec les mêmes noms et différents nombres d'arguments standards.

36.10.3. Agrégats d'ensemble trié

Les agrégats que nous avons décrit jusqu'à maintenant sont des agrégats « normaux ». PostgreSQL™ accepte aussi les *agrégats d'ensemble trié*, qui diffèrent des agrégats normaux de deux façons. Tout d'abord, en plus des arguments standards d'agrégats qui sont évalués une fois par ligne en entrée, un agrégat d'ensemble trié peut avoir des arguments « directs » qui sont évalués seulement une fois par opération d'agrégation. Ensuite, la syntaxe pour les arguments standards agrégés indique un ordre de tri explicitement pour eux. Un agrégat d'ensemble de tri est habituellement utilisé pour ajouter un calcul dépendant d'un ordre spécifique des lignes, par exemple le rang ou le centile. Par exemple, la définition interne de `percentile_disc` est équivalent à :

```
CREATE FUNCTION ordered_set_transition(internal, anyelement)
    RETURNS internal ...
CREATE FUNCTION percentile_disc_final(internal, float8, anyelement)
    RETURNS anyelement ...
CREATE AGGREGATE percentile_disc (float8 ORDER BY anyelement)
(
    sfunc = ordered_set_transition,
    stype = internal,
    finalfunc = percentile_disc_final,
    finalfunc_extra
);
```

Cet agrégat prend un argument direct `float8` (la fraction du percentile) et une entrée agrégée qui peut être de toute type de données triées. Il pourrait être utilisé pour obtenir le revenu médian des ménages comme ceci :

```
SELECT percentile_disc(0.5) WITHIN GROUP (ORDER BY revenu) FROM menages;
percentile_disc
50489
```

Ici, `0.5` est un argument direct ; cela n'aurait pas de sens que la fraction de centile soit une valeur variant suivant les lignes.

Contrairement aux agrégats normaux, le tri des lignes en entrée pour un agrégat d'ensemble trié n'est *pas* fait de façon caché mais est la responsabilité des fonctions de support de l'agrégat. L'approche typique de l'implémentation est de conserver une référence à l'objet « tuplesort » dans la valeur d'état de l'agrégat, d'alimenter cet objet par les lignes en entrée, et de terminer le tri et de lire les données dans la fonction finale. Ce design permet à la fonction finale de réaliser des opérations spéciales comme l'injection de lignes supplémentaires « hypothétiques » dans les données à trier. Alors que les agrégats normaux peuvent souvent être implémentés avec les fonctions de support écrites en PL/pgSQL ou dans un autre langage PL, les agrégats d'ensemble trié doivent généralement être écrit en C car leurs valeurs d'état ne sont pas définissables sous la forme de type de données SQL. (Dans l'exemple ci-dessus, notez que la valeur d'état est déclarée en tant que internal -- c'est typique.)

La fonction de transition d'état pour un agrégat d'ensemble trié reçoit la valeur d'état courante ainsi que les valeurs agrégées en entrée pour chaque ligne. Elle renvoie la valeur d'état mise à jour. Il s'agit de la même définition que pour les agrégats normaux mais notez que les arguments directs (si présents) ne sont pas fournis. La fonction finale reçoit la valeur du dernier état, les valeurs des arguments directs si présents et (si `finalfunc_extra` est indiqué) des valeurs NULL correspondant aux entrées agrégées. Comme avec les agrégats normaux, `finalfunc_extra` est seulement réellement utile si l'agrégat est polymorphe ; alors les arguments inutiles supplémentaires sont nécessaires pour connecter le type de résultat de la fonction finale au type de l'entrée de l'agrégat.

Actuellement, les agrégats d'ensemble trié ne peuvent pas être utilisés comme fonctions de fenêtrage, et du coup, il n'est pas nécessaire qu'ils supportent le mode d'agrégat en déplacement.

36.10.4. Agrégation partielle

En option, une fonction d'agrégat peut supporter une *agrégation partielle*. L'idée d'agrégation partielle est d'exécuter la fonction de transition d'état de l'agrégat sur différents sous-ensembles des données en entrée de façon indépendante, puis de combiner les valeurs d'état provenant de ces sous-ensembles pour produire la même valeur d'état que ce qui aurait résulté du parcours de toutes les entrées en une seule opération. Ce mode peut être utilisé pour l'agrégation parallèle en ayant différents processus parallèles parcourant des portions différentes d'une table. Chaque processus produit une valeur d'état partiel et, à la fin, ces valeurs d'état sont combinées pour produire une valeur d'état finale. (Dans le futur, ce mode pourrait aussi être utilisé dans d'autres cas comme l'agrégation combinée sur des tables locales et externes ; mais ce n'est pas encore implémenté.)

Pour supporter une agrégation partielle, la définition de l'agrégat doit fournir une *fonction de combinaison*, qui prend deux valeurs du type de l'état d'agrégat (représentant les résultats de l'agrégat sur deux sous-ensembles de lignes en entrée) et produit une nouvelle valeur du type de l'état, représentant l'état qu'on aurait eu en réalisant l'agrégat sur la combinaison de ces deux ensembles de données. L'ordre relatif des lignes entrées n'est pas spécifié pour les deux ensembles de données. Ceci signifie qu'il est habituellement impossible de définir une fonction de combinaison utile pour les agrégats sensibles à l'ordre des lignes en entrée.

Comme exemples simples, les agrégats MAX et MIN peuvent supporter l'agrégation partielle en indiquant la fonction de combinaison comme étant la même fonction plus-grand-que ou plus-petit-que que celle utilisée comme fonction de transition function. L'agrégat SUM a besoin d'une fonction supplémentaire comme fonction de combinaison. (Encore une fois, c'est la même que leur fonction de transition, sauf si la valeur d'état est plus grand que le type de données en entrée.)

La fonction de combinaison est traitée un peu comme une fonction de transition qui prend une valeur du type d'état, pas de celle du type d'entrée sous-jacent, comme deuxième argument. En particulier, les règles pour gérer les valeurs nulles et les fonctions strictes sont similaires. De plus, si la définition de l'agrégat indique un `initcond` non nul, gardez en tête que ce sera utilisé non seulement comme état initial pour chaque exécution de l'agrégat partiel, mais aussi comme état initiale de la fonction de combinaison, qui sera appellée pour combiner chaque résultat partiel dans cet état.

Si le type d'état de l'agrégat est déclaré comme `internal`, il est de la responsabilité de la fonction de combinaison que son résultat soit alloué dans le contexte mémoire correct pour les valeurs d'état de l'agrégat. Ceci signifie en particulier que, quand la première entrée est `NULL`, il est invalide de renvoyer simplement la deuxième entrée car cette valeur sera dans le mauvais contexte et n'aura pas une durée de vie suffisante.

Quand le type d'état de l'agrégat est déclaré comme `internal`, il est aussi habituellement approprié que la définition de l'agrégat fournit une *fonction de sérialisation* et une *fonction de désérialisation*, qui permet qu'une telle valeur d'état soit copiée d'un processus à un autre. Sans ces fonctions, l'agrégation parallèle ne peut pas être réalisée, et les applications futures telles que l'agrégation locale/distante ne fonctionneront probablement pas non plus.

Une fonction de sérialisation doit prendre un seul argument de type `internal` et renvoyer un résultat de type `bytea`, qui représente la valeur d'état packagé en un paquet plat d'octets. De la même façon, une fonction de désérialisation inverse cette conversion. Elle doit prendre deux arguments de type `bytea` et `internal`, et renvoyer un résultat de type `internal`. (Le deuxième argument n'est pas utilisé et vaut toujours zéro, mais il est requis pour des raisons de sécurité du type.) Le résultat de la fonction de désérialisation doit simplement être alloué dans le contexte mémoire courant car, contrairement au résultat de la fonction de combinaison, il ne vit pas longtemps.

Il est bon de noter aussi que, pour qu'un agrégat soit exécuté en parallèle, l'agrégat lui-même doit être marqué `PARALLEL SAFE`. Les marques de parallélisation sur les fonctions de support ne sont pas consultées.

36.10.5. Fonctions de support pour les agrégats

Une fonction écrite en C peut détecter si elle est appelée en tant que fonction de support d'un agrégat en appelant `AggCheckCallContext`, par exemple :

```
if (AggCheckCallContext(fcinfo, NULL))
```

Une raison de surveiller ceci est que, si le retour de cette fonction vaut true pour une fonction de transition, la première valeur doit être une valeur de transition temporaire et peut du coup être modifiée en toute sûreté sans avoir à allouer une nouvelle copie. Voir `int8inc()` pour un exemple. (C'est le *seul* cas où une fonction peut modifier en toute sécurité un argument passé en référence. En particulier, les fonctions finales d'agrégat normal ne doivent pas modifier leur arguments dans tous les cas car, dans certains cas, elles seront ré-exécutées sur la même valeur de transition finale.)

Le deuxième argument de `AggCheckCallContext` peut être utilisé pour récupérer le contexte mémoire dans lequel les valeurs d'état de l'agrégat sont conservées. Ceci est utile pour que les fonctions de transition qui souhaitent utiliser les objets « étendus » (voir Section 36.11.1, « Considérations sur les TOAST ») comme leurs valeurs d'état. Au premier appel, la fonction de transition doit renvoyer un objet étendu dont le contexte mémoire est un enfant du contexte d'état de l'agrégat. Puis, pour les appels suivants, il doit renvoyer le même objet étendu. Voir `array_append()` pour un exemple. (`array_append()` n'est pas la fonction de transition d'un agrégat interne mais il est écrit pour se comporter efficacement lorsqu'elle est utilisée comme fonction de transition d'un agrégat personnalisé.)

Une autre routine de support disponible pour les fonctions d'agrégat écrites en langage C est `AggGetAggref`, qui renvoie le nœud d'analyse `Aggref` qui définit l'appel d'agrégat. Ceci est particulièrement utile pour les agrégats d'ensemble trié, qui peuvent inspecter la sous-structure du nœud `Aggref` pour trouver l'ordre de tri qu'elles sont supposées implémenter. Des exemples sont disponibles dans le fichier `orderedsetags.c` du code source de PostgreSQL™.

36.11. Types utilisateur

Comme cela est décrit dans la Section 36.2, « Le système des types de PostgreSQL™ », PostgreSQL™ peut être étendu pour supporter de nouveaux types de données. Cette section décrit la définition de nouveaux types basiques. Ces types de données sont définis en-dessous du SQL. Créer un nouveau type requiert d'implanter des fonctions dans un langage de bas niveau, généralement le C.

Les exemples de cette section sont disponibles dans `complex.sql` et `complex.c` du répertoire `src/tutorial` de la distribution. Voir le fichier `README` de ce répertoire pour les instructions d'exécution des exemples.

Un type utilisateur doit toujours posséder des fonctions d'entrée et de sortie. Ces fonctions déterminent la présentation du type en chaînes de caractères (pour la saisie par l'utilisateur et le renvoi à l'utilisateur) et son organisation en mémoire. La fonction d'entrée prend comme argument une chaîne de caractères terminée par `NULL` et retourne la représentation interne (en mémoire) du type. La fonction de sortie prend en argument la représentation interne du type et retourne une chaîne de caractères terminée par `NULL`.

Il est possible de faire plus que stocker un type, mais il faut pour cela implanter des fonctions supplémentaires gérant les opérations souhaitées.

Soit le cas d'un type complex représentant les nombres complexes. Une façon naturelle de représenter un nombre complexe en mémoire passe par la structure C suivante :

```
typedef struct Complex {
    double      x;
    double      y;
} Complex;
```

Ce type ne pouvant tenir sur une simple valeur `Datum`, il sera passé par référence.

La représentation externe du type se fera sous la forme de la chaîne `(x,y)`.

En général, les fonctions d'entrée et de sortie ne sont pas compliquées à écrire, particulièrement la fonction de sortie. Mais lors de la définition de la représentation externe du type par une chaîne de caractères, il faudra peut-être écrire un analyseur complet et robuste, comme fonction d'entrée, pour cette représentation. Par exemple :

```
PG_FUNCTION_INFO_V1(complex_in);

Datum
complex_in(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    char        *str = PG_GETARG_CSTRING(0);
    double      x,
```

```

y;
Complex *result;

if (sscanf(str, " ( %lf , %lf )", &x, &y) != 2)
    ereport(ERROR,
            (errcode(ERRCODE_INVALID_TEXT REPRESENTATION),
             errmsg("invalid input syntax for complex: \"%s\"",
                    str)));
}

result = (Complex *) palloc(sizeof(Complex));
result->x = x;
result->y = y;
PG_RETURN_POINTER(result);
}

```

La fonction de sortie peut s'écrire simplement :

```

PG_FUNCTION_INFO_V1(complex_out);

Datum
complex_out(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    Complex *complex = (Complex *) PG_GETARG_POINTER(0);
    char *result;

    result = psprintf("(%.g,%.g)", complex->x, complex->y);
    PG_RETURN_CSTRING(result);
}

```

Il est particulièrement important de veiller à ce que les fonctions d'entrée et de sortie soient bien inversées l'une par rapport à l'autre. Dans le cas contraire, de grosses difficultés pourraient apparaître lors de la sauvegarde de la base dans un fichier en vue d'une future relecture de ce fichier. Ceci est un problème particulièrement fréquent lorsque des nombres à virgule flottante entrent en jeu.

De manière optionnelle, un type utilisateur peut fournir des routines d'entrée et de sortie binaires. Les entrées/sorties binaires sont normalement plus rapides mais moins portables que les entrées/sorties textuelles. Comme avec les entrées/sorties textuelles, c'est l'utilisateur qui définit précisément la représentation binaire externe. La plupart des types de données intégrés tentent de fournir une représentation binaire indépendante de la machine. Dans le cas du type complex, des convertisseurs d'entrées/sorties binaires pour le type float8 sont utilisés :

```

PG_FUNCTION_INFO_V1(complex_recv);

Datum
complex_recv(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    StringInfo buf = (StringInfo) PG_GETARG_POINTER(0);
    Complex *result;

    result = (Complex *) palloc(sizeof(Complex));
    result->x = pq_getmsgfloat8(buf);
    result->y = pq_getmsgfloat8(buf);
    PG_RETURN_POINTER(result);
}

PG_FUNCTION_INFO_V1(complex_send);

Datum
complex_send(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    Complex *complex = (Complex *) PG_GETARG_POINTER(0);
    StringInfoData buf;

    pq_begintypsend(&buf);
    pq_sendfloat8(&buf, complex->x);
    pq_sendfloat8(&buf, complex->y);
    PG_RETURN_BYTEA_P(pq_endtypsend(&buf));
}

```

Lorsque les fonctions d'entrée/sortie sont écrites et compilées en une bibliothèque partagée, le type complex peut être défini en

SQL. Tout d'abord, il est déclaré comme un type shell :

```
CREATE TYPE complex;
```

Ceci sert de paramètre qui permet de mettre en référence le type pendant la définition de ses fonctions E/S. Les fonctions E/S peuvent alors être définies :

```
CREATE FUNCTION complex_in(cstring)
RETURNS complex
AS 'filename'
LANGUAGE C IMMUTABLE STRICT;

CREATE FUNCTION complex_out(complex)
RETURNS cstring
AS 'filename'
LANGUAGE C IMMUTABLE STRICT;

CREATE FUNCTION complex_recv(internal)
RETURNS complex
AS 'filename'
LANGUAGE C IMMUTABLE STRICT;

CREATE FUNCTION complex_send(complex)
RETURNS bytea
AS 'filename'
LANGUAGE C IMMUTABLE STRICT;
```

La définition du type de données peut ensuite être fournie complètement :

```
CREATE TYPE complex (
    internallength = 16,
    input = complex_in,
    output = complex_out,
    receive = complex_recv,
    send = complex_send,
    alignment = double
);
```

Quand un nouveau type de base est défini, PostgreSQL™ fournit automatiquement le support pour des tableaux de ce type. Le type tableau a habituellement le nom du type de base préfixé par un caractère souligné (_).

Lorsque le type de données existe, il est possible de déclarer les fonctions supplémentaires de définition des opérations utiles pour ce type. Les opérateurs peuvent alors être définis par dessus ces fonctions et, si nécessaire, des classes d'opérateurs peuvent être créées pour le support de l'indexage du type de données. Ces couches supplémentaires sont discutées dans les sections suivantes.

Si la représentation interne du type de données est de longueur variable, la représentation interne doit poursuivre l'organisation standard pour une donnée de longueur variable : les quatre premiers octets doivent être un champ char[4] qui n'est jamais accédé directement (nommé *v1_len*_). Vous devez utiliser la macro SET_VARSIZE() pour enregistrer la taille totale de la donnée (ceci incluant le champ de longueur lui-même) dans ce champ et VARSIZE() pour la récupérer. (Ces macros existent parce que le champ de longueur pourrait être encodé suivant la plateforme.)

For further details see the description of the CREATE TYPE(7) command.

36.11.1. Considérations sur les TOAST

Si les valeurs du type de données varient en taille (sous la forme interne), il est généralement préférable que le type de données soit marqué comme TOASTable (voir Section 65.2, « TOAST »). Vous devez le faire même si les données sont trop petites pour être compressées ou stockées en externe car TOAST peut aussi gagner de la place sur des petites données en réduisant la surcharge de l'en-tête.

Pour supporter un stockage TOAST, les fonctions C opérant sur le type de données doivent toujours faire très attention à déballer les valeurs dans le TOAST qui leur sont données par PG_DETOAST_DATUM. (Ce détail est généralement caché en définissant les macros GETARG_DATATYPE_P spécifiques au type.) Puis, lors de l'exécution de la commande **CREATE TYPE**, indiquez la longueur interne comme variable et sélectionnez certaines options de stockage spécifiques autres que plain.

Si l'alignement n'est pas important (soit seulement pour une fonction spécifique soit parce que le type de données spécifie un alignement par octet), alors il est possible d'éviter PG_DETOAST_DATUM. Vous pouvez utiliser PG_DETOAST_DATUM_PACKED à

la place (habituellement caché par une macro `GETARG_DATATYPE_PP`) et utiliser les macros `VARSIZE_ANY_EXHDR` et `VARDATA_ANY` pour accéder à un datum potentiellement packagé. Encore une fois, les données renvoyées par ces macros ne sont pas alignées même si la définition du type de données indique un alignement. Si l'alignement est important pour vous, vous devez passer par l'interface habituelle, `PG_DETOAST_DATUM`.



Note

Un ancien code déclare fréquemment `v1_len_` comme un champ de type `int32` au lieu de `char[4]`. C'est correct tant que la définition de la structure a d'autres champs qui ont au moins un alignement `int32`. Mais il est dangereux d'utiliser une telle définition de structure en travaillant avec un datum potentiellement mal aligné ; le compilateur peut le prendre comme une indication pour supposer que le datum est en fait aligné, ceci amenant des « core dump » sur des architectures qui sont strictes sur l'alignement.

Une autre fonctionnalité, activée par le support des TOAST est la possibilité d'avoir une représentation des données *étendue* en mémoire qui est plus agréable à utiliser que le format enregistré sur disque. Le format de stockage varlena standard ou plat (« flat ») est en fait juste un ensemble d'octets ; par exemple, il ne peut pas contenir de pointeurs car il pourrait être copié à d'autres emplacements en mémoire. Pour les types de données complexes, le format plat pourrait être assez coûteux à utiliser, donc PostgreSQL™ fournit une façon d'« étendre » le format plat en une représentation qui est plus confortable à utiliser, puis passe ce format en mémoire entre les fonctions du type de données.

Pour utiliser le stockage étendu, un type de données doit fournir un format étendu qui suit les règles données dans `src/include/utils/expandeddatum.h`, et fournir des fonctions pour « étendre » une valeur varlena plate en un format étendu et « aplatiser » un format étendu en une représentation varlena standard. Puis s'assurer que toutes les fonctions C pour le type de données puissent accepter chaque représentation, si possible en convertissant l'une en l'autre immédiatement à réception. Ceci ne nécessite pas de corriger les fonctions existantes pour le type de données car la macro standard `PG_DETOAST_DATUM` est définie pour convertir les entrées étendues dans le format plat standard. De ce fait, les fonctions existantes qui fonctionnent avec le format varlena plat continueront de fonctionner, bien que moins efficacement, avec des entrées étendues ; elles n'ont pas besoin d'être converties jusqu'à ou à moins que d'avoir de meilleures performances soit important.

Les fonctions C qui savent comment fonctionner avec une représentation étendue tombent typiquement dans deux catégories : celles qui savent seulement gérer le format étendu et celles qui peuvent gérer les deux formats. Les premières sont plus simples à écrire mais peuvent être moins performantes car la conversion d'une entrée à plat vers sa forme étendue par une seule fonction pourrait coûter plus que ce qui est gagné par le format étendu. Lorsque seul le format étendu est géré, la conversion des entrées à plat vers le format étendu peut être cachée à l'intérieur d'une macro de récupération des arguments, pour que la fonction n'apparaisse pas plus complexe qu'une fonction travaillant avec le format varlena standard. Pour gérer les deux types d'entrée, écrire une fonction de récupération des arguments qui peut enlever du toast les entrées varlena externes, à court en-tête et compressées, mais qui n'étend pas les entrées. Une telle fonction peut être définie comme renvoyant un pointeur vers une union du fichier varlena à plat et du format étendu. Ils peuvent utiliser la macro `VARATT_IS_EXPANDED_HEADER()` pour déterminer le format reçu.

L'infrastructure TOAST permet non seulement de distinguer les valeurs varlena standard des valeurs étendues, mais aussi de distinguer les pointeurs « read-write » et « read-only » vers les valeurs étendues. Les fonctions C qui ont seulement besoin d'examiner une valeur étendue ou qui vont seulement la changer d'une façon sûre et non visible sémantiquement, doivent ne pas faire attention au type de pointeur qu'elles ont reçus. Les fonctions C qui produisent une version modifiée d'une valeur en entrée sont autorisées à modifier une valeur étendue en entrée directement si elles reçoivent un pointeur `read-only` ; dans ce cas, elles doivent tout d'abord copier la valeur pour produire la nouvelle valeur à modifier. Une fonction C qui a construit une nouvelle valeur étendue devrait toujours renvoyer un pointeur `read-write` vers ce dernier. De plus, une fonction C qui modifie une valeur étendue en `read-write` devrait faire attention à laisser la valeur dans un état propre s'il échoue en chemin.

Pour des exemples de code sur des valeurs étendues, voir l'infrastructure sur les tableaux standards, tout particulièrement `src/backend/utils/adt/array_expanded.c`.

36.12. Opérateurs définis par l'utilisateur

chaque opérateur est un « sucre syntaxique » pour l'appel d'une fonction sous-jacente qui effectue le véritable travail ; aussi devez-vous en premier lieu créer cette fonction avant de pouvoir créer l'opérateur. Toutefois, un opérateur n'est pas *simplement* un « sucre syntaxique » car il apporte des informations supplémentaires qui aident le planificateur de requête à optimiser les requêtes utilisées par l'opérateur. La prochaine section est consacrée à l'explication de ces informations additionnelles.

PostgreSQL™ accepte les opérateurs unaire gauche, unaire droit et binaire. Les opérateurs peuvent être surchargés ; c'est-à-dire que le même nom d'opérateur peut être utilisé pour différents opérateurs à condition qu'ils aient des nombres et des types différents d'opérandes. Quand une requête est exécutée, le système détermine l'opérateur à appeler en fonction du nombre et des types d'opérandes fournis.

Voici un exemple de création d'opérateur pour l'addition de deux nombres complexes. Nous supposons avoir déjà créé la défini-

tion du type complex (voir la Section 36.11, « Types utilisateur »). premièrement, nous avons besoin d'une fonction qui fasse le travail, ensuite nous pouvons définir l'opérateur :

```
CREATE FUNCTION complex_add(complex, complex)
RETURNS complex
AS 'filename', 'complex_add'
LANGUAGE C;

CREATE OPERATOR + ( leftarg = complex, rightarg = complex, procedure =
complex_add, commutator = + );
```

Maintenant nous pouvons exécuter la requête comme ceci :

```
SELECT (a + b) AS c FROM test_complex;

c
-----
(5.2,6.05)
(133.42,144.95)
```

Nous avons montré comment créer un opérateur binaire. Pour créer des opérateurs unaires, il suffit d'omettre un des `leftarg` (pour un opérateur unaire gauche) ou `rightarg` (pour un opérateur unaire droit). La clause `procedure` et les clauses argument sont les seuls éléments requis dans la commande `create operator`. la clause `commutator` montrée dans l'exemple est une indication optionnelle pour l'optimiseur de requête. Des détails supplémentaires sur la clause `commutator` et d'autres compléments d'optimisation sont donnés dans la prochaine section.

36.13. Informations sur l'optimisation d'un opérateur

Une définition d'opérateur PostgreSQL™ peut inclure plusieurs clauses optionnelles qui donnent au système des informations utiles sur le comportement de l'opérateur. Ces clauses devraient être fournies chaque fois que c'est utile car elles peuvent considérablement accélérer l'exécution des requêtes utilisant cet opérateur. Mais si vous le faites, vous devez être sûr de leur justesse ! L'usage incorrect d'une clause d'optimisation peut être la cause de requêtes lentes, des sorties subtilement fausses ou d'autres effets pervers. Vous pouvez toujours abandonner une clause d'optimisation si vous n'êtes pas sûr d'elle ; la seule conséquence est un possible ralentissement des requêtes.

Des clauses additionnelles d'optimisation pourront être ajoutées dans les futures versions de postgresql™. celles décrites ici sont toutes celles que cette version comprend.

36.13.1. COMMUTATOR

Si elle est fournie, la clause `commutator` désigne un opérateur qui est le commutateur de l'opérateur en cours de définition. Nous disons qu'un opérateur A est le commutateur de l'opérateur B si $(x A y)$ est égal à $(y B x)$ pour toute valeur possible de x, y. Notez que B est aussi le commutateur de A. Par exemple, les opérateurs < et > pour un type particulier de données sont habituellement des commutateurs l'un pour l'autre, et l'opérateur + est habituellement commutatif avec lui-même. Mais l'opérateur - n'est habituellement commutatif avec rien.

Le type de l'opérande gauche d'un opérateur commuté est le même que l'opérande droit de son commutateur, et vice versa. Aussi postgresql™ n'a besoin que du nom de l'opérateur commutateur pour consulter le commutateur, et c'est tout ce qui doit être fourni à la clause `commutator`.

Vous avez juste à définir un opérateur auto-commutateur. Mais les choses sont un peu plus compliquées quand vous définissez une paire de commutateurs : comment peut-on définir la référence du premier au second alors que ce dernier n'est pas encore défini ? Il y a deux solutions à ce problème :

- Une façon d'opérer est d'ommettre la clause `commutator` dans le premier opérateur que vous définissez et ensuite d'en insérer une dans la définition du second opérateur. Puisque postgresql™ sait que les opérateurs commutatifs vont par paire, quand il voit la seconde définition, il retourne instantanément remplir la clause `commutator` manquante dans la première définition.
- L'autre façon, plus directe, est de simplement inclure les clauses `commutator` dans les deux définitions. quand postgresql™ traite la première définition et réalise que la clause `commutator` se réfère à un opérateur inexistant, le système va créer une entrée provisoire pour cet opérateur dans le catalogue système. Cette entrée sera pourvue seulement de données valides pour le nom de l'opérateur, les types d'opérande droit et gauche et le type du résultat, puisque c'est tout ce que postgresql™ peut déduire à ce point. la première entrée du catalogue pour l'opérateur sera liée à cette entrée provisoire. Plus tard, quand vous définirez le second opérateur, le système mettra à jour l'entrée provisoire avec les informations additionnelles fournies par la seconde définition. Si vous essayez d'utiliser l'opérateur provisoire avant qu'il ne soit complété, vous aurez juste un message

d'erreur.

36.13.2. NEGATOR

La clause `negator` dénomme un opérateur qui est l'opérateur de négation de l'opérateur en cours de définition. Nous disons qu'un opérateur A est l'opérateur de négation de l'opérateur B si tous les deux renvoient des résultats booléens et si $(x \text{ A } y)$ est égal à $\text{NOT } (x \text{ B } y)$ pour toutes les entrées possibles x, y. Notez que B est aussi l'opérateur de négation de A. Par exemple, `<` et `>=` forment une paire d'opérateurs de négation pour la plupart des types de données. Un opérateur ne peut jamais être validé comme son propre opérateur de négation.

Au contraire des commutateurs, une paire d'opérateurs unaires peut être validée comme une paire d'opérateurs de négation réciproques ; ce qui signifie que $(A \text{ x})$ est égal à $\text{NOT } (B \text{ x})$ pour tout x ou l'équivalent pour les opérateurs unaires à droite.

L'opérateur de négation d'un opérateur doit avoir les mêmes types d'opérandes gauche et/ou droit que l'opérateur à définir comme avec `commutator`, seul le nom de l'opérateur doit être donné dans la clause `negator`.

Définir un opérateur de négation est très utile pour l'optimiseur de requêtes car il permet de simplifier des expressions telles que `not (x = y)` en `x <> y`. Ceci arrive souvent parce que les opérations `not` peuvent être insérées à la suite d'autres réarrangements.

Des paires d'opérateurs de négation peuvent être définies en utilisant la même méthode que pour les commutateurs.

36.13.3. RESTRICT

La clause `restrict`, si elle est invoquée, nomme une fonction d'estimation de sélectivité de restriction pour cet opérateur (notez que c'est un nom de fonction, et non pas un nom d'opérateur). Les clauses `restrict` n'ont de sens que pour les opérateurs binaires qui renvoient un type boolean. Un estimateur de sélectivité de restriction repose sur l'idée de prévoir quelle fraction des lignes dans une table satisfera une condition de clause `where` de la forme :

`colonne OP constante`

pour l'opérateur courant et une valeur constante particulière. Ceci aide l'optimiseur en lui donnant une idée du nombre de lignes qui sera éliminé par les clauses `where` qui ont cette forme (vous pouvez vous demander, qu'arrivera-t-il si la constante est à gauche ? hé bien, c'est une des choses à laquelle sert le `commutator`...).

L'écriture de nouvelles fonctions d'estimation de restriction de sélectivité est éloignée des objectifs de ce chapitre mais, heureusement, vous pouvez habituellement utiliser un des estimateurs standards du système pour beaucoup de vos propres opérateurs. Voici les estimateurs standards de restriction :

```
eqsel pour =
neqsel pour <>
scalarltsel pour < ou <=
scalarmgtsel pour > ou >=
```

Ces catégories peuvent sembler un peu curieuses mais cela prend un sens si vous y réfléchissez. `=` acceptera typiquement une petite fraction des lignes d'une table ; `<>` rejetttera typiquement seulement une petite fraction des lignes de la table. `<` acceptera une fraction des lignes en fonction de la situation de la constante donnée dans la gamme de valeurs de la colonne pour cette table (ce qui est justement l'information collectée par la commande `analyze` et rendue disponible pour l'estimateur de sélectivité). `<=` acceptera une fraction légèrement plus grande que `<` pour la même constante de comparaison mais elles sont assez proches pour ne pas valoir la peine d'être distinguées puisque nous ne risquons pas de toute façon de faire mieux qu'une grossière estimation. La même remarque s'applique à `>` et `>=`.

Vous pouvez fréquemment vous en sortir à bon compte en utilisant soit `eqsel` ou `neqsel` pour des opérateurs qui ont une très grande ou une très faible sélectivité, même s'ils ne sont pas réellement égalité ou inégalité. Par exemple, les opérateurs géométriques d'égalité approchée utilisent `eqsel` en supposant habituellement qu'ils ne correspondent qu'à une petite fraction des entrées dans une table.

Vous pouvez utiliser `scalarltsel` et `scalarmgtsel` pour des comparaisons de types de données qui possèdent un moyen de conversion en scalaires numériques pour les comparaisons de rang. Si possible, ajoutez le type de données à ceux acceptés par la fonction `convert_to_scalar()` dans `src/backend/utils/adt/sefunc.c` (finalement, cette fonction devrait être remplacée par des fonctions pour chaque type de données identifié grâce à une colonne du catalogue système `pg_type` ; mais cela n'a pas encore été fait). Si vous ne faites pas cela, les choses fonctionneront mais les estimations de l'optimiseur ne seront pas aussi bonnes qu'elles pourraient l'être.

D'autres fonctions d'estimation de sélectivité conçues pour les opérateurs géométriques sont placées dans `src/backend/utils/adt/geo_sefunc.c` : `areasel`, `positionsel` et `contsel`. Lors de cette rédaction, ce sont seulement des fragments mais vous pouvez vouloir les utiliser (ou mieux les améliorer).

36.13.4. JOIN

La clause `join`, si elle est invoquée, nomme une fonction d'estimation de sélectivité de jointure pour l'opérateur (notez que c'est un nom de fonction, et non pas un nom d'opérateur). Les clauses `join` n'ont de sens que pour les opérateurs binaires qui renvoient un type boolean. Un estimateur de sélectivité de jointure repose sur l'idée de prévoir quelle fraction des lignes dans une paire de tables satisfera une condition de clause `where` de la forme :

```
table1.colonne1 OP table2.colonne2
```

pour l'opérateur courant. Comme pour la clause `restrict`, ceci aide considérablement l'optimiseur en lui indiquant parmi plusieurs séquences de jointure possibles laquelle prendra vraisemblablement le moins de travail.

Comme précédemment, ce chapitre n'essaiera pas d'expliquer comment écrire une fonction d'estimation de sélectivité de jointure mais suggérera simplement d'utiliser un des estimateurs standard s'il est applicable :

```
eqjoinsel pour =
neqjoinsel pour <>
scalarltjoinsel pour < ou <=
scalarmgtjoinsel pour > ou >=
areajoinsel pour des comparaisons basées sur une aire 2d
positionjoinsel pour des comparaisons basées sur une position 2d
contjoinsel pour des comparaisons basées sur un appartenance 2d
```

36.13.5. HASHES

La clause `hashes` indique au système qu'il est permis d'utiliser la méthode de jointure-découpage pour une jointure basée sur cet opérateur. `hashes` n'a de sens que pour un opérateur binaire qui renvoie un `boolean` et en pratique l'opérateur égalité doit représenter l'égalité pour certains types de données ou paire de type de données.

La jointure-découpage repose sur l'hypothèse que l'opérateur de jointure peut seulement renvoyer la valeur vrai pour des paires de valeurs droite et gauche qui correspondent au même code de découpage. Si deux valeurs sont placées dans deux différents paquets (« buckets »), la jointure ne pourra jamais les comparer avec la supposition implicite que le résultat de l'opérateur de jointure doit être faux. Ainsi, il n'y a aucun sens à spécifier `hashes` pour des opérateurs qui ne représentent pas une certaine forme d'égalité. Dans la plupart des cas, il est seulement pratique de supporter le hachage pour les opérateurs qui prennent le même type de données sur chaque côté. Néanmoins, quelque fois, il est possible de concevoir des fonctions de hachage compatibles pour deux type de données, voire plus ; c'est-à-dire pour les fonctions qui généreront les mêmes codes de hachage pour des valeurs égales même si elles ont des représentations différentes. Par exemple, il est assez simple d'arranger cette propriété lors du hachage d'entiers de largeurs différentes.

Pour être marqué `hashes`, l'opérateur de jointure doit apparaître dans une famille d'opérateurs d'index de découpage. Ceci n'est pas rendu obligatoire quand vous créez l'opérateur, puisque évidemment la classe référençant l'opérateur peut ne pas encore exister. Mais les tentatives d'utilisation de l'opérateur dans les jointure-découpage échoueront à l'exécution si une telle famille d'opérateur n'existe pas. Le système a besoin de la famille d'opérateur pour définir la fonction de découpage spécifique au type de données d'entrée de l'opérateur. Bien sûr, vous devez également créer des fonctions de découpage appropriées avant de pouvoir créer la famille d'opérateur.

On doit apporter une grande attention à la préparation des fonctions de découpage parce qu'il y a des processus dépendants de la machine qui peuvent ne pas faire les choses correctement. Par exemple, si votre type de données est une structure dans laquelle peuvent se trouver des bits de remplissage sans intérêt, vous ne pouvez pas simplement passer la structure complète à la fonction `hash_any` (à moins d'écrire vos autres opérateurs et fonctions de façon à s'assurer que les bits inutilisés sont toujours zéro, ce qui est la stratégie recommandée). Un autre exemple est fourni sur les machines qui respectent le standard de virgule-flottante ieee, le zéro négatif et le zéro positif sont des valeurs différentes (les motifs de bit sont différents) mais ils sont définis pour être égaux. Si une valeur flottante peut contenir un zéro négatif, alors une étape supplémentaire est nécessaire pour s'assurer qu'elle génère la même valeur de découpage qu'un zéro positif.

Un opérateur joignable par hachage doit avoir un commutateur (lui-même si les types de données des deux opérandes sont identiques, ou un opérateur d'égalité relatif dans le cas contraire) qui apparaît dans la même famille d'opérateur. Si ce n'est pas le cas, des erreurs du planificateur pourraient apparaître quand l'opérateur est utilisé. De plus, une bonne idée (mais pas obligatoire) est qu'une famille d'opérateur de hachage supporte les types de données multiples pour fournir des opérateurs d'égalité pour chaque combinaison des types de données ; cela permet une meilleure optimisation.



Note

La fonction sous-jacente à un opérateur de jointure-découpage doit être marquée immuable ou stable. Si elle est volatile, le système n'essaiera jamais d'utiliser l'opérateur pour une jointure hachage.



Note

Si un opérateur de jointure-hachage a une fonction sous-jacente marquée stricte, la fonction doit également être complète : cela signifie qu'elle doit renvoyer TRUE ou FALSE, jamais NULL, pour n'importe quelle double entrée non NULL. Si cette règle n'est pas respectée, l'optimisation de découpage des opérations `in` peut générer des résultats faux (spécifiquement, `in` devrait renvoyer false quand la réponse correcte devrait être NULL ; ou bien il devrait renvoyer une erreur indiquant qu'il ne s'attendait pas à un résultat NULL).

36.13.6. MERGES

La clause `merges`, si elle est présente, indique au système qu'il est permis d'utiliser la méthode de jointure-union pour une jointure basée sur cet opérateur. `merges` n'a de sens que pour un opérateur binaire qui renvoie un boolean et, en pratique, cet opérateur doit représenter l'égalité pour des types de données ou des paires de types de données.

La jointure-union est fondée sur le principe d'ordonner les tables gauche et droite et ensuite de les comparer en parallèle. Ainsi, les deux types de données doivent être capable d'être pleinement ordonnées, et l'opérateur de jointure doit pouvoir réussir seulement pour des paires de valeurs tombant à la « même place » dans l'ordre de tri. En pratique, cela signifie que l'opérateur de jointure doit se comporter comme l'opérateur égalité. Mais il est possible de faire une jointure-union sur deux types de données distincts tant qu'ils sont logiquement compatibles. Par exemple, l'opérateur d'égalité smallint-contre-integer est susceptible d'opérer une jointure-union. Nous avons seulement besoin d'opérateurs de tri qui organisent les deux types de données en séquences logiquement comparables.

Pour être marqué MERGES, l'opérateur de jointure doit apparaître en tant que membre d'égalité d'une famille opérateur d'index `btree`. Ceci n'est pas forcément vrai quand vous créez l'opérateur puisque, bien sûr, la famille d'opérateur référente n'existe pas encore. Mais l'opérateur ne sera pas utilisé pour les jointures de fusion sauf si une famille d'opérateur correspondante est trouvée. L'option MERGES agit en fait comme une aide pour le planificateur lui indiquant qu'il est intéressant de chercher une famille d'opérateur correspondant.

Un opérateur joignable par fusion doit avoir un commutateur (lui-même si les types de données des deux opérateurs sont identiques, ou un opérateur d'égalité en relation dans le cas contraire) qui apparaît dans la même famille d'opérateur. Si ce n'est pas le cas, des erreurs du planificateur pourraient apparaître quand l'opérateur est utilisé. De plus, une bonne idée (mais pas obligatoire) est qu'une famille d'opérateur de hachage supporte les types de données multiples pour fournir des opérateurs d'égalité pour chaque combinaison des types de données ; cela permet une meilleure optimisation.



Note

La fonction sous-jacente à un opérateur de jointure-union doit être marquée immuable ou stable. Si elle est volatile, le système n'essaiera jamais d'utiliser l'opérateur pour une jointure union.

36.14. Interfacer des extensions d'index

Les procédures décrites jusqu'à maintenant permettent de définir de nouveaux types, de nouvelles fonctions et de nouveaux opérateurs. Néanmoins, nous ne pouvons pas encore définir un index sur une colonne d'un nouveau type de données. Pour cela, nous devons définir une *classe d'opérateur* pour le nouveau type de données. Plus loin dans cette section, nous illustrerons ce concept avec un exemple : une nouvelle classe d'opérateur pour la méthode d'indexation B-tree qui enregistre et trie des nombres complexes dans l'ordre ascendant des valeurs absolues.

Les classes d'opérateur peuvent être groupées en *familles d'opérateur* pour afficher les relations entre classes compatibles sémantiquement. Quand un seul type de données est impliqué, une classe d'opérateur est suffisant, donc nous allons nous fixer sur ce cas en premier puis retourner aux familles d'opérateur.

36.14.1. Méthodes d'indexation et classes d'opérateurs

La table `pg_am` contient une ligne pour chaque méthode d'indexation (connue en interne comme méthode d'accès). Le support pour l'accès normal aux tables est implémenté dans PostgreSQL™ mais toutes les méthodes d'index sont décrites dans `pg_am`. Il est possible d'ajouter une nouvelle méthode d'accès aux index en écrivant le code nécessaire et en ajoutant ensuite une ligne dans la table `pg_am` -- mais ceci est au-delà du sujet de ce chapitre (voir le Chapitre 59, Définition de l'interface des méthodes d'accès aux index).

Les routines pour une méthode d'indexation n'ont pas à connaître directement les types de données sur lesquels opère la méthode d'indexation. Au lieu de cela, une *classe d'opérateur* identifie l'ensemble d'opérations que la méthode d'indexation doit utiliser pour fonctionner avec un type particulier de données. Les classes d'opérateurs sont ainsi dénommées parce qu'une de leur tâche est de spécifier l'ensemble des opérateurs de la clause `WHERE` utilisables avec un index (c'est-à-dire, qui peuvent être requalifiés en

balayage d'index). Une classe d'opérateur peut également spécifier des *procédures d'appui*, nécessaires pour les opérations internes de la méthode d'indexation mais sans correspondance directe avec un quelconque opérateur de clause WHERE pouvant être utilisé avec l'index.

Il est possible de définir plusieurs classes d'opérateurs pour le même type de données et la même méthode d'indexation. Ainsi, de multiples ensembles de sémantiques d'indexation peuvent être définis pour un seul type de données. Par exemple, un index B-tree exige qu'un tri ordonné soit défini pour chaque type de données auquel il peut s'appliquer. Il peut être utile pour un type de donnée de nombre complexe de disposer d'une classe d'opérateur B-tree qui trie les données selon la valeur absolue complexe, une autre selon la partie réelle, etc. Typiquement, une des classes d'opérateur sera considérée comme plus utile et sera marquée comme l'opérateur par défaut pour ce type de données et cette méthode d'indexation.

Le même nom de classe d'opérateur peut être utilisé pour plusieurs méthodes d'indexation différentes (par exemple, les méthodes d'index B-tree et hash ont toutes les deux des classes d'opérateur nommées `int4_ops`) mais chacune de ces classes est une entité indépendante et doit être définie séparément.

36.14.2. Stratégies des méthode d'indexation

Les opérateurs associés à une classe d'opérateur sont identifiés par des « numéros de stratégie », servant à identifier la sémantique de chaque opérateur dans le contexte de sa classe d'opérateur. Par exemple, les B-trees imposent un classement strict selon les clés, du plus petit au plus grand. Ainsi, des opérateurs comme « plus petit que » et « plus grand que » sont intéressants pour un B-tree. Comme PostgreSQL™ permet à l'utilisateur de définir des opérateurs, PostgreSQL™ ne peut pas rechercher le nom d'un opérateur (par exemple, `<` ou `=`) et rapporter de quelle comparaison il s'agit. Au lieu de cela, la méthode d'indexation définit un ensemble de « stratégies », qui peuvent être comprises comme des opérateurs généralisés. Chaque classe d'opérateur spécifie l'opérateur effectif correspondant à chaque stratégie pour un type de donnée particulier et pour une interprétation de la sémantique d'index.

La méthode d'indexation B-tree définit cinq stratégies, qui sont exposées dans le Tableau 36.2, « Stratégies B-tree ».

Tableau 36.2. Stratégies B-tree

Opération	Numéro de stratégie
plus petit que	1
plus petit ou égal	2
égal	3
plus grand ou égal	4
plus grand que	5

Les index de découpage permettent seulement des comparaisons d'égalité et utilisent ainsi une seule stratégie exposée dans le Tableau 36.3, « Stratégies de découpage ».

Tableau 36.3. Stratégies de découpage

Opération	Numéro de stratégie
égal à	1

Les index GiST sont plus flexibles : ils n'ont pas du tout un ensemble fixe de stratégies. À la place, la routine de support de « cohérence » de chaque classe d'opérateur GiST interprète les numéros de stratégie comme elle l'entend. Comme exemple, plusieurs des classes d'opérateurs GiST indexe les objets géométriques à deux dimensions fournissant les stratégies « R-tree » affichées dans Tableau 36.4, « Stratégies « R-tree » pour GiST à deux dimensions ». Quatre d'entre elles sont des vrais tests à deux dimensions (surcharge, identique, contient, contenu par) ; quatre autres considèrent seulement la direction X ; et les quatre dernières fournissent les mêmes tests dans la direction Y.

Tableau 36.4. Stratégies « R-tree » pour GiST à deux dimensions

Opération	Numéro de stratégie
strictement à gauche de	1
ne s'étend pas à droite de	2
surcharge	3
ne s'étend pas à gauche de	4

Opération	Numéro de stratégie
strictement à droite de	5
identique	6
contient	7
contenu par	8
ne s'étend pas au dessus	9
strictement en dessous	10
strictement au dessus	11
ne s'étend pas en dessous	12

Les index SP-GiST sont similaires aux index GiST en flexibilité : ils n'ont pas un ensemble fixe de stratégie. À la place, les routines de support de chaque classe d'opérateur interprètent les numéros de stratégie suivant la définition du classe d'opérateur. Comme exemple, les numéros des stratégies utilisés par les classes d'opérateur sur des points sont affichés dans Tableau 36.5, « Stratégies point SP-GiST ».

Tableau 36.5. Stratégies point SP-GiST

Opération	Numéro de stratégie
strictement à gauche	1
strictement à droite	5
identique	6
contenu par	8
strictement en dessous	10
strictement au dessus	11

Les index GIN sont similaires aux index GiST et SP-GiST, dans le fait qu'ils n'ont pas d'ensemble fixé de stratégies. À la place, les routines support de chaque opérateur de classe interprètent les numéros de stratégie suivant la définition de la classe d'opérateur. Comme exemple, les numéros de stratégie utilisés par les classes d'opérateurs internes pour les tableaux sont affichés dans Tableau 36.6, « Stratégies des tableaux GIN ».

Tableau 36.6. Stratégies des tableaux GIN

Opération	Numéro de stratégie
surcharge	1
contient	2
est contenu par	3
identique	4

Les index BRIN sont similaires aux index GiST, SP-GiST et GIN dans le fait qu'ils n'ont pas un ensemble fixe de stratégies. À la place, les routines de support de chaque classe d'opérateur interprètent les numéros de stratégie suivant la définition de la classe d'opérateur. Par exemple, les numéros de stratégie utilisés par les classes d'opérateur Minmax sont indiqués dans Tableau 36.7, « Stratégies MinMax pour BRIN ».

Tableau 36.7. Stratégies MinMax pour BRIN

Opération	Numéro de stratégie
inférieur	1
inférieur ou égal	2
égal	3
supérieur ou égal	4
supérieur	5

Notez que tous les opérateurs ci-dessus renvoient des valeurs de type booléen. Dans la pratique, tous les opérateurs définis comme index method search operators doivent renvoyer un type boolean puisqu'ils doivent apparaître au plus haut niveau d'une clause WHERE pour être utilisés avec un index. (Some index access methods also support *ordering operators*, which typically don't return Boolean values; that feature is discussed in Section 36.14.7, « Ordering Operators ».)

36.14.3. Routines d'appui des méthodes d'indexation

Généralement, les stratégies n'apportent pas assez d'informations au système pour indiquer comment utiliser un index. Dans la pratique, les méthodes d'indexation demandent des routines d'appui additionnelles pour fonctionner. Par exemple, les méthodes d'index B-tree doivent être capables de comparer deux clés et de déterminer laquelle est supérieure, égale ou inférieure à l'autre. De la même façon, la méthode d'indexation hash doit être capable de calculer les codes de hachage pour les valeurs de clés. Ces opérations ne correspondent pas à des opérateurs utilisés dans les commandes SQL ; ce sont des routines administratives utilisées en interne par des méthodes d'index.

Comme pour les stratégies, la classe d'opérateur énumère les fonctions spécifiques et le rôle qu'elles doivent jouer pour un type de donnée donné et une interprétation sémantique donnée. La méthode d'indexation définit l'ensemble des fonctions dont elle a besoin et la classe d'opérateur identifie les fonctions exactes à utiliser en les assignant aux « numéros de fonction d'appui » spécifiés par la méthode d'indexage.

Les B-trees demandent une seule fonction d'appui, et en autorisent une seconde fournie en option par l'auteur de la classe d'opérateur, et exposée dans le Tableau 36.8, « Fonctions d'appui de B-tree ».

Tableau 36.8. Fonctions d'appui de B-tree

Fonction	Numéro d'appui
Comparer deux clés et renvoyer un entier inférieur à zéro, zéro ou supérieur à zéro indiquant si la première clé est inférieure, égale ou supérieure à la deuxième.	1
Renvoyer les adresses des fonctions de support de tri, appellables en C, comme documenté dans <code>utils/sort-support.h</code> (optionnel)	2

Les index de découpage requièrent une fonction d'appui exposée dans le Tableau 36.9, « Fonctions d'appui pour découpage ».

Tableau 36.9. Fonctions d'appui pour découpage

Fonction	Numéro d'appui
Calculer la valeur de découpage pour une clé	1

Les index GiST ont neuf fonctions d'appui, dont deux facultatives, exposées dans le Tableau 36.10, « Fonctions d'appui pour GiST ». (Pour plus d'informations, voir Chapitre 61, Index GiST.)

Tableau 36.10. Fonctions d'appui pour GiST

Fonction	Description	Numéro d'appui
consistent	détermine si la clé satisfait le qualifiant de la requête (variante Booléenne) (facultatif si la fonction d'appui 6 est présente)	1
union	calcule l'union d'un ensemble de clés	2
compress	calcule une représentation compressée d'une clé ou d'une valeur à indexer	3
decompress	calcule une représentation décompressée d'une clé compressée	4
penalty	calcule la pénalité pour l'insertion d'une nouvelle clé dans un sous-arbre avec la clé du sous-arbre indiqué	5
picksplit	détermine les entrées d'une page qui sont à déplacer vers la nouvelle page et calcule	6

Fonction	Description	Numéro d'appui
	les clés d'union pour les pages résultantes	
equal	compare deux clés et renvoie true si elles sont identiques	7
distance	détermine la distance de la clé à la valeur de la requête (optionnel)	8
fetch	calcule la représentation originale d'une clé compressée pour les parcours d'index seul (optionnel)	9

Les index SP-GiST requièrent cinq fonctions de support, comme indiquées dans Tableau 36.11, « Fonctions de support SP-GiST ». (Pour plus d'informations, voir Chapitre 62, Index SP-GiST.)

Tableau 36.11. Fonctions de support SP-GiST

Fonction	Description	Numéro de support
config	fournit des informations basiques sur la classe d'opérateur	1
choose	détermine comment insérer une nouvelle valeur dans une ligne interne	2
picksplit	détermine comment partitionner un ensemble de valeurs	3
inner_consistent	détermine la sous-partition à rechercher pour une requête	4
leaf_consistent	détermine si la clé satisfait le qualificateur de la requête	5
triConsistent	détermine si la valeur satisfait le qualificateur de la requête (variante ternaire) (facultatif si la fonction de support 4 est présente)	6

Les index GIN ont six fonctions d'appui, dont trois optionnelles, exposées dans le Tableau 36.12, « Fonctions d'appui GIN ». (Pour plus d'informations, voir Chapitre 63, Index GIN.)

Tableau 36.12. Fonctions d'appui GIN

Fonction	Description
compare	Compare deux clés et renvoie un entier plus petit que zéro, zéro ou plus grand que zéro, indiquant si la première clé est plus petit, égal à ou plus grand que la seconde.
extractValue	Extrait les clés à partir d'une condition de requête
extractQuery	Extrait les clés à partir d'une condition de requête
consistent	Détermine la valeur correspondant à la condition de requête
comparePartial	compare la clé partielle de la requête et la clé de l'index, et renvoie un entier négatif, nul ou positif, indiquant si GIN doit ignorer cette entrée d'index, traiter l'entrée comme une correspondance ou arrêter le parcours d'index (optional)

Les index BRIN ont quatre fonctions de support basiques, comme indiqué dans Tableau 36.13, « Fonctions de support BRIN » ; ces fonctions basiques peuvent nécessiter des fonctions de support supplémentaires. (Pour plus d'informations, voir Section 64.3, « Extensibilité ».)

Tableau 36.13. Fonctions de support BRIN

Fonction	Description	Numéro de support
opcInfo	renvoie des informations internes décrivant les données de résumé des colonnes indexées	1
add_value	ajoute une nouvelle valeur à un enregistrement d'index existant	2
consistent	détermine si la valeur correspond à une condition de la requête	3
union	calcule l'union de deux enregistrements résumés	4

Contrairement aux opérateurs de recherche, les fonctions d'appui renvoient le type de donnée, quelqu'il soit, que la méthode d'indexation particulière attend, par exemple, dans le cas de la fonction de comparaison des B-trees, un entier signé. Le nombre et le type des arguments pour chaque fonction de support peuvent dépendre de la méthode d'indexage. Pour les index B-tree et de hachage, les fonctions de support pour la comparaison et le hachage prennent les mêmes types de données en entrée que les opérateurs inclus dans la classe d'opérateur, mais ce n'est pas le cas pour la plupart des fonctions de support GiST, SP-GiST, GIN et BRIN.

36.14.4. Exemple

Maintenant que nous avons vu les idées, voici l'exemple promis de création d'une nouvelle classe d'opérateur. Cette classe d'opérateur encapsule les opérateurs qui trient les nombres complexes selon l'ordre de la valeur absolue, aussi avons-nous choisi le nom de `complex_abs_ops`. En premier lieu, nous avons besoin d'un ensemble d'opérateurs. La procédure pour définir des opérateurs a été discutée dans la Section 36.12, « Opérateurs définis par l'utilisateur ». Pour une classe d'opérateur sur les B-trees, nous avons besoin des opérateurs :

- valeur absolue less-than (stratégie 1) ;
- valeur absolue less-than-or-equal (stratégie 2) ;
- valeur absolue equal (stratégie 3) ;
- valeur absolue greater-than-or-equal (stratégie 4) ;
- valeur absolue greater-than (stratégie 5) ;

Le plus simple moyen de définir un ensemble d'opérateurs de comparaison est d'écrire en premier la fonction de comparaison B-tree, puis d'écrire les autres fonctions en tant que wrapper de la fonction de support. Ceci réduit les risques de résultats incohérents pour les cas spécifiques. En suivant cette approche, nous devons tout d'abord écrire :

```
#define Mag(c) ((c)->x*(c)->x + (c)->y*(c)->y)

static int
complex_abs_cmp_internal(Complex *a, Complex *b)
{
    double amag = Mag(a),
           bmag = Mag(b);

    if (amag < bmag)
        return -1;
    if (amag > bmag)
        return 1;
    return 0;
}
```

Maintenant, la fonction plus-petit-que ressemble à ceci :

```
PG_FUNCTION_INFO_V1(complex_abs_lt);

Datum
complex_abs_lt(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    Complex *a = (Complex *) PG_GETARG_POINTER(0);
    Complex *b = (Complex *) PG_GETARG_POINTER(1);

    PG_RETURN_BOOL(complex_abs_cmp_internal(a, b) < 0);
}
```

Les quatre autres fonctions diffèrent seulement sur la façon dont ils comparent le résultat de la fonction interne au zéro.

Maintenant, déclarons en SQL les fonctions et les opérateurs basés sur ces fonctions :

```
CREATE FUNCTION complex_abs_lt(complex, complex) RETURNS bool
  AS 'nom_fichier', 'complex_abs_lt'
  LANGUAGE C IMMUTABLE STRICT;

CREATE OPERATOR < (
    leftarg = complex, rightarg = complex, procedure = complex_abs_lt,
    commutator = > , negator = >= ,
    restrict = scalarltsel, join = scalarltjoinsel
);
```

Il est important de spécifier les fonctions de sélectivité de restriction et de jointure, sinon l'optimiseur sera incapable de faire un usage effectif de l'index. Notez que les cas 'less-than', 'equal' et 'greater-than' doivent utiliser des fonctions différentes de sélectivité.

Voici d'autres choses importantes à noter :

- Il ne peut y avoir qu'un seul opérateur nommé, disons, = et acceptant un type complex pour ses deux opérandes. Dans le cas présent, nous n'avons aucun autre opérateur = pour complex mais, si nous construisons un type de donnée fonctionnel, nous aurions certainement désiré que = soit l'opération ordinaire d'égalité pour les nombres complexes (et non pour l'égalité de leurs valeurs absolues). Dans ce cas, nous aurions eu besoin d'utiliser un autre nom d'opérateur pour notre fonction `complex_abs_eq`.
- Bien que PostgreSQL™ puisse se débrouiller avec des fonctions ayant le même nom SQL, tant qu'elles ont en argument des types de données différents, en C il ne peut exister qu'une fonction globale pour un nom donné. Aussi ne devons-nous pas donner un nom simple comme `abs_eq`. Habituellement, inclure le nom du type de données dans le nom de la fonction C est une bonne habitude pour ne pas provoquer de conflit avec des fonctions pour d'autres types de donnée.
- Nous aurions pu faire de `abs_eq` le nom SQL de la fonction, en laissant à PostgreSQL™ le soin de la distinguer de toute autre fonction SQL de même nom par les types de données en argument. Pour la simplicité de l'exemple, nous donnerons à la fonction le même nom au niveau de C et au niveau de SQL.

La prochaine étape est l'enregistrement de la routine d'appui nécessaire pour les B-trees. Le code exemple C qui implémente ceci est dans le même fichier qui contient les fonctions d'opérateur. Voici comment déclarer la fonction :

```
CREATE FUNCTION complex_abs_cmp(complex, complex)
  RETURNS integer
  AS 'filename'
  LANGUAGE C;
```

Maintenant que nous avons les opérateurs requis et la routine d'appui, nous pouvons enfin créer la classe d'opérateur.

```
CREATE OPERATOR CLASS complex_abs_ops
  DEFAULT FOR TYPE complex USING btree AS
    OPERATOR      1      < ,
    OPERATOR      2      <= ,
    OPERATOR      3      = ,
    OPERATOR      4      >= ,
    OPERATOR      5      > ,
    FUNCTION      1      complex_abs_cmp(complex, complex);
```

Et c'est fait ! Il devrait être possible maintenant de créer et d'utiliser les index B-tree sur les colonnes complex.

Nous aurions pu écrire les entrées de l'opérateur de façon plus explicite comme dans :

OPERATOR	1	< (complex, complex) ,
----------	---	------------------------

mais il n'y a pas besoin de faire ainsi quand les opérateurs prennent le même type de donnée que celui pour lequel la classe d'opérateur a été définie.

Les exemples ci-dessus supposent que vous voulez que cette nouvelle classe d'opérateur soit la classe d'opérateur B-tree par défaut pour le type de donnée complex. Si vous ne voulez pas, supprimez simplement le mot `DEFAULT`.

36.14.5. Classes et familles d'opérateur

Jusqu'à maintenant, nous avons supposé implicitement qu'une classe d'opérateur s'occupe d'un seul type de données. Bien qu'il ne peut y avoir qu'un seul type de données dans une colonne d'index particulière, il est souvent utile d'indexer les opérations qui comparent une colonne indexée à une valeur d'un type de données différent. De plus, s'il est intéressant d'utiliser un opérateur inter-type en connexion avec une classe d'opérateur, souvent cet autre type de donnée a sa propre classe d'opérateur. Rendre explicite les connexions entre classes en relation est d'une grande aide pour que le planificateur optimise les requêtes SQL (tout particulièrement pour les classes d'opérateur B-tree car le planificateur sait bien comme les utiliser).

Pour gérer ces besoins, PostgreSQL™ utilise le concept d'une *famille d'opérateur*. Une famille d'opérateur contient une ou plusieurs classes d'opérateur et peut aussi contenir des opérateurs indexables et les fonctions de support correspondantes appartenant à la famille entière mais pas à une classe particulière de la famille. Nous disons que ces opérateurs et fonctions sont « lâches » à l'intérieur de la famille, en opposition à être lié à une classe spécifique. Typiquement, chaque classe d'opérateur contient des opérateurs de types de données simples alors que les opérateurs inter-type sont lâches dans la famille.

Tous les opérateurs et fonctions d'une famille d'opérateurs doivent avoir une sémantique compatible où les pré-requis de la compatibilité sont dictés par la méthode indexage. Du coup, vous pouvez vous demander la raison pour s'embarrasser de distinguer les sous-ensembles de la famille en tant que classes d'opérateur. En fait, dans beaucoup de cas, les divisions en classe sont inutiles et la famille est le seul groupe intéressant. La raison de la définition de classes d'opérateurs est qu'ils spécifient à quel point la famille est nécessaire pour supporter un index particulier. S'il existe un index utilisant une classe d'opérateur, alors cette classe d'opérateur ne peut pas être supprimée sans supprimer l'index -- mais les autres parties de la famille d'opérateurs, donc les autres classes et les opérateurs lâches, peuvent être supprimées. Du coup, une classe d'opérateur doit être indiquée pour contenir l'ensemble minimum d'opérateurs et de fonctions qui sont raisonnablement nécessaire pour travailler avec un index sur un type de données spécifique, et ensuite les opérateurs en relation mais peuvent être ajoutés en tant que membres lâches de la famille d'opérateur.

Comme exemple, PostgreSQL™ a une famille d'opérateur B-tree interne `integer_ops`, qui inclut les classes d'opérateurs `int8_ops`, `int4_ops` et `int2_ops` pour les index sur les colonnes `bigint` (`int8`), `integer` (`int4`) et `smallint` (`int2`) respectivement. La famille contient aussi des opérateurs de comparaison inter-type permettant la comparaison de deux de ces types, pour qu'un index parmi ces types puisse être parcouru en utilisant une valeur de comparaison d'un autre type. La famille peut être dupliqué par ces définitions :

```

CREATE OPERATOR FAMILY integer_ops USING btree;

CREATE OPERATOR CLASS int8_ops
DEFAULT FOR TYPE int8 USING btree FAMILY integer_ops AS
-- comparaisons int8 standard
OPERATOR 1 < ,
OPERATOR 2 <= ,
OPERATOR 3 = ,
OPERATOR 4 >= ,
OPERATOR 5 > ,
FUNCTION 1 btint8cmp(int8, int8) ,
FUNCTION 2 btint8sortsupport(internal) ;

CREATE OPERATOR CLASS int4_ops
DEFAULT FOR TYPE int4 USING btree FAMILY integer_ops AS
-- comparaisons int4 standard
OPERATOR 1 < ,
OPERATOR 2 <= ,
OPERATOR 3 = ,
OPERATOR 4 >= ,
OPERATOR 5 > ,
FUNCTION 1 btint4cmp(int4, int4) ,
FUNCTION 2 btint4sortsupport(internal) ;

CREATE OPERATOR CLASS int2_ops
DEFAULT FOR TYPE int2 USING btree FAMILY integer_ops AS
-- comparaisons int2 standard
OPERATOR 1 < ,
OPERATOR 2 <= ,
OPERATOR 3 = ,
OPERATOR 4 >= ,
OPERATOR 5 > ,
FUNCTION 1 btint2cmp(int2, int2) ,
FUNCTION 2 btint2sortsupport(internal) ;

ALTER OPERATOR FAMILY integer_ops USING btree ADD

```

```
-- comparaisons inter-types int8 vs int2
OPERATOR 1 < (int8, int2) ,
OPERATOR 2 <= (int8, int2) ,
OPERATOR 3 = (int8, int2) ,
OPERATOR 4 >= (int8, int2) ,
OPERATOR 5 > (int8, int2) ,
FUNCTION 1 btint82cmp(int8, int2) ,

-- comparaisons inter-types int8 vs int4
OPERATOR 1 < (int8, int4) ,
OPERATOR 2 <= (int8, int4) ,
OPERATOR 3 = (int8, int4) ,
OPERATOR 4 >= (int8, int4) ,
OPERATOR 5 > (int8, int4) ,
FUNCTION 1 btint84cmp(int8, int4) ,

-- comparaisons inter-types int4 vs int2
OPERATOR 1 < (int4, int2) ,
OPERATOR 2 <= (int4, int2) ,
OPERATOR 3 = (int4, int2) ,
OPERATOR 4 >= (int4, int2) ,
OPERATOR 5 > (int4, int2) ,
FUNCTION 1 btint42cmp(int4, int2) ,

-- comparaisons inter-types int4 vs int8
OPERATOR 1 < (int4, int8) ,
OPERATOR 2 <= (int4, int8) ,
OPERATOR 3 = (int4, int8) ,
OPERATOR 4 >= (int4, int8) ,
OPERATOR 5 > (int4, int8) ,
FUNCTION 1 btint48cmp(int4, int8) ,

-- comparaisons inter-types int2 vs int8
OPERATOR 1 < (int2, int8) ,
OPERATOR 2 <= (int2, int8) ,
OPERATOR 3 = (int2, int8) ,
OPERATOR 4 >= (int2, int8) ,
OPERATOR 5 > (int2, int8) ,
FUNCTION 1 btint28cmp(int2, int8) ,

-- comparaisons inter-types int2 vs int4
OPERATOR 1 < (int2, int4) ,
OPERATOR 2 <= (int2, int4) ,
OPERATOR 3 = (int2, int4) ,
OPERATOR 4 >= (int2, int4) ,
OPERATOR 5 > (int2, int4) ,
FUNCTION 1 btint24cmp(int2, int4) ;
```

Notez que cette définition « surcharge » la stratégie de l'opérateur et les numéros de fonction support : chaque numéro survient plusieurs fois dans la famille. Ceci est autorisé aussi longtemps que chaque instance d'un numéro particulier a des types de données distincts en entrée. Les instances qui ont les deux types en entrée égalent au type en entrée de la classe d'opérateur sont les opérateurs primaires et les fonctions de support pour cette classe d'opérateur et, dans la plupart des cas, doivent être déclarées comme membre de la classe d'opérateur plutôt qu'en tant que membres lâches de la famille.

Dans une famille d'opérateur B-tree, tous les opérateurs de la famille doivent trier de façon compatible, ceci signifiant que les lois transitives tiennent parmi tous les types de données supportés par la famille : « if $A = B$ and $B = C$, then $A = C$ » et « if $A < B$ and $B < C$, then $A < C$ ». De plus, les conversions avec coercion implicite ou binaire entre types représentés dans la famille d'opérateur ne doit pas changer l'ordre de tri associé. Pour chaque opérateur de la famille, il doit y avoir une fonction de support pour les deux mêmes types de données en entrée que celui de l'opérateur. Il est recommandé qu'une famille soit complète, c'est-à-dire que pour chaque combinaison de types de données, tous les opérateurs sont inclus. Chaque classe d'opérateur doit juste inclure les opérateurs non inter-types et les fonctions de support pour ce type de données.

Pour construire une famille d'opérateurs de hachage pour plusieurs types de données, des fonctions de support de hachage compatibles doivent être créées pour chaque type de données supporté par la famille. Ici, compatibilité signifie que les fonctions sont garanties de renvoyer le même code de hachage pour toutes les paires de valeurs qui sont considérées égales par les opérateurs d'égalité de la famille, même quand les valeurs sont de type différent. Ceci est habituellement difficile à accomplir quand les types ont différentes représentations physiques, mais cela peut se faire dans la plupart des cas. De plus, convertir une valeur à partir d'un type de données représenté dans la famille d'opérateur vers un autre type de données aussi représenté dans la famille d'opérateur via une coercion implicite ou binaire ne doit pas changer la valeur calculée du hachage. Notez qu'il y a seulement une fonction de

support par type de données, pas une par opérateur d'égalité. Il est recommandé qu'une famille soit terminée, c'est-à-dire fournit un opérateur d'égalité pour chaque combinaison de types de données. Chaque classe d'opérateur doit inclure l'opérateur d'égalité non inter-type et la fonction de support pour ce type de données.

Les index GIN, SP-GiST et GiST n'ont pas de notion explicite d'opérations inter-types. L'ensemble des opérateurs supportés est simplement ce que les fonctions de support primaire peuvent supporter pour un opérateur donné.

Dans BRIN, les pré-requis dépendent de l'ensemble de travail fourni par les classes d'opérateur. Pour les classes basées sur min-max, le comportement requis est le même que pour les familles d'opérateur B-tree : tous les opérateurs d'une famille doivent avoir un tri compatible, et les conversions ne doivent pas changer l'ordre de tri associé.



Note

Avant PostgreSQL™ 8.3, le concept des familles d'opérateurs n'existe pas. Donc, tous les opérateurs inter-type dont le but était d'être utilisés avec un index étaient liés directement à la classe d'opérateur de l'index. Bien que cette approche fonctionne toujours, elle est obsolète car elle rend trop importantes les dépendances de l'index et parce que le planificateur peut gérer des comparaisons inter-type avec plus d'efficacité que quand les types de données ont des opérateurs dans la même famille d'opérateur.

36.14.6. Dépendances du système pour les classes d'opérateur

PostgreSQL™ utilise les classes d'opérateur pour inférer les propriétés des opérateurs de plusieurs autres façons que le seul usage avec les index. Donc, vous pouvez créer des classes d'opérateur même si vous n'avez pas l'intention d'indexer une quelconque colonne de votre type de donnée.

En particulier, il existe des caractéristiques de SQL telles que ORDER BY et DISTINCT qui requièrent la comparaison et le tri des valeurs. Pour implémenter ces caractéristiques sur un type de donnée défini par l'utilisateur, PostgreSQL™ recherche la classe d'opérateur B-tree par défaut pour le type de donnée. Le membre « equals » de cette classe d'opérateur définit pour le système la notion d'égalité des valeurs pour GROUP BY et DISTINCT, et le tri ordonné imposé par la classe d'opérateur définit le ORDER BY par défaut.

La comparaison des tableaux de types définis par l'utilisateur repose sur les sémantiques définies par la classe d'opérateur B-tree par défaut.

S'il n'y a pas de classe d'opérateur B-tree par défaut pour le type de donnée, le système cherchera une classe d'opérateur de découpage. Mais puisque cette classe d'opérateur ne fournit que l'égalité, c'est en pratique seulement suffisant pour établir l'égalité de tableau.

Quand il n'y a pas de classe d'opérateur par défaut pour un type de donnée, vous obtenez des erreurs telles que « could not identify an ordering operator » si vous essayez d'utiliser ces caractéristiques SQL avec le type de donnée.



Note

Dans les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 7.4, les opérations de tri et de groupement utilisaient implicitement les opérateurs nommés =, < et >. Le nouveau comportement qui repose sur les classes d'opérateurs par défaut évite d'avoir à faire une quelconque supposition sur le comportement des opérateurs avec des noms particuliers.

Un autre point important est qu'un opérateur apparaissant dans une famille d'opérateur de hachage est un candidat pour les jointures de hachage, les agrégations de hachage et les optimisations relatives. La famille d'opérateur de hachage est essentiel ici car elle identifie le(s) fonction(s) de hachage à utiliser.

36.14.7. Ordering Operators

Some index access methods (currently, only GiST) support the concept of *ordering operators*. What we have been discussing so far are *search operators*. A search operator is one for which the index can be searched to find all rows satisfying WHERE *indexed_column operator constant*. Note that nothing is promised about the order in which the matching rows will be returned. In contrast, an ordering operator does not restrict the set of rows that can be returned, but instead determines their order. An ordering operator is one for which the index can be scanned to return rows in the order represented by ORDER BY *indexed_column operator constant*. The reason for defining ordering operators that way is that it supports nearest-neighbor searches, if the operator is one that measures distance. For example, a query like

```
SELECT * FROM places ORDER BY location <-> point '(101,456)' LIMIT 10;
```

finds the ten places closest to a given target point. A GiST index on the location column can do this efficiently because $<->$ is an ordering operator.

While search operators have to return Boolean results, ordering operators usually return some other type, such as float or numeric for distances. This type is normally not the same as the data type being indexed. To avoid hard-wiring assumptions about the behavior of different data types, the definition of an ordering operator is required to name a B-tree operator family that specifies the sort ordering of the result data type. As was stated in the previous section, B-tree operator families define PostgreSQL™'s notion of ordering, so this is a natural representation. Since the point $<->$ operator returns float8, it could be specified in an operator class creation command like this:

```
OPERATOR 15      <-> (point, point) FOR ORDER BY float_ops
```

where `float_ops` is the built-in operator family that includes operations on `float8`. This declaration states that the index is able to return rows in order of increasing values of the $<->$ operator.

36.14.8. Caractéristiques spéciales des classes d'opérateur

Il y a deux caractéristiques spéciales des classes d'opérateur dont nous n'avons pas encore parlées, essentiellement parce qu'elles ne sont pas utiles avec les méthodes d'index les plus communément utilisées.

Normalement, déclarer un opérateur comme membre d'une classe ou d'une famille d'opérateur signifie que la méthode d'indexation peut retrouver exactement l'ensemble de lignes qui satisfait la condition `WHERE` utilisant cet opérateur. Par exemple :

```
SELECT * FROM table WHERE colonne_entier < 4;
```

peut être accompli exactement par un index B-tree sur la colonne entière. Mais il y a des cas où un index est utile comme un guide inexact vers la colonne correspondante. Par exemple, si un index GiST enregistre seulement les rectangles limite des objets géométriques, alors il ne peut pas exactement satisfaire une condition `WHERE` qui teste le chevauchement entre des objets non rectangulaires comme des polygones. Cependant, nous pourrions utiliser l'index pour trouver des objets dont les rectangles limites chevauchent les limites de l'objet cible. Dans ce cas, l'index est dit être à perte pour l'opérateur. Les recherches par index à perte sont implémentées en ayant une méthode d'indexage qui renvoie un drapeau `recheck` quand une ligne pourrait ou non satisfaire la condition de la requête. Le système principal testera ensuite la condition originale de la requête sur la ligne récupérée pour s'assurer que la correspondance est réelle. Cette approche fonctionne si l'index garantit de renvoyer toutes les lignes requises, ainsi que quelques lignes supplémentaires qui pourront être éliminées par la vérification. Les méthodes d'indexage qui supportent les recherches à perte (actuellement GiST, SP-GiST et GIN) permettent aux fonctions de support des classes individuelles d'opérateurs de lever le drapeau `recheck`, et donc c'est essentiellement une fonctionnalité pour les classes d'opérateur.

Considérons à nouveau la situation où nous gardons seulement dans l'index le rectangle délimitant un objet complexe comme un polygone. Dans ce cas, il n'est pas très intéressant de conserver le polygone entier dans l'index - nous pouvons aussi bien conserver seulement un objet simple du type `box`. Cette situation est exprimée par l'option `STORAGE` dans la commande **CREATE OPERATOR CLASS** : nous aurons à écrire quelque chose comme :

```
CREATE OPERATOR CLASS polygon_ops
    DEFAULT FOR TYPE polygon USING gist AS
    ...
    STORAGE box;
```

Actuellement, seule les méthodes d'indexation GiST, GIN et BRIN supportent un type `STORAGE` qui soit différent du type de donnée de la colonne. Les routines d'appui de GiST pour la compression (`compress`) et la décompression (`decompress`) doivent s'occuper de la conversion du type de donnée quand `STORAGE` est utilisé. Avec GIN, le type `STORAGE` identifie le type des valeurs « `key` », qui est normalement différent du type de la colonne indexée -- par exemple, une classe d'opérateur pour des colonnes de tableaux d'entiers pourrait avoir des clés qui sont seulement des entiers. Les routines de support GIN `extractValue` et `extractQuery` sont responsables de l'extraction des clés à partir des valeurs indexées. BRIN est similaire à GIN : le type `STORAGE` identifie le type de valeurs résumées stockées, et les procédures de support des classes d'opérateur sont responsables de l'interprétation correcte des valeurs résumées.

36.15. Empaqueter des objets dans une extension

Les extensions utiles à PostgreSQL™ contiennent généralement plusieurs objets SQL. Par exemple, un nouveau type de données va nécessiter de nouvelles fonctions, de nouveaux opérateurs et probablement de nouvelles méthodes d'indexation. Il peut être utile de les grouper en un unique paquetage pour simplifier la gestion des bases de données. Avec PostgreSQL™, ces paquetages sont appelés *extension*. Pour créer une extension, vous avez besoin au minimum d'un *fichier de script* qui contient les commandes SQL permettant de créer ses objets, et un *fichier de contrôle* qui rapporte quelques propriétés de base de cette extension. Si cette

extension inclut du code C, elle sera aussi généralement accompagnée d'une bibliothèque dans lequel le code C aura été compilé. Une fois ces fichiers en votre possession, un simple appel à la commande `CREATE EXTENSION(7)` vous permettra de charger ses objets dans la base de données.

Le principal avantage des extensions n'est toutefois pas de pouvoir de charger une grande quantité d'objets dans votre base de données. Les extensions permettent en effet surtout à PostgreSQL™ de comprendre que ces objets sont liés par cette extension. Vous pouvez par exemple supprimer tous ces objets avec une simple commande `DROP EXTENSION(7)`. Il n'est ainsi pas nécessaire de maintenir un script de « désinstallation ». Plus utile encore, l'outil `pg_dump` saura reconnaître les objets appartenant à une extension et, plutôt que de les extraire individuellement, ajoutera simplement une commande `CREATE EXTENSION` à la sauvegarde. Ce mécanisme simplifie aussi la migration à une nouvelle version de l'extension qui peut contenir de nouveaux objets ou des objets différents de la version d'origine. Notez bien toutefois qu'il est nécessaire de disposer des fichiers de contrôles, de script, et autres pour permettre la restauration d'une telle sauvegarde dans une nouvelle base de donnée.

PostgreSQL™ ne permet pas de supprimer de manière individuelle les objets d'une extension sans supprimer l'extension tout entière. Aussi, bien que vous ayez la possibilité de modifier la définition d'un objet inclus dans une extension (par exemple via la commande `CREATE OR REPLACE FUNCTION` dans le cas d'une fonction), il faut garder en tête que cette modification ne sera pas sauvegardée par l'outil `pg_dump`. Une telle modification n'est en pratique raisonnable que si vous modifiez parallèlement le fichier de script de l'extension. Il existe toutefois des cas particuliers comme celui des tables qui contiennent des données de configuration (voir Section 36.15.3, « Tables de configuration des extensions ».) Dans les situations de production, il est généralement préférable de créer un script de mise à jour de l'extension pour réaliser les modifications sur les objets membres de l'extension.

Le script de l'extension peut mettre en place des droits sur les objets qui font partie de l'extension via les instructions `GRANT` et `REVOKE`. La configuration finale des droits pour chaque objet (si des droits sont à configurer) sera enregistrée dans le catalogue système `pg_init_privs`. Quand `pg_dump` est utilisé, la commande `CREATE EXTENSION` sera inclue dans la sauvegarde, suivi de la mise en place des instructions `GRANT` et `REVOKE` pour configurer les droits sur les objets, tels qu'ils étaient au moment où la sauvegarde a été faite.

PostgreSQL™ ne supporte pas l'exécution d'instructions `CREATE POLICY` et `SECURITY LABEL` par le script. Elles doivent être exécutées après la création de l'extension. Toutes les politiques RLS et les labels de sécurité placés sur les objets d'une extension seront inclus dans les sauvegardes créées par `pg_dump`.

Il existe aussi un mécanisme permettant de créer des scripts de mise à jour de la définition des objets SQL contenus dans une extension. Par exemple, si la version 1.1 d'une extension ajoute une fonction et change le corps d'une autre vis-à-vis de la version 1.0 d'origine, l'auteur de l'extension peut fournir un *script de mise à jour* qui effectue uniquement ces deux modifications. La commande `ALTER EXTENSION UPDATE` peut alors être utilisée pour appliquer ces changements et vérifier quelle version de l'extension est actuellement installée sur une base de donnée spécifiée.

Les catégories d'objets SQL qui peuvent être inclus dans une extension sont spécifiées dans la description de la commande `ALTER EXTENSION(7)`. D'une manière générale, les objets qui sont communs à l'ensemble de la base ou du cluster, comme les bases de données, les rôles, les tablespaces ne peuvent être inclus dans une extension car une extension n'est référencée qu'à l'intérieur d'une base de donnée. À noter que rien n'empêche la création de fichier de script qui crée de tels objets, mais qu'ils ne seront alors pas considérés après leur création comme faisant partie de l'extension. À savoir en outre que bien que les tables puissent être incluses dans une extension, les objets annexes tels que les index ne sont pas automatiquement inclus dans l'extension et devront être explicitement mentionnés dans les fichiers de script.

36.15.1. Fichiers des extensions

La commande `CREATE EXTENSION(7)` repose sur un fichier de contrôle associé à chaque extension. Ce fichier doit avoir le même nom que l'extension suivi du suffixe `.control`, et doit être placé dans le sous-répertoire `SHARED/extension` du répertoire d'installation. Il doit être accompagné d'au moins un fichier de script SQL dont le nom doit répondre à la syntaxe `extension--version.sql` (par exemple, `foo--1.0.sql` pour la version 1.0 de l'extension `foo`). Par défaut, les fichiers de script sont eux-aussi situés dans le répertoire `SHARED/extension`. Le fichier de contrôle peut toutefois spécifier un répertoire différent pour chaque fichier de script.

Le format du fichier de contrôle d'une extension est le même que pour le fichier `postgresql.conf`, à savoir une liste d'affectation `nom_paramètre = valeur` avec un maximum d'une affectation par ligne. Les lignes vides et les commentaires introduits par `#` sont eux-aussi autorisés. Prenez garde à placer entre guillemets les valeurs qui ne sont ni des nombres ni des mots isolés.

Un fichier de contrôle peut définir les paramètres suivants :

`directory (string)`

Le répertoire qui inclut les scripts SQL de l'extension. Si un chemin relatif est spécifié, le sous-répertoire `SHARED` du répertoire d'installation sera choisi comme base. Le comportement par défaut de ce paramètre revient à le définir tel que `directory = 'extension'`.

default_version (string)

La version par défaut de l'extension, qui sera installée si aucune version n'est spécifiée avec la commande **CREATE EXTENSION**. Ainsi, bien que ce paramètre puisse ne pas être précisé, il reste recommandé de le définir pour éviter que la commande **CREATE EXTENSION** ne provoque une erreur en l'absence de l'option **VERSION**.

comment (string)

Un commentaire de type chaîne de caractère au sujet de l'extension. Le commentaire est appliqué à la création de l'extension, mais pas pendant les mises à jour de cette extension (car cela pourrait écraser des commentaires ajoutés par l'utilisateur). Une alternative consiste à utiliser la commande **COMMENT(7)** dans le script de l'extension.

encoding (string)

L'encodage des caractères utilisé par les fichiers de script. Ce paramètre doit être spécifié si les fichiers de script contiennent des caractères non ASCII. Le comportement par défaut en l'absence de ce paramètre consiste à utiliser l'encodage de la base de donnée.

module_pathname (string)

La valeur de ce paramètre sera utilisée pour toute référence à **MODULE_PATHNAME** dans les fichiers de script. Si ce paramètre n'est pas défini, la substitution ne sera pas effectuée. La valeur `$libdir/nom_de_bibliothèque` lui est usuellement attribuée et dans ce cas, **MODULE_PATHNAME** est utilisé dans la commande **CREATE FUNCTION** concernant les fonctions en langage C, de manière à ne pas mentionner « en dur » le nom de la bibliothèque partagée.

requires (string)

Une liste de noms d'extension dont dépend cette extension, comme par exemple `requires = 'foo, bar'`. Ces extensions doivent être installées avant que l'extension puisse être installée.

superuser (boolean)

Si ce paramètre est à `true` (il s'agit de la valeur par défaut), seuls les superutilisateurs pourront créer cet extension ou la mettre à jour. Si ce paramètre est à `false`, seuls les droits nécessaires seront requis pour installer ou mettre à jour l'extension.

relocatable (boolean)

Une extension est dite « déplaçable » (*relocatable*) s'il est possible de déplacer les objets qu'elle contient dans un schéma différent de celui attribué initialement par l'extension. La valeur par défaut est à `false`, ce qui signifie que l'extension n'est pas déplaçable. Voir Section 36.15.2, « Possibilités concernant le déplacement des extensions » pour des informations complémentaires.

schema (string)

Ce paramètre ne peut être spécifié que pour les extensions non déplaçables. Il permet de forcer l'extension à charger ses objets dans le schéma spécifié et aucun autre. Le paramètre **schema** est uniquement consulté lors de la création initiale de l'extension, pas pendant ses mises à jour. Voir Section 36.15.2, « Possibilités concernant le déplacement des extensions » pour plus d'informations.

En complément au fichier de contrôle `extension.control`, une extension peut disposer de fichiers de contrôle secondaires pour chaque version dont le nommage correspond à `extension--version.control`. Ces fichiers doivent se trouver dans le répertoire des fichiers de script de l'extension. Les fichiers de contrôle secondaires suivent le même format que le fichier de contrôle principal. Tout paramètre spécifié dans un fichier de contrôle secondaire surcharge la valeur spécifiée dans le fichier de contrôle principal concernant les installations ou mises à jour à la version considérée. Cependant, il n'est pas possible de spécifier les paramètres `directory` et `default_version` dans un fichier de contrôle secondaire.

Un fichier de script SQL d'une extension peut contenir toute commande SQL, à l'exception des commandes de contrôle de transaction (**BEGIN**, **COMMIT**, etc), et des commandes qui ne peuvent être exécutées au sein d'un bloc transactionnel (comme la commande **VACUUM**). Cette contrainte est liée au fait que les fichiers de script sont implicitement exécutés dans une transaction.

Les scripts SQL d'une extension peuvent aussi contenir des lignes commençant par `\echo`, qui seront ignorées (traitées comme des commentaires) par le mécanisme d'extension. Ceci est souvent utilisé pour renvoyer une erreur si le script est passé à `psql` plutôt qu'exécuter par **CREATE EXTENSION** (voir un script d'exemple dans Section 36.15.5, « Exemples d'extensions »). Sans cela, les utilisateurs pourraient charger accidentellement le contenu de l'extension sous la forme d'objets « autonomes » plutôt que faisant partie d'une extension, ce qui est assez pénible à corriger.

Bien que les fichiers de script puissent contenir n'importe quel caractère autorisé par l'encodage spécifié, les fichiers de contrôle ne peuvent contenir que des caractères ASCII non formatés. En effet, PostgreSQL™ ne peut pas déterminer l'encodage utilisé par les fichiers de contrôle. Dans la pratique, cela ne pose problème que dans le cas où vous voudriez utiliser des caractères non ASCII dans le commentaire de l'extension. Dans ce cas de figure, il est recommandé de ne pas utiliser le paramètre `comment` du fichier de contrôle pour définir ce commentaire, mais plutôt la commande **COMMENT ON EXTENSION** dans un fichier de script.

36.15.2. Possibilités concernant le déplacement des extensions

Les utilisateurs souhaitent souvent charger les objets d'une extension dans un schéma différent de celui imposé par l'auteur. Trois niveaux de déplacement sont supportés :

- Une extension supportant complètement le déplacement peut être déplacé dans un autre schéma à tout moment, y compris après son chargement dans une base de donnée. Initialement, tous les objets de l'extension installée appartiennent à un premier schéma (excepté les objets qui n'appartiennent à aucun schéma comme les langages procéduraux). L'opération de déplacement peut alors être réalisée avec la commande **ALTER EXTENSION SET SCHEMA**, qui renomme automatiquement tous les objets de l'extension pour être intégrés dans le nouveau schéma. Le déplacement ne sera toutefois fonctionnel que si l'extension ne contient aucune référence de l'appartenance d'un de ses objets à un schéma. Dans ce cadre, il est alors possible de spécifier qu'une extension supporte complètement le déplacement en initialisant `relocatable = true` dans son fichier de contrôle.
- Une extension peut être déplaçable durant l'installation et ne plus l'être par la suite. Un exemple courant est celui du fichier de script de l'extension qui doit référencer un schéma cible de manière explicite pour des fonctions SQL, par exemple en définissant la propriété `search_path`. Pour de telles extensions, il faut définir `relocatable = false` dans son fichier de contrôle, et utiliser `@extschema@` pour référencer le schéma cible dans le fichier de script. Toutes les occurrences de cette chaîne dans le fichier de script seront remplacées par le nom du schéma choisi avant son exécution. Le nom du schéma choisi peut être fixé par l'option `SCHEMA` de la commande **CREATE EXTENSION**.
- Si l'extension ne permet pas du tout le déplacement, il faut définir `relocatable = false` dans le fichier de contrôle, mais aussi définir `schema` comme étant le nom du schéma cible. Cette précaution permettra d'empêcher l'usage de l'option `SCHEMA` de la commande **CREATE EXTENSION**, à moins que cette option ne référence la même valeur que celle spécifiée dans le fichier de contrôle. Ce choix est à priori nécessaire si l'extension contient des références à des noms de schéma qui ne peuvent être remplacés par `@extschema@`. À noter que même si son usage reste relativement limité dans ce cas de figure puisque le nom du schéma est alors fixé dans le fichier de contrôle, le mécanisme de substitution de `@extschema@` reste toujours opérationnel.

Dans tous les cas, le fichier de script sera exécuté avec comme valeur de `search_path` le schéma cible. Cela signifie que la commande **CREATE EXTENSION** réalisera l'équivalent de la commande suivante :

```
SET LOCAL search_path TO @extschema@;
```

Cela permettra aux objets du fichier de script d'être créés dans le schéma cible. Le fichier de script peut toutefois modifier la valeur de `search_path` si nécessaire, mais cela n'est généralement pas le comportement souhaité. La variable `search_path` retrouvera sa valeur initiale à la fin de l'exécution de la commande **CREATE EXTENSION**.

Le schéma cible est déterminé par le paramètre `schema` dans le fichier de contrôle s'il est précisé, sinon par l'option `SCHEMA` de la commande **CREATE EXTENSION** si elle est spécifiée, sinon par le schéma de création par défaut actuel (le premier rencontré en suivant le chemin de recherche `search_path` de l'appelant). Quand le paramètre `schema` du fichier de contrôle est utilisé, le schéma cible sera créé s'il n'existe pas encore. Dans les autres cas, il devra exister au préalable.

Si des extensions requises sont définies par `requires` dans le fichier de contrôle, leur schéma cible est ajouté à la valeur initiale de `search_path`. Cela permet à leurs objets d'être visibles dans le fichier de script de l'extension installée.

Une extension peut contenir des objets répartis dans plusieurs schémas. Il est alors conseillé de regrouper dans un unique schéma l'ensemble des objets destinés à un usage externe à l'extension, qui sera alors le schéma cible de l'extension. Une telle organisation est compatible avec la définition par défaut de `search_path` pour la création d'extensions qui en seront dépendantes.

36.15.3. Tables de configuration des extensions

Certaines extensions incluent des tables de configuration, contenant des données qui peuvent être ajoutées ou changées par l'utilisateur après l'installation de l'extension. Normalement, si la table fait partie de l'extension, ni la définition de la table, ni son contenu ne sera sauvegardé par `pg_dump`. Mais ce comportement n'est pas celui attendu pour une table de configuration. Les données modifiées par un utilisateur nécessitent d'être sauvegardées, ou l'extension aura un comportement différent après recharge-ment.

Pour résoudre ce problème, un fichier de script d'extension peut marquer une table ou une séquence comme étant une relation de configuration, ce qui indiquera à `pg_dump` d'inclure le contenu de la table ou de la séquence (et non sa définition) dans la sauvegarde. Pour cela, il s'agit d'appeler la fonction `pg_extension_config_dump(regclass, text)` après avoir créé la table ou la séquence, par exemple

```
CREATE TABLE my_config (key text, value text);
CREATE SEQUENCE my_config_seq;
```

```
SELECT pg_catalog.pg_extension_config_dump('my_config', '' );
SELECT pg_catalog.pg_extension_config_dump('my_config_seq', '' );
```

Cette fonction permet de marquer autant de tables ou de séquences que nécessaire. Les séquences associées avec des colonnes de type serial ou bigserial peuvent être marquées ainsi.

Si le second argument de `pg_extension_config_dump` est une chaîne vide, le contenu entier de la table sera sauvegardé par l'application `pg_dump`. Cela n'est correct que si la table était initialement vide après l'installation du script. Si un mélange de données initiales et de données ajoutées par l'utilisateur est présent dans la table, le second argument de `pg_extension_config_dump` permet de spécifier une condition `WHERE` qui sélectionne les données à sauvegarder. Par exemple, vous pourriez faire

```
CREATE TABLE my_config (key text, value text, standard_entry boolean);
SELECT pg_catalog.pg_extension_config_dump('my_config', 'WHERE NOT standard_entry');
```

et vous assurer que la valeur de `standard_entry` soit true uniquement lorsque les lignes ont été créées par le script de l'extension.

Pour les séquences, le deuxième argument de `pg_extension_config_dump` n'a pas d'effet.

Des situations plus compliquées, comme des données initiales qui peuvent être modifiées par l'utilisateur, peuvent être prises en charge en créant des triggers sur la table de configuration pour s'assurer que les lignes ont été marquées correctement.

Vous pouvez modifier la condition du filtre associé avec une table de configuration en appelant de nouveau `pg_extension_config_dump`. (Ceci serait typiquement utile dans un script de mise à jour d'extension.) La seule façon de marquer une table est de la dissocier de l'extension avec la commande **ALTER EXTENSION ... DROP TABLE**.

Notez que les relations de clés étrangères entre ces tables dicteront l'ordre dans lequel les tables seront sauvegardées par `pg_dump`. Plus spécifiquement, `pg_dump` tentera de sauvegarder en premier la table référencé, puis la table référente. Comme les relations de clés étrangères sont configurées lors du `CREATE EXTENSION` (avant que les données ne soient chargées dans les tables), les dépendances circulaires ne sont pas gérées. Quand des dépendances circulaires existent, les données seront toujours sauvegardées mais ne seront pas restaurables directement. Une intervention de l'utilisateur sera nécessaire.

Les séquences associées avec des colonnes de type serial ou bigserial doivent être directement marquées pour sauvegarder leur état. Marquer la relation parent n'est pas suffisant pour ça.

36.15.4. Mise à jour d'extension

Un des avantages du mécanisme d'extension est de proposer un moyen simple de gérer la mise à jour des commandes SQL qui définissent les objets de l'extension. Cela est rendu possible par l'association d'un nom ou d'un numéro de version à chaque nouvelle version du script d'installation de l'extension. En complément, si vous voulez qu'un utilisateur soit capable de mettre à jour sa base de données dynamiquement d'une version à une autre, vous pouvez fournir *des scripts de mise à jour* qui feront les modifications nécessaires. Les scripts de mise à jour ont un nom qui correspond au format `extension--oldversion--newversion.sql` (par exemple, `foo--1.0--1.1.sql` contient les commandes pour modifier la version 1.0 de l'extension `foo` en la version 1.1).

En admettant qu'un tel script de mise à jour soit disponible, la commande **ALTER EXTENSION UPDATE** mettra à jour une extension installée vers la nouvelle version spécifiée. Le script de mise à jour est exécuté dans le même environnement que celui que la commande **CREATE EXTENSION** fournit pour l'installation de scripts : en particulier, la variable `search_path` est définie de la même façon et tout nouvel objet créé par le script est automatiquement ajouté à l'extension.

Si une extension a un fichier de contrôle secondaire, les paramètres de contrôle qui sont utilisés par un script de mise à jour sont ceux définis par le script de la version cible.

Le mécanisme de mise à jour peut être utilisé pour résoudre un cas particulier important : convertir une collection éparse d'objets en une extension. Avant que le mécanisme d'extension ne soit introduit à PostgreSQL™ (dans la version 9.1), de nombreuses personnes écrivaient des modules d'extension qui créaient simplement un assortiment d'objets non empaquetés. Etant donné une base de donnée existante contenant de tels objets, comment convertir ces objets en des extensions proprement empaquetées ? Les supprimer puis exécuter la commande **CREATE EXTENSION** est une première méthode, mais elle n'est pas envisageable lorsque les objets ont des dépendances (par exemple, s'il y a des colonnes de table dont le type de données appartient à une extension). Le moyen proposé pour résoudre ce problème est de créer une extension vide, d'utiliser la commande **ALTER EXTENSION ADD** pour lier chaque objet pré-existant à l'extension, et finalement créer les nouveaux objets présents dans la nouvelle extension mais absents de celle non empaquetée. La commande **CREATE EXTENSION** prend en charge cette fonction avec son option `FROM old_version`, qui permet de ne pas charger le script d'installation par défaut pour la version ciblée, mais celui nommé `extension--old_version--target_version.sql`. Le choix de la valeur de `old_version` relève de la responsabilité de

l'auteur de l'extension, même si `unpackaged` est souvent rencontré. Il est aussi possible de multiplier les valeurs de `old_version` pour prendre en compte une mise à jour depuis différentes anciennes versions.

La commande `ALTER EXTENSION` peut exécuter des mises à jour en séquence pour réussir une mise à jour. Par exemple, si seuls les fichiers `foo--1.0--1.1.sql` et `foo--1.1--2.0.sql` sont disponibles, la commande `ALTER EXTENSION` les exécutera séquentiellement si une mise à jour vers la version 2.0 est demandée alors que la version 1.0 est installée.

PostgreSQL™ ne suppose rien au sujet des noms de version. Par exemple, il ne sait pas si 1.1 suit 1.0. Il effectue juste une correspondance entre les noms de version et suit un chemin qui nécessite d'appliquer le moins de fichier de script possible. Un nom de version peut en réalité être toute chaîne qui ne contiendrait pas -- ou qui ne commencerait ou ne finirait pas par -.

Il peut parfois être utile de fournir des scripts de retour en arrière, comme par exemple `foo--1.1--1.0.sql` pour autoriser d'inverser les modifications effectuées par la mise à jour en version 1.1. Si vous procédez ainsi, ayez conscience de la possibilité laissée à PostgreSQL™ d'exécuter un tel script de retour en arrière s'il permet d'atteindre la version cible d'une mise à jour en un nombre réduit d'étapes. La cause du risque se trouve dans les scripts de mise à jour optimisés permettant de passer plusieurs versions en un seul script. La longueur du chemin commençant par un retour en arrière suivi d'un script optimisé pourrait être inférieure à la longueur du chemin qui monterait de version une par une. Si le script de retour en arrière supprime un objet irremplaçable, les conséquences pourraient en être facheuses.

Pour vérifier que vous ne serez pas confronté à des chemins de mise à jour inattendus, utilisez cette commande :

```
SELECT * FROM pg_extension_update_paths('extension_name');
```

Cette commande permet d'afficher chaque paire de noms de version connues pour l'extension spécifiée, ainsi que le chemin de mise à jour qui serait suivi depuis la version de départ jusque la version cible, ou la valeur NULL si aucun chemin valable n'est disponible. Le chemin est affiché sous une forme textuelle avec des séparateurs --. Vous pouvez utiliser `regexp_split_to_array(path, '--')` si vous préférez le format tableau.

36.15.5. Exemples d'extensions

Ci-après, un exemple complet d'une extension écrite uniquement en SQL, un type composite de deux éléments qui peut stocker n'importe quelle valeur dans chaque emplacement, qui sont nommés « k » et « v ». Les valeurs non textuelles sont automatiquement changées en texte avant stockage.

Le fichier de script `pair--1.0.sql` ressemble à ceci:

```
-- se plaint si le script est exécuté directement dans psql, plutôt que via CREATE
EXTENSION
\echo Use "CREATE EXTENSION pair" to load this file. \quit

CREATE TYPE pair AS ( k text, v text );

CREATE OR REPLACE FUNCTION pair(anyelement, text)
RETURNS pair LANGUAGE SQL AS 'SELECT ROW($1, $2)::pair';

CREATE OR REPLACE FUNCTION pair(text, anyelement)
RETURNS pair LANGUAGE SQL AS 'SELECT ROW($1, $2)::pair';

CREATE OR REPLACE FUNCTION pair(anyelement, anyelement)
RETURNS pair LANGUAGE SQL AS 'SELECT ROW($1, $2)::pair';

CREATE OR REPLACE FUNCTION pair(text, text)
RETURNS pair LANGUAGE SQL AS 'SELECT ROW($1, $2)::pair';

CREATE OPERATOR ~> (LEFTARG = text, RIGHTARG = anyelement, PROCEDURE = pair);
CREATE OPERATOR ~> (LEFTARG = anyelement, RIGHTARG = text, PROCEDURE = pair);
CREATE OPERATOR ~> (LEFTARG = anyelement, RIGHTARG = anyelement, PROCEDURE = pair);
CREATE OPERATOR ~> (LEFTARG = text, RIGHTARG = text, PROCEDURE = pair);
```

Le fichier de contrôle `pair.control` ressemble à ceci:

```
# extension pair
comment = 'Un type de données représentant un couple clé/valeur'
default_version = '1.0'
```

```
relocatable = true
```

Si vous avez besoin d'un fichier d'installation pour installer ces deux fichiers dans le bon répertoire, vous pouvez utiliser le fichier `Makefile` qui suit :

```
EXTENSION = pair
DATA = pair--1.0.sql

PG_CONFIG = pg_config
PGXS := $(shell $(PG_CONFIG) --pgxs)
include $(PGXS)
```

Ce fichier d'installation s'appuie sur PGXS, qui est décrit dans Section 36.16, « Outils de construction d'extension ». La commande `make install` va installer les fichiers de contrôle et de script dans le répertoire adéquat tel qu'indiqué par `pg_config`.

Une fois les fichiers installés, utilisez la commande `CREATE EXTENSION(7)` pour charger les objets dans une base de données.

36.16. Outils de construction d'extension

Si vous comptez distribuer vos propres modules d'extension PostgreSQL™, la mise en œuvre d'un système de construction multi-plateforme sera réellement difficile. Cependant, PostgreSQL™ met à disposition des outils pour construire des extensions, appelés PGXS, permettant à de simples extensions d'être construites sur un serveur déjà installé. PGXS est principalement destiné aux extensions qui incluent du code C, bien qu'il puisse être utilisé aussi pour des extensions composées exclusivement de code SQL. PGXS n'a pas toutefois été conçu pour être un framework de construction universel qui pourrait construire tout logiciel s'interfaisant avec PostgreSQL™. Il automatise simplement des règles de construction communes pour des extensions simples. Pour des paquetages plus complexes, vous aurez toujours besoin d'écrire vos propres systèmes de construction.

Pour utiliser le système PGXS pour votre extension, vous devez écrire un simple makefile. Dans ce makefile, vous devez définir plusieurs variables et inclure le makefile de PGXS. Voici un exemple qui construit une extension nommée `isbn_issn`, qui consiste en une bibliothèque qui contient du code C, un fichier de contrôle d'extension, un script SQL et une documentation texte :

```
MODULES = isbn_issn
EXTENSION = isbn_issn
DATA = isbn_issn--1.0.sql
DOCS = README.isbn_issn

PG_CONFIG = pg_config
PGXS := $(shell $(PG_CONFIG) --pgxs)
include $(PGXS)
```

Les trois dernières lignes devraient toujours être les mêmes. En début de fichier, vous pouvez assigner des variables ou ajouter des règles make personnalisées.

Définissez une de ces trois variables pour spécifier ce qui est construit :

```
MODULES
    liste des bibliothèques à construire depuis les fichiers sources communs (ne pas inclure les suffixes de bibliothèques dans la liste)

MODULE_big
    Une bibliothèque à construire depuis plusieurs fichiers source (listez les fichiers objets dans la variable OBJS).
```

```
PROGRAM
    Un programme exécutable à construire (listez les fichiers objet dans la variable OBJS).
```

Les variables suivantes peuvent aussi être définies :

```
EXTENSION
    Nom(s) de l'extension ; pour chaque nom, vous devez fournir un fichier extension.control, qui sera installé dans le répertoire prefix/share/extension
```

```
MODULEDIR
    Sous-répertoire de prefix/share dans lequel les fichiers DATA et DOCS seront installés (s'il n'est pas défini, la valeur par défaut est extension si EXTENSION est défini et contrib dans le cas contraire)
```

DATA
Fichiers divers à installer dans *prefix/share/\$MODULEDIR*

DATA_built
Fichiers divers à installer dans *prefix/share/\$MODULEDIR*, qui nécessitent d'être construit au préalable

DATA_TSEARCH
Fichiers divers à installer dans *prefix/share/tsearch_data*

DOCS
Fichiers divers à installer dans *prefix/doc/\$MODULEDIR*

SCRIPTS
Fichiers de scripts (non binaires) à installer dans *prefix/bin*

SCRIPTS_built
Fichiers de script (non binaires) à installer dans *prefix/bin*, qui nécessitent d'être construit au préalable.

REGRESS
Liste de tests de regression (sans suffixe), voir plus bas

REGRESS_OPTS
Options supplémentaires à passer à pg_regress

EXTRA_CLEAN
Fichiers supplémentaire à supprimer par la commande make clean

PG_CPPFLAGS
Sera ajouté à CPPFLAGS

PG_LIBS
Sera ajouté à la ligne d'édition de lien de PROGRAM

SHLIB_LINK
Sera ajouté à la ligne d'édition de lien de MODULE_big

PG_CONFIG
Chemin vers le programme pg_config de l'installation de PostgreSQL™ pour laquelle construire la bibliothèque ou le binaire (l'utilisation de pg_config seul permet d'utiliser le premier accessible par votre PATH)

Placez ce fichier de construction comme Makefile dans le répertoire qui contient votre extension. Puis vous pouvez exécuter la commande make pour compiler, et ensuite make install pour déployer le module. Par défaut, l'extension est compilée et installée pour l'installation de PostgreSQL™ qui correspond au premier programme **pg_config** trouvé dans votre PATH. Vous pouvez utiliser une installation différente en définissant PG_CONFIG pour pointer sur le programme **pg_config** de votre choix, soit dans le fichier makefile, soit à partir de la ligne de commande de la commande make.

Vous pouvez aussi exécuter make dans un répertoire en dehors de l'arborescence des sources de votre extension, notamment si vous voulez séparer le répertoire de construction. Cette procédure est aussi appelée une construction VPATH. Voici comment :

```
mkdir build_dir
cd build_dir
make -f /path/to/extension/source/tree/Makefile
make -f /path/to/extension/source/tree/Makefile install
```

Autrement, vous pouvez configurer un répertoire pour une construction VPATH d'une façon similaire à ce qui est fait pour le code du moteur. Une façon de le faire revient à utiliser le script config/prep_buildtree. Une fois que cela est fait, vous pouvez lancer la construction en configurant la variable VPATH de make ainsi

```
make VPATH=/path/to/extension/source/tree
make VPATH=/path/to/extension/source/tree install
```

Cette procédure peut fonctionner avec une grande variété de disposition de répertoires.

Les scripts listés dans la variable REGRESS sont utilisés pour des tests de regression de votre module, qui peut être invoqué par make installcheck après avoir effectué make install. Pour que cela fonctionne, vous devez lancer le serveur PostgreSQL™ préalablement. Les fichiers de script listés dans la variable REGRESS doivent apparaître dans le sous-répertoire appelé `sql` / du répertoire de votre extension. Ces fichiers doivent avoir l'extension .sql, qui ne doit pas être inclus dans la liste RE-

GRESS du makefile. Pour chaque test, il doit aussi y avoir un fichier qui contient les résultats attendus dans un sous-répertoire nommé `expected`, avec le même nom mais l'extension `.out`. La commande `make installcheck` exécute chaque script de test avec `psql`, et compare la sortie résultante au fichier de résultat correspondant. Toute différence sera écrite dans le fichier `regression.diff`s au format `diff -c`. Notez que l'exécution d'un test qui ne dispose pas des fichiers nécessaires sera rapportée comme une erreur dans le test, donc assurez-vous que tous les fichiers nécessaires soient présents.



Astuce

Le moyen le plus simple de créer les fichiers nécessaires est de créer des fichiers vides, puis d'effectuer un jeu d'essai (qui bien sûr retournera des anomalies). Étudiez les résultats trouvés dans le répertoire `results` et copiez-les dans le répertoire `expected/` s'ils correspondent à ce que vous attendez du test correspondant.

Chapitre 37. Déclencheurs (triggers)

Ce chapitre fournit des informations générales sur l'écriture des fonctions pour déclencheur. Les fonctions pour déclencheurs peuvent être écrites dans la plupart des langages de procédure disponibles incluant PL/pgSQL (Chapitre 41, PL/pgSQL - Langage de procédures SQL), PL/Tcl (Chapitre 42, PL/Tcl - Langage de procédures Tcl), PL/Perl (Chapitre 43, PL/Perl - Langage de procédures Perl) et PL/Python (Chapitre 44, PL/Python - Langage de procédures Python). Après avoir lu ce chapitre, vous devriez consulter le chapitre sur votre langage de procédure favori pour découvrir les spécificités de l'écriture de déclencheurs dans ce langage.

Il est aussi possible d'écrire une fonction déclencheur en C, bien que la plupart des gens trouvent plus facile d'utiliser un des langages de procédure. Il est actuellement impossible d'écrire une fonction déclencheur dans le langage de fonction simple SQL.

37.1. Aperçu du comportement des déclencheurs

Un déclencheur spécifie que la base de données doit exécuter automatiquement une fonction donnée chaque fois qu'un certain type d'opération est exécuté. Les fonctions déclencheur peuvent être attachées à une table, une vue ou une table distante.

Sur des tables et tables distantes, les triggers peuvent être définies pour s'exécuter avant ou après une commande **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE**, soit une fois par ligne modifiée, soit une fois par expression SQL. Si une commande **INSERT** contient une clause **ON CONFLICT DO UPDATE**, il est possible que les effets des déclencheurs avant insertion et avant mise à jour soient tous les deux appliqués si une référence à une colonne **EXCLUDED** apparaît. Les triggers **UPDATE** peuvent en plus être configurées pour n'être déclenchés que si certaines colonnes sont mentionnées dans la clause **SET** de l'instruction **UPDATE**. Les triggers peuvent aussi se déclencher pour des instructions **TRUNCATE**. Si un événement d'un trigger intervient, la fonction du trigger est appelée au moment approprié pour gérer l'événement. Les tables distantes ne gèrent pas du tout les instructions **TRUNCATE**.

Des triggers peuvent être définies sur des vues pour exécuter des opérations à la place des commandes **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE**. Les triggers **INSTEAD OF** sont déclenchés une fois par ligne devant être modifiée dans la vue. C'est de la responsabilité de la fonction trigger de réaliser les modifications nécessaires pour que les tables de base sous-jacentes et, si approprié, de renvoyer la ligne modifiée comme elle apparaîtra dans la vue. Les triggers sur les vues peuvent aussi être définis pour s'exécuter une fois par requête SQL statement, avant ou après des opérations **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE** operations.

La fonction déclencheur doit être définie avant que le déclencheur lui-même puisse être créé. La fonction déclencheur doit être déclarée comme une fonction ne prenant aucun argument et retournant un type **trigger** (la fonction déclencheur reçoit ses entrées via une structure **TriggerData** passée spécifiquement, et non pas sous la forme d'arguments ordinaires de fonctions).

Une fois qu'une fonction déclencheur est créée, le déclencheur (trigger) est créé avec **CREATE TRIGGER**(7). La même fonction déclencheur est utilisable par plusieurs déclencheurs.

PostgreSQL™ offre des déclencheurs *par ligne* et *par instruction*. Avec un déclencheur mode ligne, la fonction du déclencheur est appelée une fois pour chaque ligne affectée par l'instruction qui a lancé le déclencheur. Au contraire, un déclencheur mode instruction n'est appelé qu'une seule fois lorsqu'une instruction appropriée est exécutée, quelque soit le nombre de lignes affectées par cette instruction. En particulier, une instruction n'affectant aucune ligne résultera toujours en l'exécution de tout déclencheur mode instruction applicable. Ces deux types sont quelque fois appellés respectivement des *déclencheurs niveau ligne* et des *déclencheurs niveau instruction*. Les triggers sur **TRUNCATE** peuvent seulement être définis au niveau instruction. Sur des vues, les triggers qui se déclenchent avant ou après peuvent être seulement définis au niveau instruction alors que les triggers qui ont un déclenchement « à la place » d'un **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE** peuvent seulement être définis au niveau ligne.

Les triggers sont aussi classifiées suivant qu'ils se déclenchent avant (*before*), après (*after*) ou à la place (*instead of*) de l'opération. Ils sont référencés respectivement comme des triggers **BEFORE**, **AFTER** et **INSTEAD OF**. Les triggers **BEFORE** au niveau requête se déclenchent avant que la requête ne commence quoi que ce soit alors que les triggers **AFTER** au niveau requête se déclenchent tout à la fin de la requête. Ces types de triggers peuvent être définis sur les tables et vues. Les triggers **BEFORE** au niveau ligne se déclenchent immédiatement avant l'opération sur une ligne particulière alors que les triggers **AFTER** au niveau ligne se déclenchent à la fin de la requête (mais avant les triggers **AFTER** au niveau requête). Ces types de triggers peuvent seulement être définis sur les tables et tables distantes. Les triggers **INSTEAD OF** au niveau ligne peuvent seulement être définis sur des vues et se déclenchent immédiatement sur chaque ligne de la vue qui est identifiée comme nécessitant cette opération.

Si une commande **INSERT** contient une clause **ON CONFLICT DO UPDATE**, il est possible que les effets de tous les déclencheurs niveau ligne **BEFORE INSERT** et **BEFORE UPDATE** puissent être tous les deux appliqués de telle sorte que leurs effets soient visibles dans la version finale de la ligne mise à jour, si une colonne **EXCLUDED** est référencée. Il n'est néanmoins pas nécessaire qu'il soit fait référence à une colonne **EXCLUDED** pour que les deux types de déclencheurs **BEFORE** s'exécutent tout de même. La possibilité d'avoir des résultats surprenants devrait être prise en compte quand il existe des déclencheurs niveau ligne **BEFORE INSERT** et **BEFORE UPDATE** qui tous les deux modifient la ligne sur le point d'être insérée ou mise à jour (ceci peut être problématique si les modifications sont plus ou moins équivalentes et si elles ne sont pas idempotente). Notez que les dé-

clencheurs **UPDATE** niveau instruction sont exécutés lorsque la clause ON CONFLICT DO UPDATE est spécifiée, quand bien même aucune ligne ne serait affectée par la commande **UPDATE** (et même si la commande **UPDATE** n'est pas exécutée). Une commande **INSERT** avec une clause ON CONFLICT DO UPDATE exécutera d'abord les déclencheurs niveau instruction BEFORE INSERT, puis les déclencheurs niveau instruction BEFORE UPDATE, suivis par les déclencheurs niveau instruction AFTER UPDATE, puis finalement les déclencheurs niveau instruction AFTER INSERT.

Les fonctions déclencheurs appelées par des déclencheurs niveau instruction devraient toujours renvoyer NULL. Les fonctions déclencheurs appelées par des déclencheurs niveau ligne peuvent renvoyer une ligne de la table (une valeur de type HeapTuple) vers l'exécuteur appelant, s'ils le veulent. Un déclencheur niveau ligne exécuté avant une opération a les choix suivants :

- Il peut retourner un pointeur NULL pour sauter l'opération pour la ligne courante. Ceci donne comme instruction à l'exécuteur de ne pas exécuter l'opération niveau ligne qui a lancé le déclencheur (l'insertion, la modification ou la suppression d'une ligne particulière de la table).
- Pour les déclencheurs **INSERT** et **UPDATE** de niveau ligne uniquement, la valeur de retour devient la ligne qui sera insérée ou remplacera la ligne en cours de mise à jour. Ceci permet à la fonction déclencheur de modifier la ligne en cours d'insertion ou de mise à jour.

Un déclencheur BEFORE niveau ligne qui ne serait pas conçu pour avoir l'un de ces comportements doit prendre garde à retourner la même ligne que celle qui lui a été passée comme nouvelle ligne (c'est-à-dire : pour des déclencheurs **INSERT** et **UPDATE** : la nouvelle (NEW) ligne ,et pour les déclencheurs **DELETE**) : l'ancienne (OLD) ligne .

Un trigger INSTEAD OF niveau ligne devrait renvoyer soit NULL pour indiquer qu'il n'a pas modifié de données des tables de base sous-jacentes de la vue, soit la ligne de la vue qui lui a été passé (la ligne NEW pour les opérations **INSERT** et **UPDATE**, ou la ligne OLD pour l'opération **DELETE**). Une valeur de retour différent de NULL est utilisée comme signal indiquant que le trigger a réalisé les modifications de données nécessaires dans la vue. Ceci causera l'incrémentation du nombre de lignes affectées par la commande. Pour les opérations **INSERT** et **UPDATE**, le trigger peut modifier la ligne NEW avant de la renvoyer. Ceci modifiera les données renvoyées par **INSERT RETURNING** ou **UPDATE RETURNING**, et est utile quand la vue n'affichera pas exactement les données fournies.

La valeur de retour est ignorée pour les déclencheurs niveau ligne lancés après une opération. Ils peuvent donc renvoyer la valeur NULL.

Si plus d'un déclencheur est défini pour le même événement sur la même relation, les déclencheurs seront lancés dans l'ordre alphabétique de leur nom. Dans le cas de déclencheurs BEFORE et INSTEAD OF, la ligne renvoyée par chaque déclencheur, qui a éventuellement été modifiée, devient l'argument du prochain déclencheur. Si un des déclencheurs BEFORE ou INSTEAD OF renvoie un pointeur NULL, l'opération est abandonnée pour cette ligne et les déclencheurs suivants ne sont pas lancés (pour cette ligne).

Une définition de trigger peut aussi spécifier une condition booléenne WHEN qui sera testée pour savoir si le trigger doit bien être déclenché. Dans les triggers de niveau ligne, la condition WHEN peut examiner l'ancienne et la nouvelle valeur des colonnes de la ligne. (les triggers de niveau instruction peuvent aussi avoir des conditions WHEN mais cette fonctionnalité est moins intéressante pour elles). Dans un trigger *avant*, la condition WHEN est évaluée juste avant l'exécution de la fonction, donc l'utilisation de WHEN n'est pas réellement différente du test de la même condition au début de la fonction trigger. Néanmoins, dans un trigger AFTER, la condition WHEN est évaluée juste avant la mise à jour de la ligne et détermine si un événement va déclencher le trigger à la fin de l'instruction. Donc, quand la condition WHEN d'un trigger AFTER ne renvoie pas true, il n'est pas nécessaire de mettre en queue un événement ou de récupérer de nouveau la ligne à la fin de l'instruction. Ceci permet une amélioration conséquente des performances pour les instructions qui modifient un grand nombre de lignes si le trigger a seulement besoin d'être exécuté que sur quelques lignes. Les triggers INSTEAD OF n'acceptent pas les conditions WHEN.

Les déclencheurs BEFORE en mode ligne sont typiquement utilisés pour vérifier ou modifier les données qui seront insérées ou mises à jour. Par exemple, un déclencheur BEFORE pourrait être utilisé pour insérer l'heure actuelle dans une colonne de type timestamp ou pour vérifier que deux éléments d'une ligne sont cohérents. Les déclencheurs AFTER en mode ligne sont pour la plupart utilisés pour propager des mises à jour vers d'autres tables ou pour réaliser des tests de cohérence avec d'autres tables. La raison de cette division du travail est qu'un déclencheur AFTER peut être certain qu'il voit la valeur finale de la ligne alors qu'un déclencheur BEFORE ne l'est pas ; il pourrait exister d'autres déclencheurs BEFORE qui seront exécutés après lui. Si vous n'avez aucune raison spéciale pour le moment du déclenchement, le cas BEFORE est plus efficace car l'information sur l'opération n'a pas besoin d'être sauvegardée jusqu'à la fin du traitement.

Si une fonction déclencheur exécute des commandes SQL, alors ces commandes peuvent lancer à leur tour des déclencheurs. On appelle ceci un déclencheur en cascade. Il n'y a pas de limitation directe du nombre de niveaux de cascade. Il est possible que les cascades causent un appel récursif du même déclencheur ; par exemple, un déclencheur **INSERT** pourrait exécuter une commande qui insère une ligne supplémentaire dans la même table, entraînant un nouveau lancement du déclencheur **INSERT**. Il est de la responsabilité du programmeur d'éviter les récursions infinies dans de tels scénarios.

Quand un déclencheur est défini, des arguments peuvent être spécifiés pour lui. L'objectif de l'inclusion d'arguments dans la définition du déclencheur est de permettre à différents déclencheurs ayant des exigences similaires d'appeler la même fonction. Par

exemple, il pourrait y avoir une fonction déclencheur généralisée qui prend comme arguments deux noms de colonnes et place l'utilisateur courant dans l'une et un horodatage dans l'autre. Correctement écrit, cette fonction déclencheur serait indépendante de la table particulière sur laquelle il se déclenche. Ainsi, la même fonction pourrait être utilisée pour des événements **INSERT** sur n'importe quelle table ayant des colonnes adéquates, pour automatiquement suivre les créations d'enregistrements dans une table de transactions par exemple. Elle pourrait aussi être utilisée pour suivre les dernières mises à jours si elle est définie comme un déclencheur **UPDATE**.

Chaque langage de programmation supportant les déclencheurs a sa propre méthode pour rendre les données en entrée disponible à la fonction du déclencheur. Cette donnée en entrée inclut le type d'événement du déclencheur (c'est-à-dire **INSERT** ou **UPDATE**) ainsi que tous les arguments listés dans **CREATE TRIGGER**. Pour un déclencheur niveau ligne, la donnée en entrée inclut aussi la ligne **NEW** pour les déclencheurs **INSERT** et **UPDATE** et/ou la ligne **OLD** pour les déclencheurs **UPDATE** et **DELETE**. Les déclencheurs niveau instruction n'ont actuellement aucun moyen pour examiner le(s) ligne(s) individuelle(s) modifiées par l'instruction.

37.2. Visibilité des modifications des données

Si vous exécutez des commandes SQL dans votre fonction SQL et que ces commandes accèdent à la table pour laquelle vous créez ce déclencheur, alors vous avez besoin de connaître les règles de visibilité des données car elles déterminent si les commandes SQL voient les modifications de données pour lesquelles est exécuté le déclencheur. En bref :

- Les déclencheurs niveau instruction suivent des règles de visibilité simples : aucune des modifications réalisées par une instruction n'est visible aux déclencheurs niveau instruction appelés avant l'instruction alors que toutes les modifications sont visibles aux déclencheurs **AFTER** niveau instruction.
- Les modifications de données (insertion, mise à jour ou suppression) lançant le déclencheur ne sont naturellement *pas* visibles aux commandes SQL exécutées dans un déclencheur **BEFORE** en mode ligne parce qu'elles ne sont pas encore survenues.
- Néanmoins, les commandes SQL exécutées par un déclencheur **BEFORE** en mode ligne *verront* les effets des modifications de données pour les lignes précédemment traitées dans la même commande externe. Ceci requiert une grande attention car l'ordre des événements de modification n'est en général pas prévisible ; une commande SQL affectant plusieurs lignes pourrait visiter les lignes dans n'importe quel ordre.
- De façon similaire, un trigger niveau ligne de type **INSTEAD OF** verra les effets des modifications de données réalisées par l'exécution des autres triggers **INSTEAD OF** dans la même commande.
- Quand un déclencheur **AFTER** en mode ligne est exécuté, toutes les modifications de données réalisées par la commande externe sont déjà terminées et sont visibles par la fonction appelée par le déclencheur.

Si votre fonction trigger est écrite dans un des langages de procédures standard, alors les instructions ci-dessus s'appliquent seulement si la fonction est déclarée **VOLATILE**. Les fonctions déclarées **STABLE** ou **IMMUTABLE** ne verront pas les modifications réalisées par la commande appelante dans tous les cas.

Il existe plus d'informations sur les règles de visibilité des données dans la Section 45.4, « Visibilité des modifications de données ». L'exemple dans la Section 37.4, « Un exemple complet de trigger » contient une démonstration de ces règles.

37.3. Écrire des fonctions déclencheurs en C

Cette section décrit les détails de bas niveau de l'interface d'une fonction déclencheur. Ces informations ne sont nécessaires que lors de l'écriture d'une fonction déclencheur en C. Si vous utilisez un langage de plus haut niveau, ces détails sont gérés pour vous. Dans la plupart des cas, vous devez considérer l'utilisation d'un langage de procédure avant d'écrire vos déclencheurs en C. La documentation de chaque langage de procédures explique comment écrire un déclencheur dans ce langage.

Les fonctions déclencheurs doivent utiliser la « version 1 » de l'interface du gestionnaire de fonctions.

Quand une fonction est appelée par le gestionnaire de déclencheur, elle ne reçoit aucun argument classique, mais un pointeur de « contexte » pointant sur une structure **TriggerData**. Les fonctions C peuvent vérifier si elles sont appelées par le gestionnaire de déclencheurs ou pas en exécutant la macro :

```
CALLED_AS_TRIGGER(fcinfo)
```

qui se décompose en :

```
((fcinfo)->context != NULL && IsA((fcinfo)->context, TriggerData))
```

Si elle retourne la valeur vraie, alors il est bon de convertir **fcinfo->context** en type **TriggerData *** et de faire usage de la structure pointée **TriggerData**. La fonction *ne* doit *pas* modifier la structure **TriggerData** ou une donnée quelconque vers la-

quelle elle pointe.

struct TriggerData est définie dans commands/trigger.h :

```
typedef struct TriggerData
{
    NodeTag      type;
    TriggerEvent tg_event;
    Relation     tg_relation;
    HeapTuple    tg_trigtuple;
    HeapTuple    tg_newtuple;
    Trigger      *tg_trigger;
    Buffer       tg_trigtuplebuf;
    Buffer       tg_newtuplebuf;
} TriggerData;
```

où les membres sont définis comme suit :

type
Toujours T_TriggerData.

tg_event
Déscrit l'événement pour lequel la fonction est appelée. Vous pouvez utiliser les macros suivantes pour examiner *tg_event* :

- TRIGGER_FIRED_BEFORE(*tg_event*)
Renvoie vrai si le déclencheur est lancé avant l'opération.
- TRIGGER_FIRED_AFTER(*tg_event*)
Renvoie vrai si le déclencheur est lancé après l'opération.
- TRIGGER_FIRED_INSTEAD(*tg_event*)
Renvoie vrai si le trigger a été lancé à la place de l'opération.
- TRIGGER_FIRED_FOR_ROW(*tg_event*)
Renvoie vrai si le déclencheur est lancé pour un événement en mode ligne.
- TRIGGER_FIRED_FOR_STATEMENT(*tg_event*)
Renvoie vrai si le déclencheur est lancé pour un événement en mode instruction.
- TRIGGER_FIRED_BY_INSERT(*tg_event*)
Retourne vrai si le déclencheur est lancé par une commande **INSERT**.
- TRIGGER_FIRED_BY_UPDATE(*tg_event*)
Retourne vrai si le déclencheur est lancé par une commande **UPDATE**.
- TRIGGER_FIRED_BY_DELETE(*tg_event*)
Retourne vrai si le déclencheur est lancé par une commande **DELETE**.
- TRIGGER_FIRED_BY_TRUNCATE(*tg_event*)
Renvoie true si le trigger a été déclenché par une commande **TRUNCATE**.

tg_relation
Un pointeur vers une structure décrivant la relation pour laquelle le déclencheur est lancé. Voir utils/reltrigger.h pour les détails de cette structure. Les choses les plus intéressantes sont *tg_relation->rd_att* (descripteur de nuplets de la relation) et *tg_relation->rd_rel->relname* (nom de la relation ; le type n'est pas char* mais NameData ; utilisez SPI_getrelname(*tg_relation*) pour obtenir un char* si vous avez besoin d'une copie du nom).

tg_trigtuple
Un pointeur vers la ligne pour laquelle le déclencheur a été lancé. Il s'agit de la ligne étant insérée, mise à jour ou effacée. Si ce déclencheur a été lancé pour une commande **INSERT** ou **DELETE**, c'est cette valeur que la fonction doit retourner si vous ne voulez pas remplacer la ligne par une ligne différente (dans le cas d'un **INSERT**) ou sauter l'opération. Dans le cas de déclencheurs sur tables distantes, les valeurs des colonnes systèmes ne sont pas spécifiées ici.

tg_newtuple
Un pointeur vers la nouvelle version de la ligne, si le déclencheur a été lancé pour un **UPDATE** et NULL si c'est pour un **INSERT** ou un **DELETE**. C'est ce que la fonction doit retourner si l'événement est un **UPDATE** et que vous ne voulez pas remplacer cette ligne par une ligne différente ou bien sauter l'opération. Dans le cas de déclencheurs sur tables distantes, les valeurs des colonnes systèmes ne sont pas spécifiées ici.

tg_trigger
Un pointeur vers une structure de type Trigger, définie dans utils/rel.h :

```

typedef struct Trigger
{
    Oid          tgoid;
    char        *tgname;
    Oid          tgfoid;
    int16        tgtype;
    char        tgenabled;
    bool         tgisinternal;
    Oid          tgconstrrelid;
    Oid          tgconstrindid;
    Oid          tgconstraint;
    bool         tgdeferrable;
    bool         tginitdeferred;
    int16        tgnargs;
    int16        tgnattr;
    int16        *tgattr;
    char        **tgargs;
    char        *tgqual;
} Trigger;

```

où *tgname* est le nom du déclencheur, *tgnargs* est le nombre d'arguments dans *tgargs* et *tgargs* est un tableau de pointeurs vers les arguments spécifiés dans l'expression contenant la commande **CREATE TRIGGER**. Les autres membres ne sont destinés qu'à un usage interne.

tg_trigtuplebuf

Le tampon contenant *tg_trigtuple* ou *InvalidBuffer* s'il n'existe pas une telle ligne ou si elle n'est pas stockée dans un tampon du disque.

tg_newtuplebuf

Le tampon contenant *tg_newtuple* ou *InvalidBuffer* s'il n'existe pas une telle ligne ou si elle n'est pas stockée dans un tampon du disque.

Une fonction déclencheur doit retourner soit un pointeur *HeapTuple* soit un pointeur *NULL* (*pas* une valeur SQL *NULL*, donc ne positionnez pas *isNull* à *true*). Faites attention de renvoyer soit un *tg_trigtuple* soit un *tg_newtuple*, comme approprié, si vous ne voulez pas changer la ligne en cours de modification.

37.4. Un exemple complet de trigger

Voici un exemple très simple de fonction déclencheur écrite en C (les exemples de déclencheurs écrits avec différents langages de procédures se trouvent dans la documentation de ceux-ci).

La fonction *trigf* indique le nombre de lignes de la table *ttest* et saute l'opération si la commande tente d'insérer une valeur *NULL* dans la colonne *x* (ainsi le déclencheur agit comme une contrainte non *NULL* mais n'annule pas la transaction).

Tout d'abord, la définition des tables :

```

CREATE TABLE ttest (
    x integer
);

```

Voici le code source de la fonction trigger :

```

#include "postgres.h"
#include "executor/spi.h"      /* nécessaire pour fonctionner avec SPI */
#include "commands/trigger.h"   /* ... les déclencheurs */
#include "utils/rel.h"          /* ... et relations */

PG_MODULE_MAGIC;

PG_FUNCTION_INFO_V1(trigf);

Datum
trigf(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    TriggerData *trigdata = (TriggerData *) fcinfo->context;
    TupleDesc  tupdesc;
    HeapTuple  rettuple;

```

```

char      *when;
bool      checkNULL = false;
bool      isNULL;
int       ret, i;

/* on s'assure que la fonction est appelée en tant que déclencheur */
if (!CALLED_AS_TRIGGER(fcinfo))
    elog(ERROR, "trigf: not called by trigger manager");

/* nuplet à retourner à l'exécuteur */
if (TRIGGER_FIRED_BY_UPDATE(trigdata->tg_event))
    rettuple = trigdata->tg_newtuple;
else
    rettuple = trigdata->tg_trigtuple;

/* vérification des valeurs NULL */
if (!TRIGGER_FIRED_BY_DELETE(trigdata->tg_event)
    && TRIGGER_FIRED_BEFORE(trigdata->tg_event))
    checkNULL = true;

if (TRIGGER_FIRED_BEFORE(trigdata->tg_event))
    when = "before";
else
    when = "after";

tupdesc = trigdata->tg_relation->rd_att;

/* connexion au gestionnaire SPI */
if ((ret = SPI_connect()) < 0)
    elog(ERROR, "trigf (fired %s): SPI_connect returned %d", when, ret);

/* obtient le nombre de lignes dans la table */
ret = SPI_exec("SELECT count(*) FROM ttest", 0);

if (ret < 0)
    elog(ERROR, "trigf (fired %s): SPI_exec returned %d", when, ret);

/* count(*) renvoie int8, prenez garde à bien convertir */
i = DatumGetInt64(SPI_getbinval(SPI_tuptable->vals[0],
                                SPI_tuptable->tupdesc,
                                1,
                                &isNULL));

elog (INFO, "trigf (fired %s): there are %d rows in ttest", when, i);

SPI_finish();

if (checkNULL)
{
    SPI_getbinval(rettuple, tupdesc, 1, &isNULL);
    if (isNULL)
        rettuple = NULL;
}

return PointerGetDatum(rettuple);
}

```

Après avoir compilé le code source (voir Section 36.9.6, « Compiler et lier des fonctions chargées dynamiquement »), déclarez la fonction et les déclencheurs :

```

CREATE FUNCTION trigf() RETURNS trigger
    AS 'nomfichier'
    LANGUAGE C;

CREATE TRIGGER tbefore BEFORE INSERT OR UPDATE OR DELETE ON ttest
    FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE trigf();

CREATE TRIGGER tafter AFTER INSERT OR UPDATE OR DELETE ON ttest
    FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE trigf();

```

À présent, testez le fonctionnement du déclencheur :

```
=> INSERT INTO ttest VALUES (NULL);
INFO: trigf (fired before): there are 0 rows in ttest
INSERT 0 0

-- Insertion supprimée et déclencheur APRES non exécuté

=> SELECT * FROM ttest;
x
---
(0 rows)

=> INSERT INTO ttest VALUES (1);
INFO: trigf (fired before): there are 0 rows in ttest
INFO: trigf (fired after ): there are 1 rows in ttest
                                         ^
                                         ^
                                         ^
                                         ^
                                         ^
                                         souvenez-vous de ce que nous avons dit sur la visibilité.

INSERT 167793 1
vac=> SELECT * FROM ttest;
x
---
1
(1 row)

=> INSERT INTO ttest SELECT x * 2 FROM ttest;
INFO: trigf (fired before): there are 1 rows in ttest
INFO: trigf (fired after ): there are 2 rows in ttest
                                         ^
                                         ^
                                         ^
                                         ^
                                         ^
                                         souvenez-vous de ce que nous avons dit sur la visibilité.

INSERT 167794 1
=> SELECT * FROM ttest;
x
---
1
2
(2 rows)

=> UPDATE ttest SET x = NULL WHERE x = 2;
INFO: trigf (fired before): there are 2 rows in ttest
UPDATE 0
=> UPDATE ttest SET x = 4 WHERE x = 2;
INFO: trigf (fired before): there are 2 rows in ttest
INFO: trigf (fired after ): there are 2 rows in ttest
UPDATE 1
vac=> SELECT * FROM ttest;
x
---
1
4
(2 rows)

=> DELETE FROM ttest;
INFO: trigf (fired before): there are 2 rows in ttest
INFO: trigf (fired before): there are 1 rows in ttest
INFO: trigf (fired after ): there are 0 rows in ttest
INFO: trigf (fired after ): there are 0 rows in ttest
                                         ^
                                         ^
                                         ^
                                         ^
                                         ^
                                         souvenez-vous de ce que nous avons dit sur la visibilité.

DELETE 2
=> SELECT * FROM ttest;
x
---
(0 rows)
```

Vous trouverez des exemples plus complexes dans `src/test/regress/regress.c` et dans `spi`.

Chapitre 38. Déclencheurs (triggers) sur évènement

Afin d'améliorer le mécanisme des triggers expliqué dans Chapitre 37, Déclencheurs (triggers), PostgreSQL™ fournit également des triggers sur évènement. À la différence des triggers normaux, qui sont attachés à une seule table et ne capturent que des évènements DML, les triggers sur évènement sont globaux sur une base en particulier et sont capables de capturer tous les évènements DDL.

Comme les triggers normaux, les triggers sur évènement peuvent être écrits dans n'importe quel langage procédural qui inclut le support des triggers sur évènement, ou en C, mais pas en pur SQL.

38.1. Aperçu du fonctionnement des triggers sur évènement

Un trigger sur évènement se déclenche chaque fois que l'évènement qui lui est associé se déclenche sur la base qui lui est définie. Pour le moment, les seuls évènements supportés sont `ddl_command_start`, `ddl_command_end`, `table_rewrite` et `sql_drop`. Le support pour des évènements additionnels pourrait être ajouté dans des versions ultérieures.

L'évènement `ddl_command_start` se déclenche juste avant l'exécution d'une commande `CREATE`, `ALTER`, `DROP`, `SECURITY LABEL`, `COMMENT`, `GRANT` ou `REVOKE`. Aucune vérification n'est effectuée sur l'existence ou non de l'objet avant de déclencher le trigger sur évènement. Attention, cet évènement ne se déclenche pas pour les commandes DDL visant les objets partagés -- bases de données, rôles, et tablespaces -- ou pour les commandes visant les triggers sur évènement eux-même. Le mécanisme de trigger sur évènement ne supporte pas ces types d'objets. `ddl_command_start` se déclenche également juste avant l'exécution d'une commande `SELECT INTO`, celle-ci étant l'équivalent de `CREATE TABLE AS`.

L'évènement `ddl_command_end` se déclenche juste après l'exécution de ces même ensembles de commandes. Pour obtenir plus de détails sur les opérations DDL qui interviennent, utilisez la fonction renvoyant un ensemble de lignes `pg_event_trigger_ddl_commands()` à partir du code du trigger répondant à l'évènement `ddl_command_end` (voir Section 9.28, « Fonctions des triggers sur les évènements »). Notez que le trigger est exécuté après les actions qui sont intervenues (mais avant les validations de transactions), aussi les catalogues systèmes qui peuvent être lus ont déjà été modifiés.

L'évènement `sql_drop` se déclenche juste avant le trigger sur évènement `ddl_command_end` pour toute opération qui supprime des objets de la base. Pour lister les objets qui ont été supprimés, utilisez la fonction renvoyant des ensembles d'objets `pg_event_trigger_dropped_objects()` depuis le code du trigger sur évènement `sql_drop` (voir Section 9.28, « Fonctions des triggers sur les évènements »). Notez que le trigger est exécuté après que les objets aient été supprimés du catalogue système, il n'est donc plus possible de les examiner.

L'évènement `table_rewrite` se déclenche juste avant qu'une table soit modifiée par certaines actions des commandes `ALTER TABLE` et `ALTER TYPE`. Il existe d'autres commandes qui permettent de modifier une table, tel que `CLUSTER` et `VACUUM`, mais l'évènement `table_rewrite` n'est pas déclenché pour eux.

Les triggers sur évènement (comme les autres fonctions) ne peuvent être exécutés dans une transaction annulée. Ainsi, si une commande DDL échoue avec une erreur, tout trigger `ddl_command_end` associé ne sera pas exécuté. Inversement, si un trigger `ddl_command_start` échoue avec une erreur, aucun autre trigger sur évènement ne se déclenchera, et aucune tentative ne sera faite pour exécuter la commande elle-même. De la même façon, si une commande `ddl_command_end` échoue avec une erreur, les effets de la commande DDL seront annulés, comme elles l'auraient été dans n'importe quel autre cas où la transaction qui la contient est annulée.

Pour une liste complète des commandes supportées par le mécanisme des triggers sur évènement, voir Section 38.2, « Matrice de déclenchement des triggers sur évènement ».

Les triggers sur évènement sont créés en utilisant la commande `CREATE EVENT TRIGGER`(7). Afin de créer un trigger sur évènement, vous devez d'abord créer une fonction avec le type de retour spécial `event_trigger`. Cette fonction n'a pas besoin (et ne devrait pas) retourner de valeur ; le type de retour sert uniquement comme signal pour que la fonction soit appelée comme un trigger sur évènement.

Si plus d'un trigger sur évènement est défini pour un évènement particulier, ils seront déclenchés par ordre alphabétique de leur nom.

Une définition de trigger peut également spécifier une condition `WHEN` pour que, par exemple, un trigger `ddl_command_start` ne soit déclenché que pour des commandes particulières que l'utilisateur souhaite intercepter. Une utilisation typique de tels triggers serait de restreindre la portée des opérations DDL que les utilisateurs peuvent exécuter.

38.2. Matrice de déclenchement des triggers sur évènement

Tableau 38.1, « Support des triggers sur évènement par commande » liste toutes les commandes pour lesquelles les triggers sur évènement sont supportés.

Tableau 38.1. Support des triggers sur évènement par commande

Commande	<code>ddl_command_start</code>	<code>ddl_command_end</code>	<code>sql_drop</code>	<code>table_rewrite</code>	Notes
ALTER AGGREGATE	X	X	-	-	
ALTER COLLATION	X	X	-	-	
ALTER CONVERSION	X	X	-	-	
ALTER DOMAIN	X	X	-	-	
ALTER EXTENSION	X	X	-	-	
ALTER FOREIGN DATA WRAPPER	X	X	-	-	
ALTER FOREIGN TABLE	X	X	X	-	
ALTER FUNCTION	X	X	-	-	
ALTER LANGUAGE	X	X	-	-	
ALTER OPERATOR	X	X	-	-	
ALTER OPERATOR CLASS	X	X	-	-	
ALTER OPERATOR FAMILY	X	X	-	-	
ALTER POLICY	X	X	-	-	
ALTER SCHEMA	X	X	-	-	
ALTER SEQUENCE	X	X	-	-	
ALTER SERVER	X	X	-	-	
ALTER TABLE	X	X	X	X	
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION	X	X	-	-	
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY	X	X	-	-	
ALTER TEXT SEARCH PARSER	X	X	-	-	
ALTER TEXT SEARCH TEMPLATE	X	X	-	-	
ALTER TRIGGER	X	X	-	-	
ALTER TYPE	X	X	-	X	
ALTER USER MAPPING	X	X	-	-	
ALTER VIEW	X	X	-	-	
CREATE AGGREGATE	X	X	-	-	
COMMENT	X	X	-	-	Seulement pour les

Commande	ddl_command_start	ddl_command_end	sql_drop	table_rewrite	Notes
					objets locaux
CREATE CAST	X	X	-	-	
CREATE COLLATION	X	X	-	-	
CREATE CONVERSION	X	X	-	-	
CREATE DOMAIN	X	X	-	-	
CREATE EXTENSION	X	X	-	-	
CREATE FOREIGN DATA WRAPPER	X	X	-	-	
CREATE FOREIGN TABLE	X	X	-	-	
CREATE FUNCTION	X	X	-	-	
CREATE INDEX	X	X	-	-	
CREATE LANGUAGE	X	X	-	-	
CREATE OPERATOR	X	X	-	-	
CREATE OPERATOR CLASS	X	X	-	-	
CREATE OPERATOR FAMILY	X	X	-	-	
CREATE POLICY	X	X	-	-	
CREATE RULE	X	X	-	-	
CREATE SCHEMA	X	X	-	-	
CREATE SEQUENCE	X	X	-	-	
CREATE SERVER	X	X	-	-	
CREATE TABLE	X	X	-	-	
CREATE TABLE AS	X	X	-	-	
CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION	X	X	-	-	
CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY	X	X	-	-	
CREATE TEXT SEARCH PARSER	X	X	-	-	
CREATE TEXT SEARCH TEMPLATE	X	X	-	-	
CREATE TRIGGER	X	X	-	-	
CREATE TYPE	X	X	-	-	
CREATE USER MAPPING	X	X	-	-	

Commande	ddl_command_start	ddl_command_end	sql_drop	table_rewrite	Notes
CREATE VIEW	X	X	-	-	
DROP AGGREGATE	X	X	X	-	
DROP CAST	X	X	X	-	
DROP COLLECTION	X	X	X	-	
DROP CONVERSATION	X	X	X	-	
DROP DOMAIN	X	X	X	-	
DROP EXTENSION	X	X	X	-	
DROP FOREIGN DATA WRAPPER	X	X	X	-	
DROP FOREIGN TABLE	X	X	X	-	
DROP FUNCTION	X	X	X	-	
DROP INDEX	X	X	X	-	
DROP LANGUAGE	X	X	X	-	
DROP OPERATOR	X	X	X	-	
DROP OPERATOR CLASS	X	X	X	-	
DROP OPERATOR FAMILY	X	X	X	-	
DROP OWNED	X	X	X	-	
DROP POLICY	X	X	X	-	
DROP RULE	X	X	X	-	
DROP SCHEMA	X	X	X	-	
DROP SEQUENCE	X	X	X	-	
DROP SERVER	X	X	X	-	
DROP TABLE	X	X	X	-	
DROP TEXT SEARCH CONFIGURATION	X	X	X	-	
DROP TEXT SEARCH DICTIONARY	X	X	X	-	
DROP TEXT SEARCH PARSER	X	X	X	-	
DROP TEXT SEARCH TEMPLATE	X	X	X	-	
DROP TRIGGER	X	X	X	-	
DROP TYPE	X	X	X	-	
DROP USER MAPPING	X	X	X	-	
DROP VIEW	X	X	X	-	
GRANT	X	X	-	-	Seulement pour les objets locaux
IMPORT FOREIGN SCHEMA	X	X	-	-	

Commande	ddl_command_start	ddl_command_end	sql_drop	table_rewrite	Notes
GRANT SCHEMA					
REVOKE	X	X	-	-	Seulement pour les objets locaux
SECURITY LABEL	X	X	-	-	Seulement pour les objets locaux
SELECT INTO	X	X	-	-	

38.3. Écrire des fonctions trigger sur événement en C

Cette section décrit les détails bas niveau de l'interface pour une fonction trigger sur événement bas niveau. Ces informations sont seulement nécessaires si vous écrivez des fonctions triggers sur événement en C. Si vous utilisez un langage de plus haut niveau, ces détails sont gérés pour vous. Dans la plupart des cas, vous devriez songer sérieusement à utiliser un langage procédural avant d'écrire vos triggers sur événement en C. La documentation de chaque langage procédurale explique comment écrire un trigger sur événement dans ce langage.

Les fonctions de trigger sur événement doivent utiliser l'interface du gestionnaire de fonctions « version 1 ».

Quand une fonction est appelée par le gestionnaire de triggers sur événement, elle ne reçoit aucun argument normal mais un pointeur « context » lui est fourni. Il pointe vers une structure de type EventTriggerData. Les fonctions C peuvent vérifier si elles ont été appelées par le gestionnaire de triggers sur événement en exécutant la macro :

```
CALLED_AS_EVENT_TRIGGER(fcinfo)
```

qui vaut en fait :

```
((fcinfo)->context != NULL && ISA((fcinfo)->context, EventTriggerData))
```

Si cela renvoie la valeur true, alors il est possible de convertir fcinfo->context vers le type EventTriggerData * et d'utiliser la structure pointée EventTriggerData. La fonction ne doit *pas* modifier la structure EventTriggerData ou toute donnée qu'elle fournit.

struct EventTriggerData est défini dans commands/event_trigger.h :

```
typedef struct EventTriggerData
{
    NodeTag      type;
    const char   *event;        /* event name */
    Node        *parsetree;    /* parse tree */
    const char   *tag;         /* command tag */
} EventTriggerData;
```

dont les membres sont définis ainsi :

type
Always T_EventTriggerData.

event
Décrit l'événement pour lequel la fonction a été appelée. Ce sera soit "ddl_command_start", soit "ddl_command_end", soit "sql_drop", soit "table_rewrite". Voir Section 38.1, « Aperçu du fonctionnement des triggers sur événement » pour la signification de ces événements.

parsetree
Un pointeur vers l'arbre d'analyse de la commande. Vérifiez le code source de PostgreSQL pour les détails. La structure de l'arbre d'analyse est sujet à modification sans notification.

tag
La balise de la commande associée avec l'événement pour lequel le trigger sur événement est exécuté, par exemple "CREATE FUNCTION".

Une fonction trigger sur événement doit renvoyer un pointeur NULL (et *pas* une valeur SQL NULL, autrement dit ne pas configurer `isNull` à true).

38.4. Un exemple complet de trigger sur événement

Voici un exemple très simple d'une fonction trigger sur événement écrite en C. (Les exemples de triggers écrits en langage procédural peuvent être trouvés dans la documentation de ces langages procéduraux.)

La fonction `nodd1` lève une exception à chaque fois qu'elle est appelée. La définition du trigger événement associe la fonction à l'événement `ddl_command_start`. L'effet est qu'aucune commande DDL (à l'exception de celles mentionnées dans Section 38.1, « Aperçu du fonctionnement des triggers sur événement ») ne peut être exécutée.

Voici le code source de la fonction trigger :

```
#include "postgres.h"
#include "commands/event_trigger.h"

PG_MODULE_MAGIC;

Datum nodd1(PG_FUNCTION_ARGS);

PG_FUNCTION_INFO_V1(nodd1);

Datum
nodd1(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    EventTriggerData *trigdata;

    if (!CALLED_AS_EVENT_TRIGGER(fcinfo)) /* internal error */
        elog(ERROR, "not fired by event trigger manager");

    trigdata = (EventTriggerData *) fcinfo->context;

    ereport(ERROR,
            (errcode(ERRCODE_INSUFFICIENT_PRIVILEGE),
             errmsg("command \"%s\" denied", trigdata->tag)));
}

PG_RETURN_NULL();
}
```

Après avoir compilé le code source (voir Section 36.9.6, « Compiler et lier des fonctions chargées dynamiquement »), déclarez la fonction et les triggers :

```
CREATE FUNCTION nodd1() RETURNS event_trigger
AS 'nodd1' LANGUAGE C;

CREATE EVENT TRIGGER nodd1 ON ddl_command_start
EXECUTE PROCEDURE nodd1();
```

Maintenant vous pouvez tester le bon fonctionnement du trigger :

```
=# \dy
              List of event triggers
 Name |      Event      | Owner | Enabled | Procedure | Tags
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
 nodd1 | ddl_command_start | dim   | enabled | nodd1    |
(1 row)

=# CREATE TABLE foo(id serial);
ERROR:  command "CREATE TABLE" denied
```

Dans ce cas, pour pouvoir activier l'exécution de certaines commandes DDL, vous pouvez soit supprimer le trigger sur événement soit le désactiver. Il est généralement plus simple de désactiver le trigger pendant la durée de la transaction :

```
BEGIN;
ALTER EVENT TRIGGER noddl DISABLE;
CREATE TABLE foo (id serial);
ALTER EVENT TRIGGER noddl ENABLE;
COMMIT;
```

(Pour rappel, les commandes DDL sur les triggers sur événement ne sont pas affectées par les triggers sur événement.)

38.5. Un exemple de trigger sur événement de table modifiée

Grâce à l'événement `table_rewrite`, il est possible d'écrire une fonction qui autorise les modifications d'une table seulement pendant les heures de maintenance.

Ci-dessous un exemple d'implémentation d'une telle règle.

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION pas_de_modification()
RETURNS event_trigger
LANGUAGE plpgsql AS
$$
--- Implémentation d'une règle de modification de table:
--- pas de modifications de public.foo, les
--- autres tables peuvent l'être entre 01:00 et 06:00 du matin
--- sauf si elles ont plus de 100 blocs
---
DECLARE
    table_oid oid := pg_event_trigger_table_rewrite_oid();
    heure_courante integer := extract('hour' from current_time);
    pages integer;
    max_pages integer := 100;
BEGIN
    IF pg_event_trigger_table_rewrite_oid() = 'public.foo'::regclass
    THEN
        RAISE EXCEPTION 'Vous n''êtes pas autorisé à modifier la table %',
                        table_oid::regclass;
    END IF;

    SELECT INTO pages relpages FROM pg_class WHERE oid = table_oid;
    IF pages > max_pages
    THEN
        RAISE EXCEPTION 'les modifications ne sont seulement permises que pour les
tables ayant un nombre de blocs inférieur à %',
                        max_pages;
    END IF;

    IF heure_courante NOT BETWEEN 1 AND 6
    THEN
        RAISE EXCEPTION 'les modifications sont seulement autorisées entre 01:00 et
06:00 du matin';
    END IF;
END;
$$;

CREATE EVENT TRIGGER pas_de_modifications_permises
    ON table_rewrite
    EXECUTE PROCEDURE pas_de_modification();
```

Chapitre 39. Système de règles

Ce chapitre discute du système de règles dans PostgreSQL™. les systèmes de règles de production sont simples conceptuellement mais il existe de nombreux points subtils impliqués dans leur utilisation.

Certains autres systèmes de bases de données définissent des règles actives pour la base de données, conservées habituellement en tant que procédures stockées et déclencheurs. Avec PostgreSQL™, elles peuvent aussi être implémentées en utilisant des fonctions et des déclencheurs.

Le système de règles (plus précisément, le système de règles de réécriture de requêtes) est totalement différent des procédures stockées et des déclencheurs. Il modifie les requêtes pour prendre en considération les règles puis passe la requête modifiée au planificateur de requêtes pour planification et exécution. Il est très puissant et peut être utilisé pour beaucoup de choses comme des procédures en langage de requêtes, des vues et des versions. Les fondations théoriques et la puissance de ce système de règles sont aussi discutées dans Stonebraker et al, ACM, 1990 et Ong and Goh, 1990.

39.1. Arbre de requêtes

Pour comprendre comment fonctionne le système de règles, il est nécessaire de comprendre quand il est appelé et quelles sont ses entrées et sorties.

Le système de règles est situé entre l'analyseur et le planificateur. Il prend la sortie de l'analyseur, un arbre de requête et les règles de réécriture définies par l'utilisateur qui sont aussi des arbres de requêtes avec quelques informations supplémentaires, et crée zéro ou plusieurs arbres de requêtes comme résultat. Donc, son entrée et sortie sont toujours des éléments que l'analyseur lui-même pourrait avoir produit et, du coup, tout ce qu'il voit est représentable basiquement comme une instruction SQL.

Maintenant, qu'est-ce qu'un arbre de requêtes ? C'est une représentation interne d'une instruction SQL où les parties qui le forment sont stockées séparément. Ces arbres de requêtes sont affichables dans le journal de traces du serveur si vous avez configuré les paramètres `debug_print_parse`, `debug_print_rewritten`, ou `debug_print_plan`. les actions de règles sont aussi enregistrées comme arbres de requêtes dans le catalogue système `pg_rewrite`. elles ne sont pas formatées comme la sortie de traces mais elles contiennent exactement la même information.

Lire un arbre de requête brut requiert un peu d'expérience. Mais comme les représentations SQL des arbres de requêtes sont suffisantes pour comprendre le système de règles, ce chapitre ne vous apprendra pas à les lire.

Lors de la lecture des représentations SQL des arbres de requêtes dans ce chapitre, il est nécessaire d'être capable d'identifier les morceaux cassés de l'instruction lorsqu'ils sont dans la structure de l'arbre de requête. Les parties d'un arbre de requêtes sont

le type de commande

C'est une simple valeur indiquant quelle commande (`select`, `insert`, `update`, `delete`) l'arbre de requêtes produira.

la table d'échelle

La table d'échelle est une liste des relations utilisées dans la requête. Dans une instruction `select`, ce sont les relations données après le mot clé `from`.

Chaque entrée de la table d'échelle identifie une table ou une vue et indique par quel nom elle est désignée dans les autres parties de la requête. Dans l'arbre de requêtes, les entrées de la table d'échelle sont référencées par des numéros plutôt que par des noms. Il importe donc peu, ici, de savoir s'il y a des noms dupliqués comme cela peut être le cas avec une instruction SQL. Cela peut arriver après l'assemblage des tables d'échelle des règles. Les exemples de ce chapitre ne sont pas confrontés à cette situation.

la relation résultat

C'est un index dans la table d'échelle qui identifie la relation où iront les résultats de la requête.

Les requêtes `select` n'ont pas de relation résultat. Le cas spécial d'un `select into` est pratiquement identique à un `create table` suivi par un `insert ... select` et n'est pas discuté séparément ici.

Pour les commandes `insert`, `update` et `delete`, la relation de résultat est la table (ou vue !) où les changements prennent effet.

la liste cible

La liste cible est une liste d'expressions définissant le résultat d'une requête. Dans le cas d'un `select`, ces expressions sont celles qui construisent la sortie finale de la requête. Ils correspondent aux expressions entre les mots clés `select` et `from` (* est seulement une abréviation pour tous les noms de colonnes d'une relation. Il est étendu par l'analyseur en colonnes individuelles, pour le système de règles ne le voit jamais).

Les commandes `delete` n'ont pas besoin d'une liste normale de colonnes car elles ne produisent aucun résultat. En fait, le système de règles ajoutera une entrée spéciale `ctid` pour aller jusqu'à la liste de cibles vide pour permettre à l'exécuteur de

trouver la ligne à supprimer. (CTID est ajouté quand la relation résultante est une table ordinaire. S'il s'agit d'une vue, une variable de type ligne est ajoutée à la place, comme décrit dans Section 39.2.4, « Mise à jour d'une vue ».)

Pour les commandes **insert**, la liste cible décrit les nouvelles lignes devant aller dans la relation résultat. Elle consiste en des expressions de la clause **values** ou en celles de la clause **select** dans **insert ... SELECT**. La première étape du processus de réécriture ajoute les entrées de la liste cible pour les colonnes n'ont pas été affectées par la commande originale mais ayant des valeurs par défaut. Toute colonne restante (avec soit une valeur donnée soit une valeur par défaut) sera remplie par le planificateur avec une expression **NULL** constante.

Pour les commandes **update**, la liste cible décrit les nouvelles lignes remplaçant les anciennes. Dans le système des règles, elle contient seulement les expressions de la partie **set colonne = expression** de la commande. Le planificateur générera les colonnes manquantes en insérant des expressions qui copient les valeurs provenant de l'ancienne ligne dans la nouvelle. Comme pour **DELETE**, le système de règles ajoute un CTID ou une variable de type ligne pour que l'exécuteur puisse identifier l'ancienne ligne à mettre à jour.

Chaque entrée de la liste cible contient une expression qui peut être une valeur constante, une variable pointant vers une colonne d'une des relations de la table d'échelle, un paramètre ou un arbre d'expressions réalisé à partir d'appels de fonctions, de constantes, de variables, d'opérateurs, etc.

la qualification

La qualification de la requête est une expression ressemblant à une de celles contenues dans les entrées de la liste cible. La valeur résultant de cette expression est un booléen indiquant si l'opération (**insert**, **update**, **delete** ou **select**) pour la ligne de résultat final devrait être exécutée ou non. Elle correspond à la clause **where** d'une instruction SQL.

l'arbre de jointure

L'arbre de jointure de la requête affiche la structure de la clause **from**. Pour une simple requête comme **select ... from a, b, c**, l'arbre de jointure est une simple liste d'éléments de **from** parce que nous sommes autorisés à les joindre dans tout ordre. Mais quand des expressions **join**, et plus particulièrement les jointures externes, sont utilisées, nous devons les joindre dans l'ordre affiché par les jointures. Dans ce cas, l'arbre de jointure affiche la structure des expressions **join**. Les restrictions associées avec ces clauses **join** particulières (à partir d'expressions **on** ou **using**) sont enregistrées comme des expressions de qualification attachées aux noeuds de l'arbre de jointure. Il s'avère agréable d'enregistrer l'expression de haut niveau **where** comme une qualification attachée à l'élément de l'arbre de jointure de haut niveau. Donc, réellement, l'arbre de jointure représente à la fois les clauses **from** et **where** d'un **select**.

le reste

Les autres parties de l'arbre de requête comme la clause **order BY** n'ont pas d'intérêt ici. Le système de règles substitue quelques entrées lors de l'application des règles mais ceci n'a pas grand chose à voir avec les fondamentaux du système de règles.

39.2. Vues et système de règles

Avec PostgreSQL™, les vues sont implémentées en utilisant le système de règles. En fait, il n'y a essentiellement pas de différences entre

```
CREATE VIEW ma_vue AS SELECT * FROM ma_table;
```

et ces deux commandes :

```
CREATE TABLE ma_vue (liste de colonnes identique à celle de ma_table);
CREATE RULE "_RETURN" AS ON SELECT TO ma_vue DO INSTEAD
    SELECT * FROM ma_table;
```

parce que c'est exactement ce que fait la commande **create VIEW** en interne. Cela présente quelques effets de bord. L'un d'entre eux est que l'information sur une vue dans les catalogues système PostgreSQL™ est exactement la même que celle d'une table. Donc, pour l'analyseur, il n'y a aucune différence entre une table et une vue. Elles représentent la même chose : des relations.

39.2.1. Fonctionnement des règles select

Les règles **on select** sont appliquées à toutes les requêtes comme la dernière étape, même si la commande donnée est un **insert**, **update** ou **delete**. Et ils ont des sémantiques différentes à partir des règles sur les autres types de commandes dans le fait qu'elles modifient l'arbre de requêtes en place au lieu d'en créer un nouveau. Donc, les règles **select** sont décrites avant.

Actuellement, il n'existe qu'une action dans une règle **on SELECT** et elle doit être une action **select** inconditionnelle qui est **instead**. Cette restriction était requise pour rendre les règles assez sûres pour les ouvrir aux utilisateurs ordinaires et cela restreint les règles **on select** à agir comme des vues.

Pour ce chapitre, les exemples sont deux vues jointes réalisant quelques calculs et quelques vues supplémentaires les utilisant à leur tour. Une des deux premières vues est personnalisée plus tard en ajoutant des règles pour des opérations **insert**, **update** et **delete** de façon à ce que le résultat final sera une vue qui se comporte comme une vraie table avec quelques fonctionnalités magiques. Il n'existe pas un tel exemple pour commencer et ceci rend les choses plus difficiles à obtenir. Mais il est mieux d'avoir un exemple couvrant tous les points discutés étape par étape plutôt que plusieurs exemples, rendant la compréhension plus difficile.

Pour cet exemple, nous avons besoin d'une petite fonction min renvoyant la valeur la plus basse entre deux entiers. Nous la créons ainsi :

```
CREATE FUNCTION min(integer, integer) RETURNS integer AS $$  
    SELECT CASE WHEN $1 < $2 THEN $1 ELSE $2 END  
$$ LANGUAGE SQL STRICT;
```

Les tables réelles dont nous avons besoin dans les deux premières descriptions du système de règles sont les suivantes :

```
CREATE TABLE donnees_chaussure (  
    nom_chaussure      text,      -- clé primaire  
    dispo_chaussure    integer,   -- nombre de pairs disponibles  
    couleur_chaussure text,      -- couleur de lacet préférée  
    long_min_chaussure real,     -- longueur minimum du lacet  
    long_max_chaussure real,     -- longueur maximum du lacet  
    unite_long_chaussure text      -- unité de longueur  
) ;  
  
CREATE TABLE donnees_lacet (  
    nom_lacet          text,      -- clé primaire  
    dispo_lacet         integer,   -- nombre de pairs disponibles  
    couleur_lacet       text,      -- couleur du lacet  
    longueur_lacet      real,     -- longueur du lacet  
    unite_lacet         text      -- unité de longueur  
) ;  
  
CREATE TABLE unite (  
    nom_unite          text,      -- clé primaire  
    facteur_unite       real,     -- facteur pour le transformer en cm  
) ;
```

Comme vous pouvez le constater, elles représentent les données d'un magasin de chaussures.

Les vues sont créées avec :

```
CREATE VIEW chaussure AS  
    SELECT sh.nom_chaussure,  
           sh.dispo_chaussure,  
           sh.couleur_chaussure,  
           sh.long_min_chaussure,  
           sh.long_min_chaussure * un.facteur_unite AS long_min_chaussure_cm,  
           sh.long_max_chaussure,  
           sh.long_max_chaussure * un.facteur_unite AS long_max_chaussure_cm,  
           sh.unite_long_chaussure  
    FROM donnees_chaussure sh, unite un  
    WHERE sh.unite_long_chaussure = un.nom_unite;  
  
CREATE VIEW lacet AS  
    SELECT s.nom_lacet,  
           s.dispo_lacet,  
           s.couleur_lacet,  
           s.longueur_lacet,  
           s.unite_lacet,  
           s.longueur_lacet * u.facteur_unite AS longueur_lacet_cm  
    FROM donnees_lacet s, unite u  
    WHERE s.unite_lacet = u.nom_unite;  
  
CREATE VIEW chaussure_prete AS  
    SELECT rsh.nom_chaussure,  
           rsh.dispo_chaussure,  
           rsl.nom_lacet,  
           rsl.dispo_lacet,
```

```

        min(rsh.dispo, rsl.dispo_lacet) AS total_avail
  FROM chaussure rsh, lacet rsl
 WHERE rsl.couleur_lacet = rsh.couleur
   AND rsl.longueur_lacet_cm >= rsh.long_min_chaussure_cm
   AND rsl.longueur_lacet_cm <= rsh.long_max_chaussure_cm;

```

La commande **create view** pour la vue **lacet** (qui est la plus simple que nous avons) écrira une relation **lacet** et une entrée dans pg_rewrite indiquant la présence d'une règle de réécriture devant être appliquée à chaque fois que la relation **lacet** est référencée dans une table de la requête. La règle n'a aucune qualification de règle (discuté plus tard, avec les règles autres que **select** car les règles **select** ne le sont pas encore) et qu'il s'agit de **instead**. notez que les qualifications de règles ne sont pas identiques aux qualifications de requêtes. L'action de notre règle a une qualification de requête. L'action de la règle a un arbre de requête qui est une copie de l'instruction **select** dans la commande de création de la vue.



Note

Les deux entrées supplémentaires de la table d'échelle pour **new** et **old** que vous pouvez voir dans l'entrée de pg_rewrite ne sont d'aucun intérêt pour les règles **select**.

Maintenant, nous remplissons **unit**, **donnees_chaussure** et **donnees_lacet**, puis nous lançons une requête simple sur une vue :

```

INSERT INTO unite VALUES ('cm', 1.0);
INSERT INTO unite VALUES ('m', 100.0);
INSERT INTO unite VALUES ('inch', 2.54);

INSERT INTO donnees_chaussure VALUES ('sh1', 2, 'black', 70.0, 90.0, 'cm');
INSERT INTO donnees_chaussure VALUES ('sh2', 0, 'black', 30.0, 40.0, 'inch');
INSERT INTO donnees_chaussure VALUES ('sh3', 4, 'brown', 50.0, 65.0, 'cm');
INSERT INTO donnees_chaussure VALUES ('sh4', 3, 'brown', 40.0, 50.0, 'inch');

INSERT INTO donnees_lacet VALUES ('sl1', 5, 'black', 80.0, 'cm');
INSERT INTO donnees_lacet VALUES ('sl2', 6, 'black', 100.0, 'cm');
INSERT INTO donnees_lacet VALUES ('sl3', 0, 'black', 35.0, 'inch');
INSERT INTO donnees_lacet VALUES ('sl4', 8, 'black', 40.0, 'inch');
INSERT INTO donnees_lacet VALUES ('sl5', 4, 'brown', 1.0, 'm');
INSERT INTO donnees_lacet VALUES ('sl6', 0, 'brown', 0.9, 'm');
INSERT INTO donnees_lacet VALUES ('sl7', 7, 'brown', 60, 'cm');
INSERT INTO donnees_lacet VALUES ('sl8', 1, 'brown', 40, 'inch');

SELECT * FROM lacet;

nom_lacet | dispo_lacet | couleur_lacet | longueur_lacet | unite_lacet |
longueur_lacet_cm
-----+-----+-----+-----+-----+
80      |      5 | black       |          80 | cm
100     |      6 | black       |         100 | cm
60      |      7 | brown       |          60 | cm
88.9    |      0 | black       |          35 | inch
101.6   |      8 | black       |          40 | inch
101.6   |      1 | brown       |         40 | inch
100     |      4 | brown       |          1  | m
90      |      0 | brown       |         0.9 | m
(8 rows)

```

C'est la requête **select** la plus simple que vous pouvez lancer sur nos vues, donc nous prenons cette opportunité d'expliquer les bases des règles de vues. **select * from lacet** a été interprété par l'analyseur et a produit l'arbre de requête :

```
SELECT lacet.nom_lacet, lacet.dispo_lacet,
```

```

    lacet.couleur_lacet, lacet.longueur_lacet,
    lacet.unite_lacet, lacet.longueur_lacet_cm
  FROM lacet lacet;

```

et ceci est transmis au système de règles. Ce système traverse la table d'échelle et vérifie s'il existe des règles pour chaque relation. Lors du traitement d'une entrée de la table d'échelle pour `lacet` (la seule jusqu'à maintenant), il trouve la règle `_return` avec l'arbre de requête :

```

SELECT s.nom_lacet, s.dispo_lacet,
       s.couleur_lacet, s.longueur_lacet, s.unite_lacet,
       s.longueur_lacet * u.facteur_unite AS longueur_lacet_cm
  FROM lacet old, lacet new,
       donnees_lacet s, unit u
 WHERE s.unite_lacet = u.nom_unite;

```

Pour étendre la vue, la réécriture crée simplement une entrée de la table d'échelle de sous-requête contenant l'arbre de requête de l'action de la règle et substitue cette entrée avec l'original référencé dans la vue. L'arbre d'échelle résultant de la réécriture est pratiquement identique à celui que vous avez saisi :

```

SELECT lacet.nom_lacet, lacet.dispo_lacet,
       lacet.couleur_lacet, lacet.longueur_lacet,
       lacet.unite_lacet, lacet.longueur_lacet_cm
  FROM (SELECT s.nom_lacet,
              s.dispo_lacet,
              s.couleur_lacet,
              s.longueur_lacet,
              s.unite_lacet,
              s.longueur_lacet * u.facteur_unite AS longueur_lacet_cm
  FROM donnees_lacet s, unit u
 WHERE s.unite_lacet = u.nom_unite) lacet;

```

Néanmoins, il y a une différence : la table d'échelle de la sous-requête a deux entrées supplémentaires, `lacet old` et `lacet new`. ces entrées ne participent pas directement dans la requête car elles ne sont pas référencées par l'arbre de jointure de la sous-requête ou par la liste cible. La réécriture les utilise pour enregistrer l'information de vérification des droits d'accès qui étaient présents à l'origine dans l'entrée de table d'échelle référencée par la vue. De cette façon, l'exécution vérifiera toujours que l'utilisateur a les bons droits pour accéder à la vue même s'il n'y a pas d'utilisation directe de la vue dans la requête réécrite.

C'était la première règle appliquée. Le système de règles continuera de vérifier les entrées restantes de la table d'échelle dans la requête principale (dans cet exemple, il n'en existe pas plus), et il vérifiera récursivement les entrées de la table d'échelle dans la sous-requête ajoutée pour voir si une d'elle référence les vues. (Mais il n'étendra ni `old` ni `new` -- sinon nous aurions une récursion infinie !) Dans cet exemple, il n'existe pas de règles de réécriture pour `donnees_lacet` ou `unit`, donc la réécriture est terminée et ce qui est ci-dessus est le résultat final donné au planificateur.

Maintenant, nous voulons écrire une requête qui trouve les chaussures en magasin dont nous avons les lacets correspondants (couleur et longueur) et pour lesquels le nombre total de pairs correspondants exactement est supérieur ou égal à deux.

```

SELECT * FROM chaussure_prete WHERE total_avail >= 2;

nom_chaussure | dispo | nom_lacet | dispo_lacet | total_avail
-----+-----+-----+-----+-----+
sh1           |     2 | sl1      |          5 |         2
sh3           |     4 | sl7      |          7 |         4
(2 rows)

```

Cette fois, la sortie de l'analyseur est l'arbre de requête :

```

SELECT chaussure_prete.nom_chaussure, chaussure_prete.dispo,
       chaussure_prete.nom_lacet, chaussure_prete.dispo_lacet,
       chaussure_prete.total_avail
  FROM chaussure_prete chaussure_prete
 WHERE chaussure_prete.total_avail >= 2;

```

La première règle appliquée sera celle de la vue `chaussure_prete` et cela résultera en cet arbre de requête :

```

SELECT chaussure_prete.nom_chaussure, chaussure_prete.dispo,
       chaussure_prete.nom_lacet, chaussure_prete.dispo_lacet,

```

```

chaussure_prete.total_avail
FROM (SELECT rsh.nom_chaussure,
            rsh.dispo,
            rsl.nom_lacet,
            rsl.dispo_lacet,
            min(rsh.dispo, rsl.dispo_lacet) AS total_avail
      FROM chaussure rsh, lacet rsl
     WHERE rsl.couleur_lacet = rsh.couleur
       AND rsl.longueur_lacet_cm >= rsh.long_min_chaussure_cm
       AND rsl.longueur_lacet_cm <= rsh.long_max_chaussure_cm) chaussure_prete
WHERE chaussure_prete.total_avail >= 2;

```

De façon similaire, les règles pour chaussure et lacet sont substituées dans la table d'échelle de la sous-requête, amenant à l'arbre de requête final à trois niveaux :

```

SELECT chaussure_prete.nom_chaussure, chaussure_prete.dispo,
       chaussure_prete.nom_lacet, chaussure_prete.dispo_lacet,
       chaussure_prete.total_avail
  FROM (SELECT rsh.nom_chaussure,
              rsh.dispo,
              rsl.nom_lacet,
              rsl.dispo_lacet,
              min(rsh.dispo, rsl.dispo_lacet) AS total_avail
        FROM (SELECT sh.nom_chaussure,
                    sh.dispo,
                    sh.couleur,
                    sh.long_min_chaussure,
                    sh.long_min_chaussure * un.facteur_unite AS
long_min_chaussure_cm,
                    sh.long_max_chaussure,
                    sh.long_max_chaussure * un.facteur_unite AS
long_max_chaussure_cm,
                    sh.unite_long_chaussure
              FROM donnees_chaussure sh, unit un
             WHERE sh.unite_long_chaussure = un.nom_unite) rsh,
        (SELECT s.nom_lacet,
              s.dispo_lacet,
              s.couleur_lacet,
              s.longueur_lacet,
              s.unite_lacet,
              s.longueur_lacet * u.facteur_unite AS longueur_lacet_cm
        FROM donnees_lacet s, unit u
       WHERE s.unite_lacet = u.nom_unite) rsl
       WHERE rsl.couleur_lacet = rsh.couleur
         AND rsl.longueur_lacet_cm >= rsh.long_min_chaussure_cm
         AND rsl.longueur_lacet_cm <= rsh.long_max_chaussure_cm) chaussure_prete
 WHERE chaussure_prete.total_avail > 2;

```

Il s'avère que le planificateur réduira cet arbre en un arbre de requête à deux niveaux : les commandes **select** du bas seront « remontées » dans le **select** du milieu car il n'est pas nécessaire de les traiter séparément. Mais le **select** du milieu restera séparé du haut car il contient des fonctions d'agrégat. Si nous les avions monté, cela aurait modifié le comportement du **select** de haut niveau, ce qui n'est pas ce que nous voulons. Néanmoins, réduire l'arbre de requête est une optimisation qui ne concerne pas le système de réécriture.

39.2.2. Règles de vue dans des instructions autres que select

Deux détails de l'arbre de requête n'ont pas été abordés dans la description des règles de vue ci-dessus. Ce sont le type de commande et la relation résultante. En fait, le type de commande n'est pas nécessaire pour les règles de la vue mais la relation résultante pourrait affecter la façon dont la requête sera réécrite car une attention particulière doit être prise si la relation résultante est une vue.

Il existe seulement quelques différences entre un arbre de requête pour un **select** et un pour une autre commande. de façon évidente, ils ont un type de commande différent et pour une commande autre qu'un **select**, la relation résultante pointe vers l'entrée de table d'échelle où le résultat devrait arriver. Tout le reste est absolument identique. Donc, avec deux tables t1 et t2 avec les colonnes a et b, les arbres de requêtes pour les deux commandes :

```
SELECT t2.b FROM t1, t2 WHERE t1.a = t2.a;
```

```
UPDATE t1 SET b = t2.b FROM t2 WHERE t1.a = t2.a;
```

sont pratiquement identiques. En particulier :

- Les tables d'échelle contiennent des entrées pour les tables t1 et t2.
- Les listes cibles contiennent une variable pointant vers la colonne b de l'entrée de la table d'échelle pour la table t2.
- Les expressions de qualification comparent les colonnes a des deux entrées de table d'échelle pour une égalité.
- Les arbres de jointure affichent une jointure simple entre t1 et t2.

La conséquence est que les deux arbres de requête résultent en des plans d'exécution similaires : ce sont tous les deux des jointures sur les deux tables. Pour l'**update**, les colonnes manquantes de t1 sont ajoutées à la liste cible par le planificateur et l'arbre de requête final sera lu de cette façon :

```
UPDATE t1 SET a = t1.a, b = t2.b FROM t2 WHERE t1.a = t2.a;
```

et, du coup, l'exécuteur lancé sur la jointure produira exactement le même résultat qu'un :

```
SELECT t1.a, t2.b FROM t1, t2 WHERE t1.a = t2.a;
```

Mais il existe un petit problème dans **UPDATE** : la partie du plan d'exécution qui fait la jointure ne prête pas attention à l'intérêt des résultats de la jointure. Il produit un ensemble de lignes. Le fait qu'il y a une commande **SELECT** et une commande **UPDATE** est géré plus haut dans l'exécuteur où cette partie sait qu'il s'agit d'une commande **UPDATE**, et elle sait que ce résultat va aller dans la table t1. Mais lesquels de ces lignes vont être remplacées par la nouvelle ligne ?

Pour résoudre ce problème, une autre entrée est ajoutée dans la liste cible de l'**update** (et aussi dans les instructions **delete**) : l'identifiant actuel du tuple (ctid, acronyme de *current tuple ID*). cette colonne système contient le numéro de bloc du fichier et la position dans le bloc pour cette ligne. Connaissant la table, le ctid peut être utilisé pour récupérer la ligne originale de t1 à mettre à jour. après avoir ajouté le ctid dans la liste cible, la requête ressemble à ceci :

```
SELECT t1.a, t2.b, t1.ctid FROM t1, t2 WHERE t1.a = t2.a;
```

Maintenant, un autre détail de PostgreSQL™ entre en jeu. Les anciennes lignes de la table ne sont pas surchargées et cela explique pourquoi **rollback** est rapide. avec un **update**, la nouvelle ligne résultat est insérée dans la table (après avoir enlevé le ctid) et, dans le nouvel en-tête de ligne de l'ancienne ligne, vers où pointe le ctid, les entrées cmax et xmax sont configurées par le compteur de commande actuel et par l'identifiant de transaction actuel. Du coup, l'ancienne ligne est cachée et, après validation de la transaction, le nettoyeur (vacuum) peut éventuellement la supprimer.

Connaissant tout ceci, nous pouvons simplement appliquer les règles de vues de la même façon que toute autre commande. Il n'y a pas de différence.

39.2.3. Puissance des vues dans PostgreSQL™

L'exemple ci-dessus démontre l'incorporation des définitions de vues par le système de règles dans l'arbre de requête original. Dans le deuxième exemple, un simple **select** d'une vue a créé un arbre de requête final qui est une jointure de quatre tables (unit a été utilisé deux fois avec des noms différents).

Le bénéfice de l'implémentation des vues avec le système de règles est que le planificateur a toute l'information sur les tables à parcourir et sur les relations entre ces tables et les qualifications restrictives à partir des vues et les qualifications à partir de la requête originale dans un seul arbre de requête. Et c'est toujours la situation quand la requête originale est déjà une jointure sur des vues. Le planificateur doit décider du meilleur chemin pour exécuter la requête et plus le planificateur a d'informations, meilleure sera la décision. Le système de règles implémenté dans PostgreSQL™ s'en assure, c'est toute l'information disponible sur la requête à ce moment.

39.2.4. Mise à jour d'une vue

Qu'arrive-t'il si une vue est nommée comme la relation cible d'un **insert**, **update** ou **delete** ? Faire simplement les substitutions décrites ci-dessus donnerait un arbre de requêtes dont le résultat pointerait vers une entrée de la table en sous-requête. Cela ne fonctionnera pas. Néanmoins, il existe différents moyens permettant à PostgreSQL™ de supporter la mise à jour d'une vue.

Si la sous-requête fait une sélection à partir d'une relation simple et qu'elle est suffisamment simple, le processus de réécriture peut automatiquement remplacer la sous-requête avec la relation sous-jacente pour que l'**INSERT**, l'**UPDATE** ou le **DELETE** soit appliqué correctement sur la relation de base. Les vues qui sont « suffisamment simples » pour cela sont appelées des vues *automati-*

quement modifiables. Pour des informations détaillées sur ce type de vue, voir CREATE VIEW(7).

Sinon, l'opération peut être gérée par un trigger `INSTEAD OF`, créé par l'utilisateur, sur la vue. La réécriture fonctionne légèrement différemment dans ce cas. Pour `INSERT`, la réécriture ne fait rien du tout avec la vue, la laissant comme relation résultante de la requête. Pour `UPDATE` et `DELETE`, il est toujours nécessaire d'étendre la requête de la vue pour récupérer les « anciennes » lignes que la commande va essayer de mettre à jour ou supprimer. Donc la vue est étendue comme d'habitude mais une autre entrée de table non étendue est ajoutée à la requête pour représenter la vue en tant que relation résultante.

Le problème qui survient maintenant est d'identifier les lignes à mettre à jour dans la vue. Rappelez-vous que, quand la relation résultante est une table, une entrée CTID spéciale est ajoutée à la liste cible pour identifier les emplacements physiques des lignes à mettre à jour. Ceci ne fonctionne pas si la relation résultante est une vue car une vue n'a pas de CTID, car ses lignes n'ont pas d'emplacements physiques réels. À la place, pour une opération `UPDATE` ou `DELETE`, une entrée `wholerow` (ligne complète) spéciale est ajoutée à la liste cible, qui s'étend pour inclure toutes les colonnes d'une vue. L'exécuteur utilise cette valeur pour fournir l'`« ancienne »` ligne au trigger `INSTEAD OF`. C'est au trigger de savoir ce que la mise à jour est supposée faire sur les valeurs des anciennes et nouvelles lignes.

Une autre possibilité est que l'utilisateur définisse des vues `INSTEAD` qui indiquent les actions à substituer pour les commandes `INSERT`, `UPDATE` et `DELETE` sur une vue. Ces règles vont réécrire la commande, typiquement en une commande qui met à jour une ou plusieurs tables, plutôt que des vues. C'est le thème de Section 39.4, « Règles sur `insert`, `update` et `delete` ».

Notez que les règles sont évaluées en premier, réécrivant la requête originale avant qu'elle ne soit optimisée et exécutée. Du coup, si une vue a des triggers `INSTEAD OF` en plus de règles sur `INSERT`, `UPDATE` ou `DELETE`, alors les règles seront évaluées en premier et, suivant le résultat, les triggers pourraient être utilisés.

La réécriture automatique d'une requête `INSERT`, `UPDATE` ou `DELETE` sur une vue simple est toujours essayée en dernier. Du coup, si une vue a des règles ou des triggers, ces derniers surchargeront le comportement par défaut des vues automatiquement modifiables.

S'il n'y a pas de règles `INSTEAD` ou de triggers `INSTEAD OF` sur la vue et que le processus de réécriture ne peut pas réécrire automatiquement la requête sous la forme d'une mise à jour de la relation sous-jacente, une erreur sera renvoyée car l'exécuteur ne peut pas modifier une vue.

39.3. Vues matérialisées

Les vues matérialisées dans PostgreSQL™ utilisent le système des règles, tout comme les vues, mais les résultats persistent sous la forme d'une table. Les principales différences entre :

```
CREATE MATERIALIZED VIEW ma_vue_mat AS SELECT * FROM ma_table;
```

et :

```
CREATE TABLE ma_vue_mat AS SELECT * FROM ma_table;
```

sont que la vue matérialisée ne peut pas être directement mise à jour et que la requête utilisée pour créer la vue matérialisée est enregistrée exactement de la même façon qu'une requête d'une vue standard. Des données fraîches peuvent être générées pour la vue matérialisée avec cette commande :

```
REFRESH MATERIALIZED VIEW ma_vue_mat;
```

L'information sur une vue matérialisée est stockée dans les catalogues systèmes de PostgreSQL™ exactement de la même façon que pour les tables et les vues. Quand une vue matérialisée est référencée dans une requête, les données sont renvoyées directement à partir de la vue matérialisée, tout comme une table ; la règle est seulement utilisée pour peupler la vue matérialisée.

Bien que l'accès aux données d'une vue matérialisée est souvent bien plus rapide qu'accéder aux tables sous-jacentes directement ou par l'intermédiaire d'une vue, les données ne sont pas toujours fraîches. Cependant, quelques fois, des données plus fraîches ne sont pas nécessaires. Considérez une table qui enregistre les ventes :

```
CREATE TABLE facture (
    no_facture      integer          PRIMARY KEY,
    no_vendeur      integer,         -- identifiant du vendeur
    date_facture   date,           -- date de la vente
    mtt_facture    numeric(13,2)    -- montant de la vente
);
```

Si des personnes souhaitent grapher rapidement les données de vente, elles peuvent vouloir résumer l'information et ne pas avoir besoin des données incomplètes du jour :

```
CREATE MATERIALIZED VIEW resume_ventes AS
  SELECT
    no_vendeur,
    date_facture,
    sum(mtt_facture)::numeric(13,2) as mtt_ventes
  FROM facture
  WHERE date_facture < CURRENT_DATE
  GROUP BY
    no_vendeur,
    date_facture
  ORDER BY
    no_vendeur,
    date_facture;

CREATE UNIQUE INDEX ventes_resume_vendeur
  ON resume_ventes (no_vendeur, date_facture);
```

Cette vue matérialisée peut être utile pour afficher un graphe dans l'affichage créée pour les vendeurs. Une tâche de fond pourrait être planifiée pour mettre à jour les statistiques chaque nuit en utilisant cette requête SQL :

```
REFRESH MATERIALIZED VIEW resume_ventes;
```

Une autre utilisation des vues matérialisées est de permettre un accès rapide aux données provenant d'un système distant, au travers d'un wrapper de données distantes. Un exemple utilisant `file_fdw` est donné ci-dessous, avec des chonométrages mais comme cela utilise le cache du système local, les performances comparées à l'accès à un système distant seront supérieures à celles montrées ici. Notez que nous exploitons aussi la capacité à placer un index sur la vue matérialisée alors que `file_fdw` n'autorise pas les index ; cet avantage pourrait ne pas s'appliquer pour d'autres types d'accès à des données distantes.

Configuration ::

```
CREATE EXTENSION file_fdw;
CREATE SERVER fichier_local FOREIGN DATA WRAPPER file_fdw;
CREATE FOREIGN TABLE mots (mot text NOT NULL)
  SERVER fichier_local
  OPTIONS (filename '/usr/share/dict/words');
CREATE MATERIALIZED VIEW vmots AS SELECT * FROM mots;
CREATE UNIQUE INDEX idx_vmots ON vmots (mot);
CREATE EXTENSION pg_trgm;
CREATE INDEX vmots_trgm ON vmots USING gist (mot gist_trgm_ops);
VACUUM ANALYZE vmots;
```

Maintenant, vérifions un mot. En utilisant `file_fdw` directement :

```
SELECT count(*) FROM mots WHERE mot = 'caterpiler';

count
-----
 0
(1 row)
```

Avec `EXPLAIN ANALYZE`, nous voyons :

```
Aggregate  (cost=21763.99..21764.00 rows=1 width=0) (actual time=188.180..188.181
rows=1 loops=1)
  -> Foreign Scan on words  (cost=0.00..21761.41 rows=1032 width=0) (actual
time=188.177..188.177 rows=0 loops=1)
      Filter: (word = 'caterpiler'::text)
      Rows Removed by Filter: 479829
      Foreign File: /usr/share/dict/words
      Foreign File Size: 4953699
```

```
Planning time: 0.118 ms
Execution time: 188.273 ms
```

Si la vue matérialisée est utilisée à la place, la requête est bien plus rapide :

```
Aggregate (cost=4.44..4.45 rows=1 width=0) (actual time=0.042..0.042 rows=1 loops=1)
  -> Index Only Scan using wrd_word on wrd (cost=0.42..4.44 rows=1 width=0) (actual
time=0.039..0.039 rows=0 loops=1)
      Index Cond: (word = 'caterpiler'::text)
      Heap Fetches: 0
Planning time: 0.164 ms
Execution time: 0.117 ms
```

Dans les deux cas, le mot est mal orthographié. Donc cherchons le bon mot. Toujours en utilisant `file_fdw` :

```
SELECT mot FROM mots ORDER BY mot <-> 'caterpiler' LIMIT 10;

mot
-----
cater
caterpillar
Caterpillar
caterpillars
caterpillar's
Caterpillar's
caterer
caterer's
caters
catered
(10 rows)
```

```
Limit (cost=11583.61..11583.64 rows=10 width=32) (actual time=1431.591..1431.594
rows=10 loops=1)
  -> Sort (cost=11583.61..11804.76 rows=88459 width=32) (actual
time=1431.589..1431.591 rows=10 loops=1)
      Sort Key: ((word <-> 'caterpiler'::text))
      Sort Method: top-N heapsort Memory: 25kB
      -> Foreign Scan on words (cost=0.00..9672.05 rows=88459 width=32) (actual
time=0.057..1286.455 rows=479829 loops=1)
          Foreign File: /usr/share/dict/words
          Foreign File Size: 4953699
Planning time: 0.128 ms
Execution time: 1431.679 ms
```

Et en utilisant la vue matérialisée :

```
Limit (cost=0.29..1.06 rows=10 width=10) (actual time=187.222..188.257 rows=10
loops=1)
  -> Index Scan using wrd_trgm on wrd (cost=0.29..37020.87 rows=479829 width=10)
(actual time=187.219..188.252 rows=10 loops=1)
      Order By: (word <-> 'caterpiler'::text)
Planning time: 0.196 ms
Execution time: 198.640 ms
```

Si vous pouvez tolérer des mises à jour périodiques sur les données distantes pour votre base locale, les bénéfices en performance seront importants.

39.4. Règles sur insert, update et delete

Les règles définies sur **insert**, **update** et **delete** sont significativement différentes des règles de vue décrites dans la section précédente. Tout d'abord, leur commande **create rule** permet plus de choses :

- Elles peuvent n'avoir aucune action.
- Elles peuvent avoir plusieurs actions.
- Elles peuvent être de type `instead` ou `also` (valeur par défaut).
- Les pseudo relations `new` et `old` deviennent utiles.
- Elles peuvent avoir des qualifications de règles.

Ensuite, elles ne modifient pas l'arbre de requête en place. À la place, elles créent de nouveaux arbres de requêtes et peuvent abandonner l'original.



Attention

Dans de nombreux cas, les tâches réalisables par des règles sur des **INSERT/UPDATE/DELETE** sont mieux réalisés avec des triggers. Les triggers ont une notation un peu plus complexe mais leur sémantique est plus simple à comprendre. Les règles peuvent avoir des résultats surprenants quand la requête originale contient des fonctions volatiles : les fonctions volatiles pourraient être exécutées plus de fois qu'escompté lors du traitement de la règle.

De plus, il existe aussi certains cas non supportés par ces types de règles, ceci incluant notamment les clauses `WITH` dans la requête originale et les sous-requêtes (sous `SELECT`) dans la liste `SET` de requêtes **UPDATE**. Ceci est dû au fait que la copie de ces constructions dans la requête d'une règle pourrait résulter en des évaluations multiples de la sous-requête, contrairement à l'intention réelle de l'auteur de la requête.

39.4.1. Fonctionnement des règles de mise à jour

Gardez en tête la syntaxe :

```
CREATE [ OR REPLACE ] RULE nom as on evenement
      TO table [ where condition ]
      DO [ ALSO | INSTEAD ] { NOTHING | commande | ( commande ; commande ... ) }
```

Dans la suite, *règles de mise à jour* signifie les règles qui sont définies sur **insert**, **update** ou **delete**.

Les règles de mise à jour sont appliquées par le système de règles lorsque la relation résultante et le type de commande d'un arbre de requête sont égaux pour l'objet et l'événement donné dans la commande **create RULE**. Pour les règles de mise à jour, le système de règles crée une liste d'arbres de requêtes. Initialement, la liste d'arbres de requêtes est vide. Il peut y avoir aucune (mot clé `nothing`), une ou plusieurs actions. Pour simplifier, nous verrons une règle avec une action. Cette règle peut avoir une qualification et peut être de type `instead` ou `also` (valeur par défaut).

Qu'est-ce qu'une qualification de règle ? C'est une restriction indiquant le moment où doivent être réalisés les actions de la règle. Cette qualification peut seulement référencer les pseudo relations `new` et/ou `old`, qui représentent basiquement la relation qui a été donné comme objet (mais avec une signification spéciale).

Donc, nous avons trois cas qui produisent les arbres de requêtes suivants pour une règle à une seule action.

sans qualification avec soit `ALSO` soit `INSTEAD`

l'arbre de requête à partir de l'action de la règle avec l'ajout de la qualification de l'arbre de requête original

qualification donnée et `also`

l'arbre de requête à partir de l'action de la règle avec l'ajout de la qualification de la règle et de la qualification de l'arbre de requête original

qualification donnée avec `instead`

l'arbre de requête à partir de l'action de la règle avec la qualification de la requête et la qualification de l'arbre de requête original ; et l'ajout de l'arbre de requête original avec la qualification inverse de la règle

Enfin, si la règle est `also`, l'arbre de requête original est ajouté à la liste. Comme seules les règles qualifiées `instead` ont déjà ajouté l'arbre de requête original, nous finissons avec un ou deux arbres de requête en sortie pour une règle avec une action.

Pour les règles `on insert`, la requête originale (si elle n'est pas supprimée par `instead`) est réalisée avant toute action ajoutée par les règles. Ceci permet aux actions de voir les lignes insérées. Mais pour les règles `on update` et `on delete`, la requête originale est réalisée après les actions ajoutées par les règles. Ceci nous assure que les actions pourront voir les lignes à mettre à jour ou à supprimer ; sinon, les actions pourraient ne rien faire parce qu'elles ne trouvent aucune ligne correspondant à leurs qualifications.

Les arbres de requêtes générés à partir des actions de règles sont envoyés de nouveau dans le système de réécriture et peut-être que

d'autres règles seront appliquées résultant en plus ou moins d'arbres de requêtes. Donc, les actions d'une règle doivent avoir soit un type de commande différent soit une relation résultante différente de celle où la règle elle-même est active, sinon ce processus récursif se terminera dans une boucle infinie. (L'expansion récursive d'une règle sera détectée et rapportée comme une erreur.)

Les arbres de requête trouvés dans les actions du catalogue système pg_rewrite sont seulement des modèles, comme ils peuvent référencer les entrées de la table d'échelle pour new et old, quelques substitutions ont dû être faites avant qu'elles ne puissent être utilisées. Pour toute référence de new, une entrée correspondante est recherchée dans la liste cible de la requête originale. Si elle est trouvée, cette expression de l'entrée remplace la référence. Sinon, new signifie la même chose que old (pour un **update**) ou est remplacé par une valeur null (pour un **insert**). toute référence à old est remplacée par une référence à l'entrée de la table d'échelle qui est la relation résultante.

Après que le système a terminé d'appliquer des règles de mise à jour, il applique les règles de vues pour le(s) arbre(s) de requête produit(s). Les vues ne peuvent pas insérer de nouvelles actions de mise à jour, donc il n'est pas nécessaire d'appliquer les règles de mise à jour à la sortie d'une réécriture de vue.

39.4.1.1. Une première requête étape par étape

Disons que nous voulons tracer les modifications dans la colonne dispo_lacet de la relation donnees_lacet. donc, nous allons configurer une table de traces et une règle qui va écrire une entrée lorsqu'un **update** est lancé sur donnees_lacet.

```
CREATE TABLE lacet_log (
    nom_lacet      text,          -- modification de lacet
    dispo_lacet    integer,       -- nouvelle valeur disponible
    log_who        text,          -- qui l'a modifié
    log_when       timestamp     -- quand
);

CREATE RULE log_lacet AS ON UPDATE TO donnees_lacet
    WHERE NEW.dispo_lacet <> OLD.dispo_lacet
    DO INSERT INTO lacet_log VALUES (
        NEW.nom_lacet,
        NEW.dispo_lacet,
        current_user,
        current_timestamp
    );
```

Maintenant, quelqu'un exécute :

```
UPDATE donnees_lacet SET dispo_lacet = 6 WHERE nom_lacet = 'sl7';
```

et voici le contenu de la table des traces :

```
SELECT * FROM lacet_log;

nom_lacet | dispo_lacet | log_who | log_when
-----+-----+-----+
sl7      |       6 | Al      | Tue Oct 20 16:14:45 1998 MET DST
(1 row)
```

C'est ce à quoi nous nous attendions. Voici ce qui s'est passé en tâche de fond. L'analyseur a créé l'arbre de requête :

```
UPDATE donnees_lacet SET dispo_lacet = 6
    FROM donnees_lacet donnees_lacet
    WHERE donnees_lacet.nom_lacet = 'sl7';
```

Il existe une règle log_lacet qui est on UPDATE avec l'expression de qualification de la règle :

```
NEW.dispo_lacet <> OLD.dispo_lacet
```

et l'action :

```
INSERT INTO lacet_log VALUES (
    new.nom_lacet, new.dispo_lacet,
    current_user, current_timestamp )
    FROM donnees_lacet new, donnees_lacet old;
```

(ceci semble un peu étrange car, normalement, vous ne pouvez pas écrire `insert ... values ... from`. ici, la clause `from` indique seulement qu'il existe des entrées de la table d'échelle dans l'arbre de requête pour `new` et `old`. elles sont nécessaires pour qu'elles puissent être référencées par des variables dans l'arbre de requête de la commande `insert`).

La règle est une règle qualifiée `also` de façon à ce que le système de règles doit renvoyer deux arbres de requêtes : l'action de la règle modifiée et l'arbre de requête original. Dans la première étape, la table d'échelle de la requête originale est incorporée dans l'arbre de requête d'action de la règle. Ceci a pour résultat :

```
INSERT INTO lacet_log VALUES (
    new.nom_lacet, new.dispo_lacet,
    current_user, current_timestamp )
FROM donnees_lacet new, donnees_lacet old,
    donnees_lacet donnees_lacet;
```

Pour la deuxième étape, la qualification de la règle lui est ajoutée, donc l'ensemble de résultat est restreint aux lignes où `dispo_lacet` a changé :

```
INSERT INTO lacet_log VALUES (
    new.nom_lacet, new.dispo_lacet,
    current_user, current_timestamp )
FROM donnees_lacet new, donnees_lacet old,
    donnees_lacet donnees_lacet
where new.dispo_lacet <> old.dispo_lacet;
```

(Ceci semble encore plus étrange car `insert ... values` n'a pas non plus une clause `where` mais le planificateur et l'exécuteur n'auront pas de difficultés avec ça. Ils ont besoin de supporter cette même fonctionnalité pour `insert ... select`.)

À l'étape 3, la qualification de l'arbre de requête original est ajoutée, restreignant encore plus l'ensemble de résultats pour les seules lignes qui auront été modifiées par la requête originale :

```
INSERT INTO lacet_log VALUES (
    new.nom_lacet, new.dispo_lacet,
    current_user, current_timestamp )
FROM donnees_lacet new, donnees_lacet old,
    donnees_lacet donnees_lacet
WHERE new.dispo_lacet <> old.dispo_lacet
    and donnees_lacet.nom_lacet = 's17';
```

La quatrième étape remplace les références à `new` par les entrées de la liste cible à partir de l'arbre de requête original ou par les références de la variable correspondante à partir de la relation résultat :

```
INSERT INTO lacet_log VALUES (
    donnees_lacet.nom_lacet, 6,
    current_user, current_timestamp )
FROM donnees_lacet new, donnees_lacet old,
    donnees_lacet donnees_lacet
WHERE 6 <> old.dispo_lacet
    AND donnees_lacet.nom_lacet = 's17';
```

L'étape 5 modifie les références `old` en référence de la relation résultat :

```
INSERT INTO lacet_log VALUES (
    donnees_lacet.nom_lacet, 6,
    current_user, current_timestamp )
FROM donnees_lacet new, donnees_lacet old,
    donnees_lacet donnees_lacet
WHERE 6 <> donnees_lacet.dispo_lacet
    AND donnees_lacet.nom_lacet = 's17';
```

C'est tout. Comme la règle est de type `also`, nous affichons aussi l'arbre de requêtes original. En bref, l'affichage à partir du système de règles est une liste de deux arbres de requêtes est une liste de deux arbres de requêtes correspondant à ces instructions :

```
INSERT INTO lacet_log VALUES (
    donnees_lacet.nom_lacet, 6,
    current_user, current_timestamp )
```

```

FROM donnees_lacet
WHERE 6 <> donnees_lacet.dispo_lacet
  AND donnees_lacet.nom_lacet = 's17';

UPDATE donnees_lacet SET dispo_lacet = 6
WHERE nom_lacet = 's17';

```

Elles sont exécutées dans cet ordre et c'est exactement le but de la règle.

Les substitutions et les qualifications ajoutées nous assurent que, si la requête originale était :

```

UPDATE donnees_lacet SET couleur_lacet = 'green'
WHERE nom_lacet = 's17';

```

aucune trace ne serait écrite. Dans ce cas, l'arbre de requête original ne contient pas une entrée dans la liste cible pour `dispo_lacet`, donc `new.dispo_lacet` sera remplacé par `donnees_lacet.dispo_lacet`. Du coup, la commande supplémentaire générée par la règle est :

```

INSERT INTO lacet_log VALUES (
    donnees_lacet.nom_lacet, donnees_lacet.dispo_lacet,
    current_user, current_timestamp )
  FROM donnees_lacet
 WHERE donnees_lacet.dispo_lacet <> donnees_lacet.dispo_lacet
   AND donnees_lacet.nom_lacet = 's17';

```

et la qualification ne sera jamais vraie.

Si la requête originale modifie plusieurs lignes, cela fonctionne aussi. Donc, si quelqu'un a lancé la commande :

```

UPDATE donnees_lacet SET dispo_lacet = 0
WHERE couleur_lacet = 'black';

```

en fait, quatre lignes sont modifiées (`s11`, `s12`, `s13` et `s14`). mais `s13` a déjà `dispo_lacet = 0`. dans ce cas, la qualification des arbres de requêtes originaux sont différents et cela produit un arbre de requête supplémentaire :

```

INSERT INTO lacet_log
SELECT donnees_lacet.nom_lacet, 0,
       current_user, current_timestamp
  FROM donnees_lacet
 WHERE 0 <> donnees_lacet.dispo_lacet
   AND donnees_lacet.couleur_lacet = 'black';

```

à générer par la règle. Cet arbre de requête aura sûrement inséré trois nouvelles lignes de traces. Et c'est tout à fait correct.

Ici, nous avons vu pourquoi il est important que l'arbre de requête original soit exécuté en premier. Si l'`update` a été exécuté avant, toutes les lignes pourraient aussi être initialisées à zéro, donc le `insert` tracé ne trouvera aucune ligne à `0 <> donnees_lacet.dispo_lacet`.

39.4.2. Coopération avec les vues

Une façon simple de protéger les vues d'une exécution d'`insert`, d'`update` ou de `delete` sur elles est de laisser s'abandonner ces arbres de requête. Donc, nous pourrions créer les règles :

```

CREATE RULE chaussure_ins_protect AS ON INSERT TO chaussure
  DO INSTEAD NOTHING;
CREATE RULE chaussure_upd_protect AS ON UPDATE TO chaussure
  DO INSTEAD NOTHING;
CREATE RULE chaussure_del_protect AS ON DELETE TO chaussure
  DO INSTEAD NOTHING;

```

Maintenant, si quelqu'un essaie de faire une de ces opérations sur la vue `chaussure`, le système de règles appliquera ces règles. Comme les règles n'ont pas d'action et sont de type `instead`, la liste résultante des arbres de requêtes sera vide et la requête entière deviendra vide car il ne reste rien à optimiser ou exécuter après que le système de règles en ait terminé avec elle.

Une façon plus sophistiquée d'utiliser le système de règles est de créer les règles qui réécrivent l'arbre de requête en un arbre faisant la bonne opération sur les vraies tables. Pour réaliser cela sur la vue `lacet`, nous créons les règles suivantes :

```

CREATE RULE lacet_ins AS ON INSERT TO lacet
  DO INSTEAD
    INSERT INTO donnees_lacet VALUES (
      NEW.nom_lacet,
      NEW.dispo_lacet,
      NEW.couleur_lacet,
      NEW.longueur_lacet,
      NEW.unite_lacet
    );
CREATE RULE lacet_upd AS ON UPDATE TO lacet
  DO INSTEAD
    UPDATE donnees_lacet
      SET nom_lacet = NEW.nom_lacet,
          dispo_lacet = NEW.dispo_lacet,
          couleur_lacet = NEW.couleur_lacet,
          longueur_lacet = NEW.longueur_lacet,
          unite_lacet = NEW.unite_lacet
    WHERE nom_lacet = OLD.nom_lacet;
CREATE RULE lacet_del AS ON DELETE TO lacet
  DO INSTEAD
    DELETE FROM donnees_lacet
    WHERE nom_lacet = OLD.nom_lacet;

```

Si vous voulez supporter les requêtes RETURNING sur la vue, vous devrez faire en sorte que les règles incluent les clauses RETURNING qui calcule les lignes de la vue. Ceci est assez simple pour des vues sur une seule table mais cela devient rapidement complexe pour des vues de jointure comme lacet. Voici un exemple pour le cas d'un INSERT :

```

CREATE RULE lacet_ins AS ON INSERT TO lacet
  DO INSTEAD
    INSERT INTO donnees_lacet VALUES (
      NEW.nom_lacet,
      NEW.dispo_lacet,
      NEW.couleur_lacet,
      NEW.longueur_lacet,
      NEW.unite_lacet
    )
  RETURNING
    donnees_lacet.*,
    (SELECT donnees_lacet.longueur_lacet * u.facteur_unite
     FROM unite u WHERE donnees_lacet.unite_lacet = u.nom_unite);

```

Notez que cette seule règle supporte à la fois les **INSERT** et les **INSERT RETURNING** sur la vue -- la clause RETURNING est tout simplement ignoré pour un **INSERT**.

Maintenant, supposons que, quelque fois, un paquet de lacets arrive au magasin avec une grosse liste. Mais vous ne voulez pas mettre à jour manuellement la vue lacet à chaque fois. à la place, nous configurons deux petites tables, une où vous pouvez insérer les éléments de la liste et une avec une astuce spéciale. Voici les commandes de création :

```

CREATE TABLE lacet_arrive (
  arr_name    text,
  arr_quant   integer
);

CREATE TABLE lacet_ok (
  ok_name    text,
  ok_quant   integer
);

CREATE RULE lacet_ok_ins AS ON INSERT TO lacet_ok
  DO INSTEAD
    UPDATE lacet
      SET dispo_lacet = dispo_lacet + NEW.ok_quant
    WHERE nom_lacet = NEW.ok_name;

```

Maintenant, vous pouvez remplir la table lacet_arrive avec les données de la liste :

```
SELECT * FROM lacet_arrive;
arr_name | arr_quant
-----+-----
s13      |      10
s16      |      20
s18      |      20
(3 rows)
```

Jetez un oeil rapidement aux données actuelles :

```
SELECT * FROM lacet;
nom_lacet | dispo_lacet | couleur_lacet | longueur_lacet | unite_lacet |
longueur_lacet_cm
-----+-----+-----+-----+-----+
s11      |      5 | black       |      80 | cm
80
s12      |      6 | black       |     100 | cm
100
s17      |      6 | brown       |      60 | cm
60
s13      |      0 | black       |      35 | inch
88.9
s14      |      8 | black       |      40 | inch
101.6
s18      |      1 | brown       |      40 | inch
101.6
s15      |      4 | brown       |      1 | m
100
s16      |      0 | brown       |      0.9 | m
90
(8 rows)
```

Maintenant, déplacez les lacets arrivés dans :

```
INSERT INTO lacet_ok SELECT * FROM lacet_arrive;
```

et vérifiez le résultat :

```
SELECT * FROM lacet ORDER BY nom_lacet;
nom_lacet | dispo_lacet | couleur_lacet | longueur_lacet | unite_lacet |
longueur_lacet_cm
-----+-----+-----+-----+-----+
s11      |      5 | black       |      80 | cm
80
s12      |      6 | black       |     100 | cm
100
s17      |      6 | brown       |      60 | cm
60
s14      |      8 | black       |      40 | inch
101.6
s13      |     10 | black       |      35 | inch
88.9
s18      |     21 | brown       |      40 | inch
101.6
s15      |      4 | brown       |      1 | m
100
s16      |     20 | brown       |      0.9 | m
90
(8 rows)
```

```
SELECT * FROM lacet_log;
```

nom_lacet	dispo_lacet	log_who	log_when
s17	6	Al	Tue Oct 20 19:14:45 1998 MET DST

sl3		10	Al	Tue Oct 20 19:25:16 1998 MET DST
sl6		20	Al	Tue Oct 20 19:25:16 1998 MET DST
sl8		21	Al	Tue Oct 20 19:25:16 1998 MET DST
(4 rows)				

C'est un long chemin du `insert ... select` à ces résultats. Et la description de la transformation de l'arbre de requêtes sera la dernière dans ce chapitre. Tout d'abord, voici la sortie de l'analyseur :

```
INSERT INTO lacet_ok
SELECT lacet_arrive.arr_name, lacet_arrive.arr_quant
  FROM lacet_arrive lacet_arrive, lacet_ok lacet_ok;
```

Maintenant, la première règle `lacet_ok_ins` est appliquée et transforme ceci en :

```
UPDATE lacet
  SET dispo_lacet = lacet.dispo_lacet + lacet_arrive.arr_quant
  FROM lacet_arrive lacet_arrive, lacet_ok lacet_ok,
       lacet_ok old, lacet_ok new,
       lacet lacet
 WHERE lacet.nom_lacet = lacet_arrive.arr_name;
```

et jette l'`insert` actuel sur `lacet_ok`. La requête réécrite est passée de nouveau au système de règles et la seconde règle appliquée `lacet_upd` produit :

```
UPDATE donnees_lacet
  SET nom_lacet = lacet.nom_lacet,
      dispo_lacet = lacet.dispo_lacet + lacet_arrive.arr_quant,
      couleur_lacet = lacet.couleur_lacet,
      longueur_lacet = lacet.longueur_lacet,
      unite_lacet = lacet.unite_lacet
  FROM lacet_arrive lacet_arrive, lacet_ok lacet_ok,
       lacet_ok old, lacet_ok new,
       lacet lacet, lacet old,
       lacet new, donnees_lacet donnees_lacet
 WHERE lacet.nom_lacet = lacet_arrive.arr_name
   AND donnees_lacet.nom_lacet = lacet.nom_lacet;
```

De nouveau, il s'agit d'une règle `instead` et l'arbre de requête précédent est jeté. Notez que cette requête utilise toujours la vue `lacet`, mais le système de règles n'a pas fini cette étape, donc il continue et lui applique la règle `_return`. Nous obtenons :

```
UPDATE donnees_lacet
  SET nom_lacet = s.nom_lacet,
      dispo_lacet = s.dispo_lacet + lacet_arrive.arr_quant,
      couleur_lacet = s.couleur_lacet,
      longueur_lacet = s.longueur_lacet,
      unite_lacet = s.unite_lacet
  FROM lacet_arrive lacet_arrive, lacet_ok lacet_ok,
       lacet_ok old, lacet_ok new,
       lacet lacet, lacet old,
       lacet new, donnees_lacet donnees_lacet,
       lacet old, lacet new,
       donnees_lacet s, unit u
 WHERE s.nom_lacet = lacet_arrive.arr_name
   AND donnees_lacet.nom_lacet = s.nom_lacet;
```

Enfin, la règle `log_lacet` est appliquée, produisant l'arbre de requête supplémentaire :

```
INSERT INTO lacet_log
SELECT s.nom_lacet,
       s.dispo_lacet + lacet_arrive.arr_quant,
       current_user,
       current_timestamp
  FROM lacet_arrive lacet_arrive, lacet_ok lacet_ok,
       lacet_ok old, lacet_ok new,
       lacet lacet, lacet old,
       lacet new, donnees_lacet donnees_lacet,
       lacet old, lacet new,
```

```

donnees_lacet s, unit u,
donnees_lacet old, donnees_lacet new
lacet_log lacet_log
WHERE s.nom_lacet = lacet_arrive.arr_name
AND donnees_lacet.nom_lacet = s.nom_lacet
AND (s.dispo_lacet + lacet_arrive.arr_quant) <> s.dispo_lacet;

```

une fois que le système de règles tombe en panne de règles et renvoie les arbres de requêtes générés.

Donc, nous finissons avec deux arbres de requêtes finaux qui sont équivalents aux instructions SQL :

```

INSERT INTO lacet_log
SELECT s.nom_lacet,
       s.dispo_lacet + lacet_arrive.arr_quant,
       current_user,
       current_timestamp
  FROM lacet_arrive lacet_arrive, donnees_lacet donnees_lacet,
       donnees_lacet s
 WHERE s.nom_lacet = lacet_arrive.arr_name
   AND donnees_lacet.nom_lacet = s.nom_lacet
   AND s.dispo_lacet + lacet_arrive.arr_quant <> s.dispo_lacet;

UPDATE donnees_lacet
  SET dispo_lacet = donnees_lacet.dispo_lacet + lacet_arrive.arr_quant
  FROM lacet_arrive lacet_arrive,
       donnees_lacet donnees_lacet,
       donnees_lacet s
 WHERE s.nom_lacet = lacet_arrive.nom_lacet
   AND donnees_lacet.nom_lacet = s.nom_lacet;

```

Le résultat est que la donnée provenant d'une relation insérée dans une autre, modifiée en mise à jour dans une troisième, modifiée en mise à jour dans une quatrième, cette dernière étant tracée dans une cinquième, se voit réduite à deux requêtes.

Il y a un petit détail assez horrible. En regardant les deux requêtes, nous nous apercevons que la relation `donnees_lacet` apparaît deux fois dans la table d'échelle où cela pourrait être réduit à une seule occurrence. Le planificateur ne gère pas ceci et, du coup, le plan d'exécution de la sortie du système de règles pour `insert` sera :

```

Nested Loop
-> Merge Join
-> Seq Scan
-> Sort
-> Seq Scan on s
-> Seq Scan
-> Sort
-> Seq Scan on lacet_arrive
-> Seq Scan on donnees_lacet

```

alors qu'omettre la table d'échelle supplémentaire résulterait en un :

```

Merge Join
-> Seq Scan
-> Sort
-> Seq Scan on s
-> Seq Scan
-> Sort
-> Seq Scan on lacet_arrive

```

qui produit exactement les mêmes entrées dans la table des traces. Du coup, le système de règles a causé un parcours supplémentaire dans la table `donnees_lacet` qui n'est absolument pas nécessaire. et le même parcours redondant est fait une fois de plus dans l'`update`. mais ce fut réellement un travail difficile de rendre tout ceci possible.

Maintenant, nous faisons une démonstration finale du système de règles de PostgreSQL™ et de sa puissance. disons que nous ajoutons quelques lacets avec des couleurs extraordinaires à votre base de données :

```

INSERT INTO lacet VALUES ('s19', 0, 'pink', 35.0, 'inch', 0.0);
INSERT INTO lacet VALUES ('s110', 1000, 'magenta', 40.0, 'inch', 0.0);

```

Nous voulons créer une vue vérifiant les entrées `lacet` qui ne correspondent à aucune chaussure pour la couleur. Voici la vue :

```
CREATE VIEW lacet_mismatch AS
    SELECT * FROM lacet WHERE NOT EXISTS
        (SELECT nom_chaussure FROM chaussure WHERE couleur = couleur_lacet);
```

Sa sortie est :

```
SELECT * FROM lacet_mismatch;

nom_lacet | dispo_lacet | couleur_lacet | longueur_lacet | unite_lacet |
longueur_lacet_cm
-----+-----+-----+-----+-----+
s19      |      0 | pink       |      35 | inch      |
88.9
s110     |  1000 | magenta    |      40 | inch      |
101.6
```

Maintenant, nous voulons la configurer pour que les lacets qui ne correspondent pas et qui ne sont pas en stock soient supprimés de la base de données. Pour rendre la chose plus difficile à PostgreSQL™, nous ne les supprimons pas directement. À la place, nous créons une vue supplémentaire :

```
CREATE VIEW lacet_can_delete AS
    SELECT * FROM lacet_mismatch WHERE dispo_lacet = 0;
```

et le faisons de cette façon :

```
DELETE FROM lacet WHERE EXISTS
    (SELECT * FROM lacet_can_delete
        WHERE nom_lacet = lacet.nom_lacet);
```

voilà :

```
SELECT * FROM lacet;

nom_lacet | dispo_lacet | couleur_lacet | longueur_lacet | unite_lacet |
longueur_lacet_cm
-----+-----+-----+-----+-----+
s11      |      5 | black      |      80 | cm       |
80
s12      |      6 | black      |     100 | cm       |
100
s17      |      6 | brown     |      60 | cm       |
60
s14      |      8 | black      |      40 | inch     |
101.6
s13      |     10 | black      |      35 | inch     |
88.9
s18      |     21 | brown     |      40 | inch     |
101.6
s110     |  1000 | magenta    |      40 | inch     |
101.6
s15      |      4 | brown      |      1  | m        |
100
s16      |     20 | brown      |      0.9 | m        |
90
(9 rows)
```

Un **delete** sur une vue, avec une qualification de sous-requête qui utilise au total quatre vues imbriquées/jointes, où l'une d'entre elles a une qualification de sous-requête contenant une vue et où les colonnes des vues calculées sont utilisées, est réécrite en un seul arbre de requête qui supprime les données demandées sur la vraie table.

Il existe probablement seulement quelques situations dans le vrai monde où une telle construction est nécessaire. Mais, vous vous sentez mieux quand cela fonctionne.

39.5. Règles et droits

À cause de la réécriture des requêtes par le système de règles de PostgreSQL™, d'autres tables/vues que celles utilisées dans la requête originale pourraient être accédées. Lorsque des règles de mise à jour sont utilisées, ceci peut inclure des droits d'écriture sur les tables.

Les règles de réécriture n'ont pas de propriétaire séparé. Le propriétaire d'une relation (table ou vue) est automatiquement le propriétaire des règles de réécriture qui lui sont définies. Le système de règles de PostgreSQL™ modifie le comportement du système de contrôle d'accès par défaut. Les relations qui sont utilisées à cause des règles se voient vérifier avec les droits du propriétaire de la règle, et non avec ceux de l'utilisateur appelant cette règle. Ceci signifie qu'un utilisateur a seulement besoin des droits requis pour les tables/vues qu'il nomme explicitement dans ses requêtes.

Par exemple : un utilisateur a une liste de numéros de téléphone dont certains sont privés, les autres étant d'intérêt pour l'assistant du bureau. Il peut construire de cette façon :

```
CREATE TABLE phone_data (person text, phone text, private boolean);
CREATE VIEW phone_number AS
    SELECT person, CASE WHEN NOT private THEN phone END AS phone
        FROM phone_data;
GRANT SELECT ON phone_number TO assistant;
```

Personne en dehors de cet utilisateur (et les superutilisateurs de la base de données) ne peut accéder à la table phone_data. mais, à cause du **grant**, l'assistant peut lancer un **select** sur la vue phone_number. le système de règles réécritra le **select** sur phone_number en un **select** sur phone_data. Comme l'utilisateur est le propriétaire de phone_number et du coup le propriétaire de la règle, le droit de lecture de phone_data est maintenant vérifié avec ses propres priviléges et la requête est autorisée. La vérification de l'accès à phone_number est aussi réalisée mais ceci est fait avec l'utilisateur appelant, donc personne sauf l'utilisateur et l'assistant ne peut l'utiliser.

Les droits sont vérifiés règle par règle. Donc, l'assistant est actuellement le seul à pouvoir voir les numéros de téléphone publiques. Mais l'assistant peut configurer une autre vue et autoriser l'accès au public. Du coup, tout le monde peut voir les données de phone_number via la vue de l'assistant. Ce que l'assistant ne peut pas faire est de créer une vue qui accède directement à phone_data (en fait, il le peut mais cela ne fonctionnera pas car tous les accès seront refusés lors de la vérification des droits). Dès que l'utilisateur s'en rendra compte, du fait que l'assistant a ouvert la vue phone_number à tout le monde, il peut révoquer son accès. Immédiatement, tous les accès de la vue de l'assistant échoueront.

Il pourrait être dit que cette vérification règle par règle est une brèche de sécurité mais ce n'est pas le cas. Si cela ne fonctionne pas de cette façon, l'assistant pourrait copier une table avec les mêmes colonnes que phone_number et y copier les données une fois par jour. Du coup, ce sont ces propres données et il peut accorder l'accès à tout le monde si il le souhaite. Une commande **grant** signifie « j'ai confiance en vous ». Si quelqu'un en qui vous avez confiance se comporte ainsi, il est temps d'y réfléchir et d'utiliser **revoke**.

Notez que, bien que les vues puissent être utilisées pour cacher le contenu de certaines colonnes en utilisant la technique montrée ci-dessus, elles ne peuvent pas être utilisées de manière fiable pour cacher des données dans des lignes invisibles sauf si le drapeau security_barrier a été initialisé. Par exemple, la vue suivante n'est pas sécurisée :

```
CREATE VIEW phone_number AS
    SELECT person, phone FROM phone_data WHERE phone NOT LIKE '412%';
```

Cette vue peut sembler sécurisée car le système de règles va réécrire tout **SELECT** à partir de phone_number dans un **SELECT** à partir de phone_data et ajouter la qualification permettant de filtre les enregistrements dont la colonne phone ne commence pas par 412. Mais si l'utilisateur peut créer ses propres fonctions, il n'est pas difficile de convaincre le planificateur d'exécuter la fonction définie par l'utilisateur avant l'expression NOT LIKE.

```
CREATE FUNCTION tricky(text, text) RETURNS bool AS $$%
BEGIN
    RAISE NOTICE '% => %', $1, $2;
    RETURN true;
END
$$ LANGUAGE plpgsql COST 0.00000000000000000000000000000001;

SELECT * FROM phone_number WHERE tricky(person, phone);
```

Chaque personne et chaque numéro de téléphone de la table phone_data sera affiché dans un NOTICE car le planificateur choisira d'exécuter la procédure tricky avant le NOT LIKE car elle est moins coûteuse. Même si l'utilisateur ne peut pas définir des nouvelles fonctions, les fonctions internes peuvent être utilisées pour des attaques similaires. (Par exemple, la plupart des fonctions de conversions affichent les valeurs en entrée dans le message d'erreur qu'elles fournissent.)

Des considérations similaires s'appliquent aussi aux règles de mise à jour. Dans les exemples de la section précédente, le proprié-

taire des tables de la base de données d'exemple pourrait accorder les droits `select`, `insert`, `update` et `delete` sur la vue `lacet` à quelqu'un d'autre mais seulement `select` sur `lacet_log`. L'action de la règle pourrait écrire des entrées de trace qui seraient toujours exécutées avec succès et que l'autre utilisateur pourrait voir. Mais il ne peut pas créer d'entrées fausses, pas plus qu'il ne peut manipuler ou supprimer celles qui existent. Dans ce cas, il n'existe pas de possibilité de subvertir les règles en convaincant le planificateur de modifier l'ordre des opérations car la seule règle qui fait référence à `shoelace_log` est un `INSERT` non qualifié. Ceci pourrait ne plus être vrai dans les scénarios complexes.

Lorsqu'il est nécessaire qu'une vue fournisse une sécurité au niveau des lignes, l'attribut `security_barrier` doit être appliqué à la vue. Ceci empêche des fonctions et des opérateurs choisis spécialement de voir des valeurs de lignes jusqu'à ce que la vue ait fait son travail. Par exemple, si la vue montrée ci-dessus a été créée ainsi, elle serait sécurisée :

```
CREATE VIEW phone_number WITH (security_barrier) AS
    SELECT person, phone FROM phone_data WHERE phone NOT LIKE '412%';
```

Les vues créées avec l'attribut `security_barrier` peuvent avoir de bien pires performances que les vues créées sans cette option. En général, il n'y a pas de moyen de l'éviter : le plan le plus rapide doit être éviter si cela compromet la sécurité. Pour cette raison, cette option n'est pas activée par défaut.

Le planificateur de requêtes a plus de flexibilité lorsqu'il s'occupe de fonctions qui n'ont pas d'effets de bord. Ces fonctions sont qualifiées de `LEAKPROOF` et incluent de nombreux opérateurs simples fréquemment utilisés, comme les opérateurs d'égalité. Le planificateur de requêtes peut en tout sécurité permettre à de telles fonctions d'être évaluées à tout moment dans l'exécution de la requête car les appeler sur des lignes invisibles à l'utilisateur ne pourra pas faire transpirer ces informations sur les lignes invisibles. De plus, les fonctions qui ne prennent pas d'arguments ou à qui aucun argument n'est passé à partir de la vue disposant de l'option `security_barrier` n'ont pas besoin d'être marquées `LEAKPROOF` pour être exécutées avant car elles ne reçoivent jamais des données de la vue. En contraste complet, une fonction qui peut envoyer des erreurs dépendant des valeurs reçues en argument (comme les fonctions qui renvoient une erreur dans le cas d'un dépassement de capacité ou de division par zéro) ne sont pas `LEAKPROOF`, et risquent de fournir des informations sur les lignes invisibles si elles sont exécutées avant que la vue ne les filtre.

Il est important de comprendre que, même une vue créée avec l'option `security_barrier` est supposée être sécurisée dans le sens où le contenu de lignes invisibles ne sera pas passé à des fonctions supposées non sécurisées. L'utilisateur pourrait bien avoir d'autres moyens pour accéder aux données non vues ; par exemple, ils peuvent voir le plan d'exécution en utilisant `EXPLAIN` ou mesurer la durée d'exécution de requêtes sur la vue. Un attaquant pourrait être capable de deviner certaines informations comme la quantité de données invisibles, voire obtenir des informations sur la distribution des données ou les valeurs les plus communes (ces informations affectent la durée d'exécution de la requête ; ou même, comme elles font partie des statistiques de l'optimiseur, du choix du plan). Si ces types d'attaques vous posent problème, il est alors déconseillé de donner l'accès aux données.

39.6. Règles et statut de commande

Le serveur PostgreSQL™ renvoie une chaîne de statut de commande, comme `insert 149592 1`, pour chaque commande qu'il reçoit. C'est assez simple lorsqu'il n'y a pas de règles impliquées. Mais qu'arrive-t'il lorsque la requête est réécrite par des règles ?

Les règles affectent le statut de la commande de cette façon :

- S'il n'y a pas de règle `instead` inconditionnelle pour la requête, alors la requête donnée originellement sera exécutée et son statut de commande sera renvoyé comme d'habitude. (Mais notez que s'il y avait des règles `instead` conditionnelles, la négation de leur qualifications sera ajouté à la requête initiale. Ceci pourrait réduire le nombre de lignes qu'il traite et, si c'est le cas, le statut rapporté en sera affecté.)
- S'il y a des règles `instead` inconditionnelles pour la requête, alors la requête originale ne sera pas exécutée du tout. Dans ce cas, le serveur renverra le statut de la commande pour la dernière requête qui a été insérée par une règle `instead` (conditionnelle ou non) et est du même type de commande (`insert`, `update` ou `delete`) que la requête originale. Si aucune requête ne rencontrant ces pré-requis n'est ajoutée à une règle, alors le statut de commande renvoyé affiche le type de requête original et annule le compteur de ligne et le champ OID.

Le programmeur peut s'assurer que toute règle `instead` désirée est celle qui initialise le statut de commande dans le deuxième cas en lui donnant un nom de règle étant le dernier en ordre alphabétique parmi les règles actives pour qu'elle soit appliquée en dernier.

39.7. Règles contre déclencheurs

Beaucoup de choses pouvant se faire avec des déclencheurs peuvent aussi être implémentées en utilisant le système de règles de PostgreSQL™. Un des points qui ne pourra pas être implémenté par les règles en certains types de contraintes, notamment les clés étrangères. Il est possible de placer une règle qualifiée qui réécrit une commande en `nothing` si la valeur d'une colonne

n'apparaît pas dans l'autre table. Mais alors les données sont jetées et ce n'est pas une bonne idée. Si des vérifications de valeurs valides sont requises et dans le cas où il y a une erreur invalide, un message d'erreur devrait être généré et cela devra se faire avec un déclencheur.

Dans ce chapitre, nous avons ciblé l'utilisation des règles pour mettre à jour des vues. Tous les exemples de règles de mise à jour de ce chapitre peuvent aussi être implémentés en utilisant les triggers `INSTEAD OF` sur les vues. Écrire ce type de triggers est souvent plus facile qu'écrire des règles, tout particulièrement si une logique complexe est requise pour réaliser la mise à jour.

Pour les éléments qui peuvent être implémentés par les deux, ce qui sera le mieux dépend de l'utilisation de la base de données. Un déclencheur est exécuté une fois pour chaque ligne affectée. Une règle modifie la requête ou en génère une autre. Donc, si un grand nombre de lignes sont affectées pour une instruction, une règle lançant une commande supplémentaire sera certainement plus rapide qu'un déclencheur appelé pour chaque ligne et qui devra exécuter ces opérations autant de fois. Néanmoins, l'approche du déclencheur est conceptuellement plus simple que l'approche de la règle et est plus facile à utiliser pour les novices.

Ici, nous montrons un exemple où le choix d'une règle ou d'un déclencheur joue sur une situation. Voici les deux tables :

```
CREATE TABLE ordinateur (
    nom_hote      text,      -- indexé
    constructeur   text,      -- indexé
);
CREATE TABLE logiciel (
    logiciel      text,      -- indexé
    nom_hote      text,      -- indexé
);
```

Les deux tables ont plusieurs milliers de lignes et les index sur `nom_hote` sont uniques. La règle ou le déclencheur devrait implémenter une contrainte qui supprime les lignes de `logiciel` référençant un ordinateur supprimé. Le déclencheur utiliserait cette commande :

```
DELETE FROM logiciel WHERE nom_hote = $1;
```

Comme le déclencheur est appelé pour chaque ligne individuelle supprimée à partir de `ordinateur`, il peut préparer et sauvegarder le plan pour cette commande et passer la valeur `nom_hote` dans le paramètre. La règle devra être réécrite ainsi :

```
CREATE RULE ordinateur_del AS ON DELETE TO ordinateur
    DO DELETE FROM logiciel WHERE nom_hote = OLD.nom_hote;
```

Maintenant, nous apercevons différents types de suppressions. Dans le cas d'un :

```
DELETE FROM ordinateur WHERE nom_hote = 'mypc.local.net';
```

la table `ordinateur` est parcourue par l'index (rapide), et la commande lancée par le déclencheur pourrait aussi utiliser un parcours d'index (aussi rapide). La commande supplémentaire provenant de la règle serait :

```
DELETE FROM logiciel WHERE ordinateur.nom_hote = 'mypc.local.net'
    AND logiciel.nom_hote = ordinateur.nom_hote;
```

Comme il y a une configuration appropriée des index, le planificateur créera un plan :

```
Nestloop
    -> Index Scan using comp_hostidx on ordinateur
    -> Index Scan using soft_hostidx on logiciel
```

Donc, il n'y aurait pas trop de différence de performance entre le déclencheur et l'implémentation de la règle.

Avec la prochaine suppression, nous voulons nous débarrasser des 2000 ordinateurs où `nom_hote` commence avec `old`. Il existe deux commandes possibles pour ce faire. Voici l'une d'elle :

```
DELETE FROM ordinateur WHERE nom_hote >= 'old'
    AND nom_hote < 'ole'
```

La commande ajoutée par la règle sera :

```
DELETE FROM logiciel WHERE ordinateur.nom_hote >= 'old'
    AND ordinateur.nom_hote < 'ole'
    AND logiciel.nom_hote = ordinateur.nom_hote;
```

avec le plan :

```
Hash Join
  -> Seq Scan on logiciel
  -> Hash
  -> Index Scan using comp_hostidx on ordinateur
```

L'autre commande possible est :

```
DELETE FROM ordinateur WHERE nom_hote ~ '^old';
```

ce qui finira dans le plan d'exécution suivant pour la commande ajoutée par la règle :

```
Nestloop
  -> Index Scan using comp_hostidx on ordinateur
  -> Index Scan using soft_hostidx on logiciel
```

Ceci montre que le planificateur ne réalise pas que la qualification pour *nom_hote* dans *ordinateur* pourrait aussi être utilisée pour un parcours d'index sur *logiciel* quand il existe plusieurs expressions de qualifications combinées avec *and*, ce qui correspond à ce qu'il fait dans la version expression rationnelle de la commande. Le déclencheur sera appelé une fois pour chacun des 2000 anciens ordinateurs qui doivent être supprimés, et ceci résultera en un parcours d'index sur *ordinateur* et 2000 parcours d'index sur *logiciel*. L'implémentation de la règle le fera en deux commandes qui utilisent les index. Et cela dépend de la taille globale de la table *logiciel*, si la règle sera toujours aussi rapide dans la situation du parcours séquentiel. 2000 exécutions de commandes à partir du déclencheur sur le gestionnaire SPI prend un peu de temps, même si tous les blocs d'index seront rapidement dans le cache.

La dernière commande que nous regardons est :

```
DELETE FROM ordinateur WHERE constructeur = 'bim';
```

De nouveau, ceci pourrait résulter en de nombreuses lignes à supprimer dans *ordinateur*. donc, le déclencheur lancera de nouveau de nombreuses commandes via l'exécuteur. La commande générée par la règle sera :

```
DELETE FROM logiciel WHERE ordinateur.constructeur = 'bim'
                           AND logiciel.nom_hote = ordinateur.nom_hote;
```

Le plan pour cette commande sera encore la boucle imbriquée sur les deux parcours d'index, en utilisant seulement un index différent sur *ordinateur* :

```
Nestloop
  -> Index Scan using comp_manufidx on ordinateur
  -> Index Scan using soft_hostidx on logiciel
```

Dans chacun de ces cas, les commandes supplémentaires provenant du système de règles seront plus ou moins indépendantes du nombre de lignes affectées en une commande.

Voici le résumé, les règles seront seulement significativement plus lentes que les déclencheurs si leur actions résultent en des jointures larges et mal qualifiées, une situation où le planificateur échoue.

Chapitre 40. Langages de procédures

PostgreSQL™ permet l'écriture de fonctions et de procédures dans des langages différents du SQL et du C. Ces autres langages sont appelés génériquement des *langages de procédures* (LP, PL en anglais). Le serveur ne possède pas d'interpréteur interne des fonctions écrites dans un langage de procédures. La tâche est donc dévolue à un gestionnaire particulier qui, lui, connaît les détails du langage. Le gestionnaire peut prendre en charge le travail de découpage, d'analyse syntaxique, d'exécution, etc., ou simplement servir de « colle » entre PostgreSQL™ et une implémentation existante d'un langage de programmation. Le gestionnaire est lui-même une fonction en langage C compilée dans une bibliothèque partagée et chargée à la demande, comme toute autre fonction C.

Il existe à ce jour quatre langages de procédures dans la distribution standard de PostgreSQL™ : PL/pgSQL (Chapitre 41, PL/pgSQL - Langage de procédures SQL), PL/Tcl (Chapitre 42, PL/Tcl - Langage de procédures Tcl), PL/Perl (Chapitre 43, PL/Perl - Langage de procédures Perl) et PL/Python (Chapitre 44, PL/Python - Langage de procédures Python).

Il existe d'autres langages de procédures qui ne sont pas inclus dans la distribution principale. L'Annexe H, Projets externes propose des pistes pour les trouver. De plus, d'autres langages peuvent être définis par les utilisateurs. Les bases de développement d'un nouveau langage de procédures sont couvertes dans le Chapitre 54, Écrire un gestionnaire de langage procédural.

40.1. Installation des langages de procédures

Un langage de procédures doit être « installé » dans toute base de données amenée à l'utiliser. Les langages de procédures installés dans la base de données template1 sont automatiquement disponibles dans toutes les bases de données créées par la suite. **CREATE DATABASE** recopie en effet toutes les informations disponibles dans la base template1. Il est ainsi possible pour l'administrateur de définir, par base, les langages disponibles et d'en rendre certains disponibles par défaut.

Pour les langages fournis avec la distribution standard, l'installation dans la base courante se fait simplement par l'exécution de la commande **CREATE EXTENSION** *langage*. On peut également utiliser le programme createlang(1) pour installer le langage en ligne de commande. Par exemple, pour installer le langage PL/Perl dans la base de données template1, on écrit :

```
createlang plperl template1
```

La procédure manuelle décrite ci-dessous n'est recommandée que pour installer des langages qui ne sont pas disponibles sous la forme d'extensions.

Procédure 40.1. Installation manuelle de langages de procédures

Un langage de procédures s'installe en cinq étapes effectuées obligatoirement par le superutilisateur des bases de données. Dans la plupart des cas, les commandes SQL nécessaires doivent être placées dans un script d'installation d'une « extension », pour que la commande **CREATE EXTENSION** puisse être utilisé pour installer le langage.

1. La bibliothèque partagée du gestionnaire de langage doit être compilée et installée dans le répertoire de bibliothèques approprié. Cela se déroule comme la construction et l'installation de modules de classiques fonctions C utilisateur ; voir la Section 36.9.6, « Compiler et lier des fonctions chargées dynamiquement ». Il arrive souvent que le gestionnaire du langage dépende d'une bibliothèque externe fournissant le moteur de langage ; dans ce cas, elle doit aussi être installée.
2. Le gestionnaire doit être déclaré par la commande

```
CREATE FUNCTION nom_fonction_gestionnaire()
RETURNS gestionnaire_langage
AS 'chemin-vers-objet-partagé'
LANGUAGE C STRICT;
```

Le type de retour spécial *gestionnaire_langage* indique au système que cette fonction ne renvoie pas un type de données SQL et n'est, de ce fait, pas utilisable directement dans des expressions SQL.

3. En option, le gestionnaire de langages peut fournir une fonction de gestion « en ligne » qui permet l'exécution de blocs de code anonyme (commandes DO(7)) écrits dans ce langage. Si une fonction de gestion en ligne est fourni par le langage, déclarez-le avec une commande comme

```
CREATE FUNCTION nom_fonction_en_ligne(internal)
RETURNS void
AS 'chemin-vers-objet-partagé'
LANGUAGE C;
```

4. En option, le gestionnaire de langages peut fournir une fonction de « validation » qui vérifie la définition d'une fonction sans réellement l'exécuter. La fonction de validation, si elle existe, est appelée par **CREATE FUNCTION**. Si une telle fonction est fournie par le langage, elle sera déclarée avec une commande de la forme

```
CREATE FUNCTION nom_fonction_validation(oid)
RETURNS void
AS 'chemin-vers-objet-partagé'
LANGUAGE C;
```

5. Le LP doit être déclaré par la commande

```
CREATE [TRUSTED] [PROCEDURAL] LANGUAGE nom_langage
HANDLER nom_fonction_gestionnaire
[INLINE nom_fonction_en_ligne]
[VALIDATOR nom_fonction_valideur];
```

Le mot clé optionnel TRUSTED (autrement dit, digne de confiance) indique que le langage n'autorise pas l'accès à des données normalement inaccessible à cet utilisateur. Les langages de confiance sont conçus pour les utilisateurs standards de la base de données, c'est-à-dire ceux qui ne sont pas superutilisateurs, et les autorisent à créer en tout sécurité des fonctions et des procédures pour triggers. Les fonctions en langage de procédures étant exécutées au sein du serveur, le paramètre TRUSTED ne devrait être positionné que pour les langages n'accédant pas aux organes internes du serveur ou au système de fichiers. Les langages PL/pgSQL, PL/Tcl, et PL/Perl sont considérés comme dignes de confiance ; les langages PL/TclU, PL/PerlU, et PL/PythonU sont conçus pour fournir des fonctionnalités illimitées et ne devraient *pas* être marqués dignes de confiance.

L'Exemple 40.1, « Installation manuelle de PL/Perl » présente le fonctionnement de la procédure d'installation manuelle du langage PL/Perl.

Exemple 40.1. Installation manuelle de PL/Perl

La commande suivante indique au serveur l'emplacement de la bibliothèque partagée pour la fonction de gestion des appels du langage PL/Perl.

```
CREATE FUNCTION plperl_call_handler() RETURNS language_handler AS
'$libdir/plperl' LANGUAGE C;
```

PL/Perl a une fonction de gestion en ligne et une fonction de validation, donc nous déclarons aussi celles-ci :

```
CREATE FUNCTION plperl_inline_handler(internal) RETURNS void AS
'$libdir/plperl' LANGUAGE C;

CREATE FUNCTION plperl_validator(oid) RETURNS void AS
'$libdir/plperl' LANGUAGE C STRICT;
```

La commande :

```
CREATE TRUSTED PROCEDURAL LANGUAGE plperl
HANDLER plperl_call_handler
INLINE plperl_inline_handler
VALIDATOR plperl_validator;
```

indique l'évocation des fonctions précédentes pour les fonctions et procédures de déclencheur lorsque l'attribut de langage est `plperl`.

Lors de l'installation par défaut de PostgreSQL™, le gestionnaire du langage PL/pgSQL est compilé et installé dans le répertoire des bibliothèques (« lib ») ; de plus, le langage PL/pgSQL est installé dans toutes les bases de données. Si le support de Tcl est configuré, les gestionnaires pour PL/Tcl et PL/TclU sont construits et installés dans le répertoire des bibliothèques mais le langage lui-même n'est pas installé par défaut dans les bases de données. De la même façon, les gestionnaires pour PL/Perl et PL/PerlU sont construits et installés si le support de Perl est configuré et le gestionnaire pour PL/PythonU est installé si le support de Python est configuré mais ces langages ne sont pas installés par défaut.

Chapitre 41. PL/pgSQL - Langage de procédures SQL

41.1. Aperçu

PL/pgSQL est un langage de procédures chargeable pour le système de bases de données PostgreSQL™. Les objectifs de la conception de PL/pgSQL ont été de créer un langage de procédures chargeable qui

- est utilisé pour créer des fonctions standards et triggers,
- ajoute des structures de contrôle au langage SQL,
- permet d'effectuer des traitements complexes,
- hérite de tous les types, fonctions et opérateurs définis par les utilisateurs,
- est défini comme digne de confiance par le serveur,
- est facile à utiliser.

Les fonctions PL/pgSQL acceptent un nombre variable d'arguments en utilisant le marqueur VARIADIC. Cela fonctionne exactement de la même façon pour les fonctions SQL, comme indiqué dans Section 36.4.5, « Fonctions SQL avec un nombre variables d'arguments ».

Les fonctions écrites en PL/pgSQL peuvent être utilisées partout où une fonction intégrée peut l'être. Par exemple, il est possible de créer des fonctions complexes de traitement conditionnel et, par la suite, de les utiliser pour définir des opérateurs ou de les utiliser dans des expressions d'index.

À partir de la version 9.0 de PostgreSQL™, PL/pgSQL est installé par défaut. Il reste toutefois un module chargeable et les administrateurs craignant pour la sécurité de leur instance pourront le retirer.

41.1.1. Avantages de l'utilisation de PL/pgSQL

SQL est le langage que PostgreSQL™ et la plupart des autres bases de données relationnelles utilisent comme langage de requête. Il est portable et facile à apprendre, mais chaque expression SQL doit être exécutée individuellement par le serveur de bases de données.

Cela signifie que votre application client doit envoyer chaque requête au serveur de bases de données, attendre que celui-ci la traite, recevoir et traiter les résultats, faire quelques calculs, et enfin envoyer d'autres requêtes au serveur. Tout ceci induit des communications interprocessus et induit aussi une surcharge du réseau si votre client est sur une machine différente du serveur de bases de données.

Grâce à PL/pgSQL vous pouvez grouper un bloc de traitement et une série de requêtes *au sein* du serveur de bases de données, et bénéficier ainsi de la puissance d'un langage de procédures, mais avec de gros gains en terme de communication client/serveur.

- Les allers/retours entre le client et le serveur sont éliminés
- Il n'est pas nécessaire de traiter ou transférer entre le client et le serveur les résultats intermédiaires dont le client n'a pas besoin
- Les va-et-vient des analyses de requêtes peuvent être évités

Ceci a pour conséquence une augmentation considérable des performances en comparaison à une application qui n'utilise pas les procédures stockées.

Ainsi, avec PL/pgSQL vous pouvez utiliser tous les types de données, opérateurs et fonctions du SQL.

41.1.2. Arguments supportés et types de données résultats

Les fonctions écrites en PL/pgSQL peuvent accepter en argument n'importe quel type de données supporté par le serveur, et peuvent renvoyer un résultat de n'importe lequel de ces types. Elles peuvent aussi accepter ou renvoyer n'importe quel type composite (type ligne) spécifié par nom. Il est aussi possible de déclarer une fonction PL/pgSQL renvoyant un type record, signifiant que le résultat est un type ligne dont les colonnes sont déterminées par spécification dans la requête appelante (voir la Section 7.2.1.4, « Fonctions de table »).

Les fonctions PL/pgSQL acceptent en entrée et en sortie les types polymorphes anyelement, anyarray, anynonarray, anyenum et anyrange. Le type de données réel géré par une fonction polymorphe peut varier d'appel en appel (voir la Section 36.2.5, « Types et fonctions polymorphes »). Voir l'exemple de la Section 41.3.1, « Déclarer des paramètres de fonctions ».

Les fonctions PL/pgSQL peuvent aussi renvoyer un ensemble de lignes (ou une table) de n'importe lequel des type de données dont les fonctions peuvent renvoyer une instance unique. Ces fonctions génèrent leur sortie en exécutant RETURN NEXT pour chaque élément désiré de l'ensemble résultat ou en utilisant RETURN QUERY pour afficher le résultat de l'évaluation d'une requête.

Enfin, une fonction PL/pgSQL peut être déclarée comme renvoyant void si elle n'a pas de valeur de retour utile.

Les fonctions PL/pgSQL peuvent aussi être déclarées avec des paramètres en sortie à la place de la spécification explicite du code de retour. Ceci n'ajoute pas de fonctionnalité fondamentale au langage mais c'est un moyen agréable principalement pour renvoyer plusieurs valeurs. La notation RETURNS TABLE peut aussi être utilisé à la place de RETURNS SETOF.

Des exemples spécifiques apparaissent dans la Section 41.3.1, « Déclarer des paramètres de fonctions » et la Section 41.6.1, « Retour d'une fonction ».

41.2. Structure de PL/pgSQL

Les fonctions écrites en PL/pgSQL sont définies auprès du serveur en exécutant les commandes CREATE FUNCTION(7). Une telle commande pourrait ressembler à ceci :

```
CREATE FUNCTION une_fonction(integer, text) RETURNS integer
AS 'texte du corps de la fonction'
LANGUAGE plpgsql;
```

Le corps de la fonction est une simple chaîne littérale pour ce qui concerne **CREATE FUNCTION**. Il est souvent utile d'utiliser les guillemets dollars (voir Section 4.1.2.4, « Constantes de chaînes avec guillemet dollar ») pour écrire le corps de la fonction, plutôt que la syntaxe normale à base de guillemets simples. Sans les guillemets dollar, tout guillement simple et antislashes dans le corps de la fonction doit être échappé en les doublant. Pratiquement tous les exemples de ce chapitre utilisent les littéraux en guillemets dollars dans les corps des fonctions.

PL/pgSQL est un langage structuré en blocs. Le texte complet du corps d'une fonction doit être un *bloc*. Un bloc est défini comme :

```
[ <<label>> ]
[ DECLARE
    déclarations ]
BEGIN
    instructions
END [ label ];
```

Chaque déclaration et chaque expression au sein du bloc est terminé par un point-virgule. Un bloc qui apparaît à l'intérieur d'un autre bloc doit avoir un point-virgule après END (voir l'exemple ci-dessus) ; néanmoins, le END final qui conclut le corps d'une fonction n'a pas besoin de point-virgule.



Astuce

Une erreur habituelle est d'écrire un point-virgule immédiatement après BEGIN. C'est incorrect et a comme résultat une erreur de syntaxe.

Un *label* est seulement nécessaire si vous voulez identifier le bloc à utiliser dans une instruction EXIT ou pour qualifier les noms de variable déclarées dans le bloc. Si un label est écrit après END, il doit correspondre au label donné au début du bloc.

Tous les mots clés sont insensibles à la casse. Les identifiants sont convertis implicitement en minuscule sauf dans le cas de l'utilisation de guillemets doubles. Le comportement est donc identique à celui des commandes SQL habituelles.

Les commentaires fonctionnent de la même manière tant dans du PL/pgSQL que dans le code SQL. Un double tiret (--) commence un commentaire et celui-ci continue jusqu'à la fin de la ligne. Un /* commence un bloc de commentaire qui continue jusqu'au */ correspondant. Les blocs de commentaires peuvent imbriquer les uns dans les autres.

Chaque expression de la section expression d'un bloc peut être un *sous-bloc*. Les sous-blocs peuvent être utilisés pour des groupements logiques ou pour situer des variables locales dans un petit groupe d'instructions. Les variables déclarées dans un sous-bloc masquent toute variable nommée de façon similaire dans les blocs externes pendant toute la durée du sous-bloc. Cependant, vous pouvez accéder aux variables externes si vous qualifiez leur nom du label de leur bloc. Par exemple :

```

CREATE FUNCTION une_fonction() RETURNS integer AS $$ 
<< blocexterne >>
DECLARE
    quantite integer := 30;
BEGIN
    RAISE NOTICE 'quantité vaut ici %', quantite; -- affiche 30
    quantite := 50;
    --
    -- Crée un sous-bloc
    --
    DECLARE
        quantite integer := 80;
    BEGIN
        RAISE NOTICE 'quantite vaut ici %', quantite; -- affiche 80
        RAISE NOTICE 'la quantité externe vaut ici %', blocexterne.quantite; -- 
affiche 50
    END;

    RAISE NOTICE 'quantité vaut ici %', quantite; -- affiche 50

    RETURN quantite;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

```



Note

Il existe un bloc externe caché entourant le corps de toute fonction PL/pgSQL. Ce bloc fournit la déclaration des paramètres de la fonction ainsi que quelques variables spéciales comme FOUND (voir la Section 41.5.5, « Obtention du statut du résultat »). Le bloc externe a pour label le nom de la fonction. Cela a pour conséquence que les paramètres et les variables spéciales peuvent être qualifiés du nom de la fonction.

Il est important de ne pas confondre l'utilisation de **BEGIN/END** pour grouper les instructions dans PL/pgSQL avec les commandes pour le contrôle des transactions. Les **BEGIN/END** de PL/pgSQL ne servent qu'au groupement ; ils ne débutent ni ne terminent une transaction. Les fonctions standards et les fonctions triggers sont toujours exécutées à l'intérieur d'une transaction établie par une requête extérieure -- ils ne peuvent pas être utilisés pour commencer ou valider une transaction car ils n'auraient pas de contexte pour s'exécuter. Néanmoins, un bloc contenant une clause EXCEPTION forme réellement une sous-transaction qui peut être annulée sans affecter la transaction externe. Pour plus d'informations sur ce point, voir la Section 41.6.6, « Récupérer les erreurs ».

41.3. Déclarations

Toutes les variables utilisées dans un bloc doivent être déclarées dans la section déclaration du bloc. Les seules exceptions sont que la variable de boucle d'une boucle FOR effectuant une itération sur des valeurs entières est automatiquement déclarée comme variable entière (type integer), et de la même façon une variable de boucle FOR effectuant une itération sur le résultat d'un curseur est automatiquement déclarée comme variable de type record.

Les variables PL/pgSQL peuvent être de n'importe quel type de données tels que integer, varchar et char.

Quelques exemples de déclaration de variables :

```

id_utilisateur integer;
quantité numeric(5);
url varchar;
ma_ligne nom_table%ROWTYPE;
mon_champ nom_table.nom_colonne%TYPE;
une_ligne RECORD;

```

La syntaxe générale d'une déclaration de variable est :

```

nom [ CONSTANT ] type [ COLLATE nom_collationnement ] [ NOT NULL ] [ { DEFAULT | := | = } expression ];

```

La clause DEFAULT, si indiquée, spécifie la valeur initiale affectée à la variable quand on entre dans le bloc. Si la clause DEFAULT n'est pas indiquée, la variable est initialisée à la valeur SQL NULL. L'option CONSTANT empêche la modification de la

variable après initialisation, de sorte que sa valeur reste constante pour la durée du bloc. L'option COLLATE indique le collationnement à utiliser pour la variable (voir Section 41.3.6, « Collationnement des variables PL/pgSQL »). Si NOT NULL est spécifié, l'affectation d'une valeur NULL aboutira à une erreur d'exécution. Les valeurs par défaut de toutes les variables déclarées NOT NULL doivent être précisées, donc non NULL. Le signe d'égalité (=) peut être utilisé à la place de :=, qui lui est conforme au PL/SQL.

La valeur par défaut d'une variable est évaluée et affectée à la variable à chaque entrée du bloc (pas seulement une fois lors de l'appel de la fonction). Ainsi, par exemple, l'affectation de now() à une variable de type timestamp donnera à la variable l'heure de l'appel de la fonction courante, et non l'heure au moment où la fonction a été précompilée.

Exemples :

```
quantité integer DEFAULT 32;
url varchar := 'http://mysite.com';
id_utilisateur CONSTANT integer := 10;
```

41.3.1. Déclarer des paramètres de fonctions

Les paramètres passés aux fonctions sont nommés par les identifiants \$1, \$2, etc. Éventuellement, des alias peuvent être déclarés pour les noms de paramètres de type \$n afin d'améliorer la lisibilité. L'alias ou l'identifiant numérique peuvent être utilisés indifféremment pour se référer à la valeur du paramètre.

Il existe deux façons de créer un alias. La façon préférée est de donner un nom au paramètre dans la commande **CREATE FUNCTION**, par exemple :

```
CREATE FUNCTION taxe_ventes(sous_total real) RETURNS real AS $$  
BEGIN  
    RETURN sous_total * 0.06;  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

L'autre façon est de déclarer explicitement un alias en utilisant la syntaxe de déclaration :

```
nom ALIAS FOR $n;
```

Le même exemple dans ce style ressemble à ceci :

```
CREATE FUNCTION taxe_ventes(real) RETURNS real AS $$  
DECLARE  
    sous_total ALIAS FOR $1;  
BEGIN  
    RETURN sous_total * 0.06;  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;
```



Note

Ces deux exemples ne sont pas complètement identiques. Dans le premier cas, `sous_total` peut être référencé comme `taxe_ventes.sous_total`, alors que ce n'est pas possible dans le second cas. (Si nous avions attaché un label au bloc interne, `sous_total` aurait pu utiliser ce label à la place.)

Quelques exemples de plus :

```
CREATE FUNCTION instr(varchar, integer) RETURNS integer AS $$  
DECLARE  
    v_string ALIAS FOR $1;  
    index ALIAS FOR $2;  
BEGIN  
    -- quelques traitements utilisant ici v_string et index  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

```
CREATE FUNCTION concat_champs_selectionnes(in_t un_nom_de_table) RETURNS text AS $$  
BEGIN
```

```

    RETURN in_t.f1 || in_t.f3 || in_t.f5 || in_t.f7;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

Quand une fonction PL/pgSQL est déclarée avec des paramètres en sortie, ces derniers se voient attribués les noms \$n et des alias optionnels de la même façon que les paramètres en entrée. Un paramètre en sortie est une variable qui commence avec la valeur NULL ; il devrait se voir attribuer une valeur lors de l'exécution de la fonction. La valeur finale du paramètre est ce qui est renvoyée. Par exemple, l'exemple `taxe_ventes` peut s'écrire de cette façon :

```

CREATE FUNCTION taxe_ventes(sous_total real, OUT taxe real) AS $$

BEGIN
    taxe := sous_total * 0.06;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

Notez que nous avons omis RETURNS real. Nous aurions pu l'inclure mais cela aurait été redondant.

Les paramètres en sortie sont encore plus utiles lors du retour de plusieurs valeurs. Un exemple trivial est :

```

CREATE FUNCTION somme_n_produits(x int, y int, OUT somme int, OUT produit int) AS $$

BEGIN
    somme := x + y;
    produit := x * y;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

D'après ce qui a été vu dans la Section 36.4.4, « Fonctions SQL avec des paramètres en sortie », ceci crée réellement un type d'enregistrement anonyme pour les résultats de la fonction. Si une clause RETURNS est donnée, elle doit spécifier RETURNS record.

Voici une autre façon de déclarer une fonction PL/pgSQL, cette fois avec RETURNS TABLE :

```

CREATE FUNCTION extended_sales(p_itemno int)
RETURNS TABLE(quantity int, total numeric) AS $$

BEGIN
    RETURN QUERY SELECT s.quantity, s.quantity * s.price FROM sales AS s
              WHERE s.itemno = p_itemno;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

C'est exactement équivalent à déclarer un ou plusieurs paramètres OUT et à spécifier RETURNS SETOF *un_type*.

Lorsque le type de retour d'une fonction PL/pgSQL est déclaré comme type polymorphe (anyelement, anyarray, anynonarray, anyenum et anyrange), un paramètre spécial \$0 est créé. Son type de donnée est le type effectif de retour de la fonction, déduit d'après les types en entrée (voir la Section 36.2.5, « Types et fonctions polymorphes »). Ceci permet à la fonction d'accéder à son type de retour réel comme on le voit ici avec la Section 41.3.3, « Copie de types ». \$0 est initialisé à NULL et peut être modifié par la fonction, de sorte qu'il peut être utilisé pour contenir la variable de retour si besoin est, bien que cela ne soit pas requis. On peut aussi donner un alias à \$0. Par exemple, cette fonction s'exécute comme un opérateur + pour n'importe quel type de données :

```

CREATE FUNCTION ajoute_trois_valeurs(v1 anyelement, v2 anyelement, v3 anyelement)
RETURNS anyelement AS $$

DECLARE
    resultat ALIAS FOR $0;
BEGIN
    resultat := v1 + v2 + v3;
    RETURN resultat;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

Le même effet peut être obtenu en déclarant un ou plusieurs paramètres polymorphes en sortie de types. Dans ce cas, le paramètre spécial \$0 n'est pas utilisé ; les paramètres en sortie servent ce même but. Par exemple :

```

CREATE FUNCTION ajoute_trois_valeurs(v1 anyelement, v2 anyelement, v3 anyelement,
                                      OUT somme anyelement)
```

```
AS $$  
BEGIN  
    somme := v1 + v2 + v3;  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

41.3.2. ALIAS

```
nouveaunom ALIAS FOR anciennom;
```

La syntaxe ALIAS est plus générale que la section précédente pourrait faire croire : vous pouvez déclarer un alias pour n'importe quelle variable et pas seulement des paramètres de fonction. L'utilisation principale de cette instruction est l'attribution d'un autre nom aux variables aux noms prédéterminés, telles que NEW ou OLD au sein d'une procédure trigger.

Exemples:

```
DECLARE  
    anterieur ALIAS FOR old;  
    misajour ALIAS FOR new;
```

ALIAS créant deux manières différentes de nommer le même objet, son utilisation à outrance peut prêter à confusion. Il vaut mieux ne l'utiliser uniquement pour se passer des noms prédéterminés.

41.3.3. Copie de types

```
variable%TYPE
```

%TYPE fournit le type de données d'une variable ou d'une colonne de table. Vous pouvez l'utiliser pour déclarer des variables qui contiendront des valeurs de base de données. Par exemple, disons que vous avez une colonne nommée `id_utilisateur` dans votre table `utilisateurs`. Pour déclarer une variable du même type de données que `utilisateurs.id_utilisateur`, vous pouvez écrire :

```
id_utilisateur utilisateurs.id_utilisateur%TYPE;
```

En utilisant %TYPE vous n'avez pas besoin de connaître le type de données de la structure à laquelle vous faites référence et, plus important, si le type de données de l'objet référencé change dans le futur (par exemple : vous changez le type de `id_utilisateur` de integer à real), vous pouvez ne pas avoir besoin de changer votre définition de fonction.

%TYPE est particulièrement utile dans le cas de fonctions polymorphes puisque les types de données nécessaires aux variables internes peuvent changer d'un appel à l'autre. Des variables appropriées peuvent être créées en appliquant %TYPE aux arguments de la fonction ou à la variable fictive de résultat.

41.3.4. Types ligne

```
nom nom_table%ROWTYPE;  
nom nom_type_composite;
```

Une variable de type composite est appelée variable *ligne* (ou variable *row-type*). Une telle variable peut contenir une ligne entière de résultat de requête **SELECT** ou **FOR**, du moment que l'ensemble de colonnes de la requête correspond au type déclaré de la variable. Les champs individuels de la valeur row sont accessibles en utilisant la notation pointée, par exemple `var_ligne.champ`.

Une variable ligne peut être déclarée de façon à avoir le même type que les lignes d'une table ou d'une vue existante, en utilisant la notation `nom_table%ROWTYPE`. Elle peut aussi être déclarée en donnant un nom de type composite. Chaque table ayant un type de données associé du même nom, il importe peu dans PostgreSQL™ que vous écriviez %ROWTYPE ou pas. Cependant, la forme utilisant %ROWTYPE est plus portable.

Les paramètres d'une fonction peuvent être des types composites (lignes complètes de tables). Dans ce cas, l'identifiant correspondant `$n` sera une variable ligne à partir de laquelle les champs peuvent être sélectionnés avec la notation pointée, par exemple

`$1.id_utilisateur.`

Seules les colonnes définies par l'utilisateur sont accessibles dans une variable de type ligne, et non l'OID ou d'autres colonnes systèmes (parce que la ligne pourrait être issue d'une vue). Les champs du type ligne héritent des tailles des champs de la table ou de leur précision pour les types de données tels que `char(n)`.

Voici un exemple d'utilisation des types composites. `table1` et `table2` sont des tables ayant au moins les champs mentionnés :

```
CREATE FUNCTION assemble_champs(t_ligne table1) RETURNS text AS $$  
DECLARE  
    t2_ligne table2%ROWTYPE;  
BEGIN  
    SELECT * INTO t2_ligne FROM table2 WHERE ... ;  
    RETURN t_ligne.f1 || t2_ligne.f3 || t_ligne.f5 || t2_ligne.f7;  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;  
  
SELECT assemble_champs(t.*) FROM table1 t WHERE ... ;
```

41.3.5. Types record

`nom RECORD;`

Les variables record sont similaires aux variables de type ligne mais n'ont pas de structure prédéfinie. Elles empruntent la structure effective de type ligne de la ligne à laquelle elles sont affectées durant une commande **SELECT** ou **FOR**. La sous-structure d'une variable record peut changer à chaque fois qu'on l'affecte. Une conséquence de cela est qu'elle n'a pas de sous-structure jusqu'à ce qu'elle ait été affectée, et toutes les tentatives pour accéder à un de ses champs entraînent une erreur d'exécution.

Notez que `RECORD` n'est pas un vrai type de données mais seulement un paramètre fictif (placeholder). Il faut aussi réaliser que lorsqu'une fonction PL/pgSQL est déclarée renvoyer un type record, il ne s'agit pas tout à fait du même concept qu'une variable record, même si une telle fonction peut aussi utiliser une variable record pour contenir son résultat. Dans les deux cas, la structure réelle de la ligne n'est pas connue quand la fonction est écrite mais, dans le cas d'une fonction renvoyant un type record, la structure réelle est déterminée quand la requête appelante est analysée, alors qu'une variable record peut changer sa structure de ligne à la volée.

41.3.6. Collationnement des variables PL/pgSQL

Quand une fonction PL/pgSQL a un ou plusieurs paramètres dont le type de données est collationnable, un collationnement est identifié pour chaque appel de fonction dépendant des collationnements affectés aux arguments réels, comme décrit dans Section 23.2, « Support des collations ». Si un collationnement est identifié avec succès (autrement dit, qu'il n'y a pas de conflit de collationnements implicites parmi les arguments), alors tous les paramètres collationnables sont traités comme ayant un collationnement implicite. Ceci affectera le comportement des opérations sensibles au collationnement dans la fonction. Par exemple, avec cette fonction

```
CREATE FUNCTION plus_petit_que(a text, b text) RETURNS boolean AS $$  
BEGIN  
    RETURN a < b;  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;  
  
SELECT plus_petit_que(champ_text_1, champ_text_2) FROM table1;  
SELECT plus_petit_que(champ_text_1, champ_text_2 COLLATE "C") FROM table1;
```

La première utilisation de `less_than` utilisera le collationnement par défaut de `champ_text_1` et de `champ_text_2` pour la comparaison alors que la seconde utilisation prendra le collationnement C.

De plus, le collationnement identifié est aussi considéré comme le collationnement de toute variable locale de type collationnable. Du coup, cette procédure stockée ne fonctionnera pas différemment de celle-ci :

```
CREATE FUNCTION plus_petit_que(a text, b text) RETURNS boolean AS $$  
DECLARE  
    local_a text := a;  
    local_b text := b;
```

```
BEGIN
    RETURN local_a < local_b;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

S'il n'y a pas de paramètres pour les types de données collationnables ou qu'aucun collationnement commun ne peut être identifié pour eux, alors les paramètres et les variables locales utilisent le collationnement par défaut de leur type de données (qui est habituellement le collationnement par défaut de la base de données mais qui pourrait être différent pour les variables des types domaines).

Une variable locale d'un type de données collationnable peut avoir un collationnement différent qui lui est associé en incluant l'option COLLATE dans sa déclaration, par exemple

```
DECLARE
    local_a text COLLATE "en_US";
```

Cette option surcharge le collationnement qui serait normalement donné à la variable d'après les règles ci-dessus.

De plus, les clauses COLLATE explicites peuvent être écrites à l'intérieur d'une fonction si forcer l'utilisation d'un collationnement particulier est souhaité pour une opération particulière. Par exemple,

```
CREATE FUNCTION plus_petit_que_c(a text, b text) RETURNS boolean AS $$ 
BEGIN
    RETURN a < b COLLATE "C";
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

Ceci surcharge les collationnements associés avec les colonnes de la table, les paramètres ou la variables locales utilisées dans l'expression, comme cela arriverait dans une commande SQL simple.

41.4. Expressions

Toutes les expressions utilisées dans les instructions PL/pgSQL sont traitées par l'exécuteur SQL classique du serveur. En effet, une requête comme

```
SELECT expression
```

est traité par le moteur SQL principal. Bien qu'utilisant la commande **SELECT**, tout nom de variable PL/pgSQL est remplacé par des paramètres (ceci est expliqué en détail dans la Section 41.10.1, « Substitution de variables »). Cela permet au plan de requête du **SELECT** d'être préparé une seule fois, puis d'être réutilisé pour les évaluations suivantes avec différentes valeurs des variables. Du coup, ce qui arrive réellement à la première utilisation d'une expression est simplement une commande **PREPARE**. Par exemple, si nous déclarons deux variables de type integer, **x** et **y**, et que nous écrivons :

```
IF x < y THEN ...
```

ce qui se passe en arrière plan est équivalent à :

```
PREPARE nom_instruction(integer, integer) AS SELECT $1 < $2;
```

puis cette instruction préparée est exécutée (via **EXECUTE**) pour chaque exécution de l'instruction **IF**, avec les valeurs actuelles des variables PL/pgSQL fournies en tant que valeurs des paramètres. Généralement, ces détails ne sont pas importants pour un utilisateur de PL/pgSQL, mais ils sont utiles à connaître pour diagnostiquer un problème. Vous trouverez plus d'informations dans Section 41.10.2, « Mise en cache du plan ».

41.5. Instructions de base

Dans cette section ainsi que les suivantes, nous décrirons tous les types d'instructions explicitement compris par PL/pgSQL. Tout ce qui n'est pas reconnu comme l'un de ces types d'instruction est présumé être une commande SQL et est envoyé au moteur principal de bases de données pour être exécutée comme décrit dans la Section 41.5.2, « Exécuter une commande sans résultats » et dans la Section 41.5.3, « Exécuter une requête avec une seule ligne de résultats ».

41.5.1. Affectation

L'affectation d'une valeur à une variable PL/pgSQL s'écrit ainsi :

```
variable { := | = } expression;
```

Comme expliqué précédemment, l'expression dans cette instruction est évaluée au moyen de la commande SQL **SELECT** envoyée au moteur principal de bases de données. L'expression ne doit manier qu'une seule valeur (éventuellement une valeur de rangée, si cette variable est une variable de rangée ou d'enregistrement). La variable cible peut être une simple variable (éventuellement qualifiée avec un nom de bloc), un champ d'une rangée ou variable d'enregistrement ou un élément de tableau qui se trouve être une simple variable ou champ. Le signe d'égalité (=) peut être utilisé à la place de :=, qui lui est conforme au PL/SQL.

Si le type de données du résultat de l'expression ne correspond pas au type de donnée de la variable, la valeur sera convertie via une conversion d'affectation (cf Section 10.4, « Stockage de valeurs »). Si aucune conversion d'affectation n'est connue pour les deux types de données concernées, l'interpréteur PL/pgSQL tentera de convertir le résultat textuellement, c'est-à-dire en appliquant successivement la fonction de sortie du type résultat puis la fonction d'entrée du type de la variable. Notez que la fonction d'entrée peut générer des erreurs à l'exécution si la chaîne passée en paramètre n'est pas acceptable pour le type de la variable.

Exemples :

```
taxe := sous_total * 0.06;
mon_enregistrement.id_utilisateur := 20;
```

41.5.2. Exécuter une commande sans résultats

Pour toute commande SQL qui ne renvoie pas de lignes, par exemple **INSERT** sans clause RETURNING, vous pouvez exécuter la commande à l'intérieur d'une fonction PL/pgSQL rien qu'en écrivant la commande.

Tout nom de variable PL/pgSQL apparaissant dans le texte de la commande est traité comme un paramètre, puis la valeur actuelle de la variable est fournie comme valeur du paramètre à l'exécution. C'est le traitement exact décrit précédemment pour les expressions. Pour les détails, voir la Section 41.10.1, « Substitution de variables ».

Lors de l'exécution d'une commande SQL de cette façon, PL/pgSQL peut placer le plan en cache et le réutiliser plus tard, comme indiqué dans Section 41.10.2, « Mise en cache du plan ».

Parfois, il est utile d'évaluer une expression ou une requête **SELECT** mais sans récupérer le résultat, par exemple lors de l'appel d'une fonction qui a des effets de bord mais dont la valeur du résultat n'est pas utile. Pour faire cela en PL/pgSQL, utilisez l'instruction **PERFORM** :

```
PERFORM requête;
```

Ceci exécute la *requête* et ne tient pas compte du résultat. Écrivez la *requête* de la même façon que vous écririez une commande **SELECT** mais remplacez le mot clé initial **SELECT** avec **PERFORM**. Pour les requêtes **WITH**, utilisez **PERFORM** puis placez la requête entre parenthèses. (De cette façon, la requête peut seulement renvoyer une ligne.) Les variables PL/pgSQL seront substituées dans la requête comme pour les commandes qui ne renvoient pas de résultat. Le plan est mis en cache de la même façon. La variable spéciale **FOUND** est configurée à true si la requête a produit au moins une ligne, false dans le cas contraire (voir la Section 41.5.5, « Obtention du statut du résultat »).



Note

Vous pourriez vous attendre à ce que l'utilisation directe de **SELECT** aboutisse au même résultat mais, actuellement, la seule façon acceptée de le faire est d'utiliser **PERFORM**. Une commande SQL qui peut renvoyer des lignes comme **SELECT** sera rejetée comme une erreur si elle n'a pas de clause **INTO**, ce qui est discuté dans la section suivante.

Un exemple :

```
PERFORM creer_vuemat( 'cs_session_page_requests_mv' , ma_requete ) ;
```

41.5.3. Exécuter une requête avec une seule ligne de résultats

Le résultat d'une commande SQL ne ramenant qu'une seule ligne (mais avec une ou plusieurs colonnes) peut être affecté à une variable de type record, row ou à une liste de variables scalaires. Ceci se fait en écrivant la commande SQL de base et en ajoutant

une clause INTO. Par exemple,

```
SELECT expressions_select INTO [STRICT] cible FROM ...;
INSERT ... RETURNING expressions INTO [STRICT] cible;
UPDATE ... RETURNING expressions INTO [STRICT] cible;
DELETE ... RETURNING expressions INTO [STRICT] cible;
```

où *cible* peut être une variable de type record, row ou une liste de variables ou de champs record/row séparées par des virgules. Les variables PL/pgSQL seront substituées dans le reste de la requête, et le plan est mis en cache comme décrit ci-dessus pour les commandes qui ne renvoient pas de lignes. Ceci fonctionne pour **SELECT**, **INSERT/UPDATE/DELETE** avec RETURNING, et les commandes utilitaires qui renvoient des résultats de type rowset (comme **EXPLAIN**). Sauf pour la clause INTO, la commande SQL est identique à celle qui aurait été écrite en dehors de PL/pgSQL.



Astuce

Notez que cette interprétation de **SELECT** avec INTO est assez différente de la commande habituelle **SELECT INTO** où la cible INTO est une table nouvellement créée. Si vous voulez créer une table à partir du résultat d'un **SELECT** à l'intérieur d'une fonction PL/pgSQL, utilisez la syntaxe **CREATE TABLE ... AS SELECT**.

Si une ligne ou une liste de variables est utilisée comme cible, les colonnes du résultat de la requête doivent correspondre exactement à la structure de la cible (nombre de champs et types de données). Dans le cas contraire, une erreur sera rapportée à l'exécution. Quand une variable record est la cible, elle se configure automatiquement avec le type row des colonnes du résultat de la requête.

La clause INTO peut apparaître pratiquement partout dans la commande SQL. Elle est écrite soit juste avant soit juste après la liste d'*expressions_select* dans une commande **SELECT**, ou à la fin de la commande pour d'autres types de commande. Il est recommandé de suivre cette convention au cas où l'analyseur PL/pgSQL devient plus strict dans les versions futures.

Si STRICT n'est pas spécifié dans la clause INTO, alors *cible* sera configuré avec la première ligne renvoyée par la requête ou à NULL si la requête n'a renvoyé aucune ligne. (Notez que « la première ligne » n'est bien définie que si vous avez utilisé ORDER BY.) Toute ligne résultat après la première ligne est annulée. Vous pouvez vérifier la valeur de la variable spéciale FOUND (voir la Section 41.5.5, « Obtention du statut du résultat ») pour déterminer si une ligne a été renvoyée :

```
SELECT * INTO monrec FROM emp WHERE nom = mon_nom;
IF NOT FOUND THEN
    RAISE EXCEPTION 'employé % introuvable', mon_nom;
END IF;
```

Si l'option STRICT est indiquée, la requête doit renvoyer exactement une ligne. Dans le cas contraire, une erreur sera rapportée à l'exécution, soit NO_DATA_FOUND (aucune ligne) soit TOO_MANY_ROWS (plus d'une ligne). Vous pouvez utiliser un bloc d'exception si vous souhaitez récupérer l'erreur, par exemple :

```
BEGIN
    SELECT * INTO STRICT monrec FROM emp WHERE nom = mon_nom;
    EXCEPTION
        WHEN NO_DATA_FOUND THEN
            RAISE EXCEPTION 'employé % introuvable', mon_nom;
        WHEN TOO_MANY_ROWS THEN
            RAISE EXCEPTION 'employé % non unique', mon_nom;
END;
```

Une exécution réussie de la commande avec STRICT renvoie toujours true pour FOUND.

Pour les commandes **INSERT / UPDATE / DELETE** utilisées avec la clause RETURNING, PL/pgSQL renvoie une erreur si plus d'une ligne est renvoyée, même si la clause STRICT n'est pas indiquée. Ceci est dû au fait qu'il n'existe pas d'option ORDER BY qui permettrait de déterminer la ligne affectée à renvoyer.

Si `print_strict_params` est activé pour cette fonction, alors, quand une erreur est renvoyée parce que les conditions de STRICT ne sont pas rencontrées, la partie DETAIL du message d'erreur incluera les informations sur les paramètres passés à la requête. Vous pouvez modifier la configuration de `print_strict_params` pour toutes les fonctions en configurant `plpgsql.print_strict_params`, bien que seules les compilations suivantes des fonctions seront affectées. Vous pouvez aussi l'activer fonction par fonction en utilisant une option du compilateur, par exemple :

```
CREATE FUNCTION get_userid(username text) RETURNS int
AS $$
```

```
#print_strict_params on
DECLARE
userid int;
BEGIN
    SELECT users.userid INTO STRICT userid
        FROM users WHERE users.username = get_userid.username;
    RETURN userid;
END
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

En cas d'échec, cette fonction pourrait renvoyer un message d'erreur tel que :

```
ERROR: query returned no rows
DETAIL: parameters: $1 = 'nosuchuser'
CONTEXT: PL/pgSQL function get_userid(text) line 6 at SQL statement
```



Note

L'option **STRICT** correspond au comportement du **SELECT INTO** d'Oracle PL/SQL et des instructions relatives.

Pour gérer les cas où vous avez besoin de traiter plusieurs lignes de résultat à partir d'une requête SQL, voir la Section 41.6.4, « Boucler dans les résultats de requêtes ».

41.5.4. Exécuter des commandes dynamiques

Créer dynamique des requêtes SQL est un besoin habituel dans les fonctions PL/pgSQL, par exemple des requêtes qui impliquent différentes tables ou différents types de données à chaque fois qu'elles sont exécutées. Les tentatives normales de PL/pgSQL pour garder en cache les planifications des commandes (voir la Section 41.10.2, « Mise en cache du plan ») ne fonctionneront pas dans de tels scénarios. Pour gérer ce type de problème, l'instruction **EXECUTE** est proposée :

```
EXECUTE command-string [ INTO [ STRICT ] target ] [ USING expression [ , ... ] ];
```

où *chaîne-commande* est une expression manipulant une chaîne (de type *text*) contenant la commande à exécuter. La *cible* optionnelle est une variable record ou ligne ou même une liste de variables simples ou de champs de lignes/enregistrements séparées par des virgules, dans lesquels les résultats de la commande seront enregistrés. Les expressions *USING* optionnelles fournissent des valeurs à insérer dans la commande.

Aucune substitution des variables PL/pgSQL ne se fait dans la chaîne de commande calculée. Toutes les valeurs des variables requises doivent être insérées dans la chaîne de commande au moment de sa construction ; ou vous pouvez utiliser des paramètres comme décrits ci-dessous.

De plus, il n'y a pas mise en cache des commandes exécutées via **EXECUTE**. À la place, la commande est planifiée à chaque fois que l'instruction est lancée. La chaîne commande peut être créée dynamiquement à l'intérieur de la fonction pour agir sur des tables ou colonnes différentes.

La clause **INTO** spécifie où devraient être affectés les résultats d'une commande SQL renvoyant des lignes. Si une ligne ou une liste de variable est fournie, elle doit correspondre exactement à la structure des résultats de la requête (quand une variable de type record est utilisée, elle sera automatiquement typée pour correspondre à la structure du résultat). Si plusieurs lignes sont renvoyées, alors seule la première sera assignée à la variable **INTO**. Si aucune ligne n'est renvoyée, **NULL** est affectée à la variable **INTO**. Si aucune clause **INTO** n'est spécifiée, les résultats de la requête sont ignorés.

Si l'option **STRICT** est indiquée, une erreur est rapportée sauf si la requête produit exactement une ligne.

La chaîne de commande peut utiliser des valeurs de paramètres, référencées dans la commande avec **\$1**, **\$2**, etc. Ces symboles font référence aux valeurs fournies dans la clause **USING**. Cette méthode est souvent préférable à l'insertion des valeurs en texte dans une chaîne de commande : cela évite la surcharge à l'exécution pour la conversion des valeurs en texte et vice-versa. C'est aussi moins sensible aux attaques par injection SQL car il n'est pas nécessaire de mettre entre guillemets ou d'échapper les valeurs. Voici un exemple :

```
EXECUTE 'SELECT count(*) FROM matable WHERE insere_par = $1 AND insere <= $2'
    INTO c
    USING utilisateur_verifie, date_verifiee;
```

Notez que les symboles de paramètres peuvent seulement être utilisés pour des valeurs de données -- si vous voulez utiliser des noms de tables et/ou colonnes déterminés dynamiquement, vous devez les insérer dans la chaîne de commande en texte. Par exemple, si la requête précédente devait se faire avec une table sélectionnée dynamiquement, vous devriez faire ceci :

```
EXECUTE 'SELECT count(*) FROM '
    || quote_ident(tabname)
    || ' WHERE insere_par = $1 AND insere <= $2'
INTO c
USING utilisateur_verifie, date_verifiee;
```

Une meilleure solution est d'utiliser la spécification de formatage %I de la fonction `format()` pour les noms de table ou de colonne (les chaînes de caractères séparées par un retour à la ligne sont concaténées) :

```
EXECUTE format('SELECT count(*) FROM %I '
    'WHERE insere_par = $1 AND insere <= $2', matable)
INTO c
USING utilisateur_verifie, date_verifiee;
```

Une autre restriction sur les symboles de paramètres est qu'ils ne fonctionnent que dans les commandes **SELECT**, **INSERT**, **UPDATE** et **DELETE**. Dans les autres types d'instructions (appelés de manière générique commandes utilitaires), vous devez insérer les valeurs sous forme de texte même si ce ne sont que des données.

Un **EXECUTE** avec une chaîne de commande constante et des paramètres `USING`, comme dans le premier exemple ci-dessus, est équivalent fonctionnellement à l'écriture simple d'une commande directement dans PL/pgSQL et permet le remplacement automatique des variables PL/pgSQL. La différence importante est que **EXECUTE** va planifier de nouveau la commande pour chaque exécution, générant un plan qui est spécifique aux valeurs actuelles des paramètres ; alors que PL/pgSQL pourrait sinon créer un plan générique et le stocker pour le réutiliser. Dans des situations où le meilleur plan dépend fortement des valeurs des paramètres, cela peut être utile d'utiliser **EXECUTE** pour s'assurer qu'un plan générique n'est pas sélectionné.

SELECT INTO n'est actuellement pas supporté à l'intérieur de **EXECUTE** ; à la place, exécutez une commande **SELECT** et spécifiez `INTO` comme faisant parti lui-même d'**EXECUTE**.



Note

L'instruction **EXECUTE** de PL/pgSQL n'a pas de relation avec l'instruction SQL **EXECUTE(7)** supportée par le serveur PostgreSQL™. L'instruction **EXECUTE** du serveur ne peut pas être utilisée directement dans les fonctions PL/pgSQL. En fait, elle n'est pas nécessaire.

Exemple 41.1. Mettre entre guillemets des valeurs dans des requêtes dynamiques

En travaillant avec des commandes dynamiques, vous aurez souvent à gérer des échappements de guillemets simples. La méthode recommandée pour mettre entre guillemets un texte fixe dans le corps de votre fonction est d'utiliser les guillemets dollar (si votre code n'utilise pas les guillemets dollar, référez-vous à l'aperçu dans la Section 41.11.1, « Utilisation des guillemets simples (quotes) », ce qui peut vous faire gagner des efforts lors du passage de ce code à un schéma plus raisonnable).

Les valeurs dynamiques à insérer dans la requête construite requièrent une attention spéciale car elles pourraient elles-mêmes contenir des guillemets. Voici un exemple utilisant la fonction `format()` (cet exemple suppose que vous utilisez les guillemets dollar pour la fonction dans sa globalité pour que les guillemets n'aient pas besoin d'être doublés) :

```
EXECUTE format('UPDATE table SET %I = $1 '
    'WHERE clef = $2', nom_colonne) USING nouvelle_valeur, valeur_clef;
```

Il est également possible d'appeler explicitement les fonctions d'échappement:

```
EXECUTE 'UPDATE tbl SET '
    || quote_ident(nom_colonne)
    || ' = '
    || quote_literal(nouvelle_valeur)
    || ' WHERE clef = '
    || quote_literal(valeur_clef);
```

Cet exemple démontre l'utilisation des fonctions `quote_ident` et `quote_literal` (voir Section 9.4, « Fonctions et opéra-

teurs de chaînes »). Pour plus de sûreté, les expressions contenant les identifiants des colonnes et des tables doivent être passées à la fonction `quote_ident` avant l'insertion dans une requête dynamique. Les expressions contenant des valeurs de type chaîne de caractères doivent être passées à `quote_literal`. Ce sont les étapes appropriées pour renvoyer le texte en entrée entouré par des guillemets doubles ou simples respectivement, en échappant tout caractère spécial.

Comme `quote_literal` est labelisé `STRICT`, elle renverra toujours `NULL` lorsqu'elle est appelée avec un argument `NULL`. Dans l'exemple ci-dessus, si `nouvelle_valeur` ou `valeur_clé` étaient `NULL`, la requête dynamique entière deviendrait `NULL`, amenant une erreur à partir du `EXECUTE`. Vous pouvez éviter ce problème en utilisant la fonction `quote_nullable` qui fonctionne de façon identique à `quote_literal` sauf si elle est appelée avec un argument `NULL`, elle renvoie la chaîne `NULL`. Par exemple,

```
EXECUTE 'UPDATE tbl SET '
    || quote_ident(nom_colonne)
    || ' = '
    || quote_nullable(nouvelle_valeur)
    || ' WHERE key = '
    || quote_nullable(valeur_clé);
```

Si vous travaillez avec des valeurs qui peuvent être `NULL`, vous devez utiliser `quote_nullable` à la place de `quote_literal`.

Comme toujours, il faut s'assurer que les valeurs `NULL` d'une requête ne ramènent pas des valeurs inattendues. Par exemple, la clause `WHERE`

```
'WHERE key = ' || quote_nullable(valeur_clé)
```

ne sera jamais vrai si `valeur_clé` est `NULL` car le résultat de l'opérateur d'égalité, `=`, avec au moins un des opérandes `NULL` est toujours `NULL`. Si vous souhaitez que `NULL` fonctionne comme toute autre valeur de clé ordinaire, vous devez ré-écrire la clause ci-dessus de cette façon :

```
'WHERE key IS NOT DISTINCT FROM ' || quote_nullable(keyvalue)
```

(Actuellement, `IS NOT DISTINCT FROM` est géré moins efficacement que `=`, donc ne l'utilisez pas sauf en cas d'extrême nécessité. Voir Section 9.2, « Fonctions et opérateurs de comparaison » pour plus d'informations sur les `NULL` et `IS DISTINCT`.)

Notez que les guillemets dollar sont souvent utiles pour placer un texte fixe entre guillemets. Ce serait une très mauvaise idée d'écrire l'exemple ci-dessus de cette façon :

```
EXECUTE 'UPDATE tbl SET '
    || quote_ident(nom_colonne)
    || ' = $$'
    || nouvelle_valeur
    || '$$ WHERE cle = '
    || quote_literal(valeur_cle);
```

car cela casserait si le contenu de `nouvelle_valeur` pouvait contenir `$$`. La même objection s'applique à tout délimiteur dollar que vous pourriez choisir. Donc, pour mettre un texte inconnu entre guillemets de façon sûr, vous *devez* utiliser `quote_literal`, `quote_nullable` ou `quote_ident`, comme approprié.

Les requêtes SQL dynamiques peuvent aussi être construites en toute sécurité en utilisant la fonction `format` (voir Section 9.4, « Fonctions et opérateurs de chaînes »). Par exemple :

```
EXECUTE format('UPDATE matable SET %I = %L '
    'WHERE clef = %L', nom_colonne, nouvelle_valeur, valeur_clef);
```

`%I` est équivalent à `quote_ident`, et `%L` est équivalent à `quote_nullable`. La fonction `format` peut être utilisée avec la clause `USING` :

```
EXECUTE format('UPDATE tbl SET %I = $1 WHERE cle = $2', nom_colonne)
    USING nouvellevaleur, clevaleur;
```

Cette forme est meilleure car les variables sont traitées dans le format natif à leur type plutôt que de les convertir inconditionnellement en texte et de les échapper via le spécifieur de format `%L`. C'est également plus performant.

Un exemple bien plus important d'une commande dynamique et d'**EXECUTE** est disponible dans l'Exemple 41.9, « Portage d'une fonction qui crée une autre fonction de PL/SQL vers PL/pgSQL », qui construit et exécute une commande **CREATE FUNCTION** pour définir une nouvelle fonction.

41.5.5. Obtention du statut du résultat

Il y a plusieurs moyens pour déterminer l'effet d'une commande. La première méthode est d'utiliser **GET DIAGNOSTICS** :

```
GET [ CURRENT ] DIAGNOSTICS variable { = | := } élément [ , . . . ];
```

Cette commande récupère les indicateurs de statut du système. CURRENT est un mot optionnel (mais voir aussi **GET STACKED DIAGNOSTICS** dans Section 41.6.6.1, « Obtenir des informations sur une erreur »). Chaque *élément* est un mot clé identifiant une valeur de statut à affecter à la *variable* indiquée (qui doit être du bon type de données pour la recevoir). Les éléments de statut actuellement disponibles sont affichés dans Tableau 41.1, « Éléments de diagnostique disponibles ». L'opérateur deux-points- égal (`:=`) peut être utilisé à la place de l'opérateur `=` qui lui est compatible avec le standard SQL. Exemple :

```
GET DIAGNOSTICS var_entier = ROW_COUNT;
```

Tableau 41.1. Éléments de diagnostique disponibles

Nom	Type	Description
ROW_COUNT	bigint	le nombre de lignes traitées par la commande SQL la plus récente
RESULT_OID	oid	l'OID de la dernière ligne insérée par la commande SQL la plus récente (seulement utile après une commande INSERT dans une table ayant des OID)
PG_CONTEXT	text	ligne(s) de texte décrivant la pile d'appels actuelle (voir Section 41.6.7, « Obtenir des informations sur l'emplacement d'exécution »)

La seconde méthode permettant de déterminer les effets d'une commande est la variable spéciale nommée **FOUND** de type boolean. La variable **FOUND** est initialisée à false au début de chaque fonction PL/pgSQL. Elle est positionnée par chacun des types d'instructions suivants :

- Une instruction **SELECT INTO** positionne **FOUND** à true si une ligne est affectée, false si aucune ligne n'est renvoyée.
- Une instruction **PERFORM** positionne **FOUND** à true si elle renvoie une ou plusieurs lignes, false si aucune ligne n'est produite.
- Les instructions **UPDATE**, **INSERT**, et **DELETE** positionnent **FOUND** à true si au moins une ligne est affectée, false si aucune ligne n'est affectée.
- Une instruction **FETCH** positionne **FOUND** à true si elle renvoie une ligne, false si aucune ligne n'est renvoyée.
- Une instruction **MOVE** initialise **FOUND** à true si elle repositionne le curseur avec succès. Dans le cas contraire, elle le positionne à false.
- Une instruction **FOR** ou **FOREACH** initialise **FOUND** à la valeur true s'il itère une ou plusieurs fois, et à false dans les autres cas. **FOUND** est initialisé de cette façon quand la boucle se termine : pendant l'exécution de la boucle, **FOUND** n'est pas modifié par la boucle, bien qu'il pourrait être modifié par l'exécution d'autres requêtes dans le corps de la boucle.
- Les instructions **RETURN QUERY** et **RETURN QUERY EXECUTE** mettent à jour la variable **FOUND** à true si la requête renvoie au moins une ligne, et false si aucune ligne n'est renvoyée.

Les autres instructions PL/pgSQL ne changent pas l'état de **FOUND**. Notez que la commande **EXECUTE** modifie la sortie de **GET DIAGNOSTICS** mais ne change pas **FOUND**.

FOUND est une variable locale à l'intérieur de chaque fonction PL/pgSQL ; chaque changement qui y est fait n'affecte que la fonction en cours.

41.5.6. Ne rien faire du tout

Quelque fois, une instruction qui ne fait rien est utile. Par exemple, elle indique qu'une partie de la chaîne **IF/THEN/ELSE** est délibérément vide. Pour cela, utilisez l'instruction :

```
NULL;
```

Par exemple, les deux fragments de code suivants sont équivalents :

```
BEGIN
  y := x / 0;
  EXCEPTION
    WHEN division_by_zero THEN
      NULL; -- ignore l'erreur
END;
```

```
BEGIN
  y := x / 0;
  EXCEPTION
    WHEN division_by_zero THEN -- ignore l'erreur
END;
```

Ce qui est préférable est une question de goût.



Note

Dans le PL/SQL d'Oracle, les listes d'instructions vides ne sont pas autorisées et, du coup, les instructions **NULL** sont *requises* dans les situations telles que celles-ci. PL/pgSQL vous permet d'écrire simplement rien.

41.6. Structures de contrôle

Les structures de contrôle sont probablement la partie la plus utile (et importante) de PL/pgSQL. Grâce aux structures de contrôle de PL/pgSQL, vous pouvez manipuler les données PostgreSQL™ de façon très flexible et puissante.

41.6.1. Retour d'une fonction

Il y a deux commandes disponibles qui vous permettent de renvoyer des données d'une fonction : **RETURN** et **RETURN NEXT**.

41.6.1.1. RETURN

```
RETURN expression;
```

RETURN accompagné d'une expression termine la fonction et renvoie le valeur de l'*expression* à l'appelant. Cette forme doit être utilisée avec des fonctions PL/pgSQL qui ne renvoient pas d'ensemble de valeurs.

Dans une fonction qui renvoie un type scalaire, le résultat de l'expression sera automatiquement convertie dans le type que la fonction renvoie. Mais pour renvoyer une valeur composite (ligne), vous devez écrire une expression renvoyant exactement l'ensemble de colonnes souhaité. Ceci peut demander l'utilisation de conversion explicite.

Si vous déclarez la fonction avec des paramètres en sortie, écrivez seulement **RETURN** sans expression. Les valeurs courantes des paramètres en sortie seront renvoyées.

Si vous déclarez que la fonction renvoie void, une instruction **RETURN** peut être utilisée pour quitter rapidement la fonction ; mais n'écrivez pas d'expression après **RETURN**.

La valeur de retour d'une fonction ne peut pas être laissée indéfinie. Si le contrôle atteint la fin du bloc de haut niveau de la fonction, sans parvenir à une instruction **RETURN**, une erreur d'exécution survient. Néanmoins, cette restriction ne s'applique pas aux fonctions sans paramètre de sortie et aux fonctions renvoyant void. Dans ces cas, une instruction **RETURN** est automatiquement exécutée si le bloc de haut niveau est terminé.

Quelques exemples :

```
-- fonctions renvoyant un type scalaire
RETURN 1 + 2;
RETURN scalar_var;
```

```
-- fonctions renvoyant un type composite
RETURN composite_type_var;
RETURN (1, 2, 'three'::text); -- must cast columns to correct types
```

41.6.1.2. RETURN NEXT et RETURN QUERY

```
RETURN NEXT expression;
RETURN QUERY requete;
RETURN QUERY EXECUTE command-string [ USING expression [, ...] ];
```

Quand une fonction PL/pgSQL déclare renvoyer SETOF *un_certain_type*, la procédure à suivre est un peu différente. Dans ce cas, les éléments individuels à renvoyer sont spécifiés par une séquence de commandes **RETURN NEXT** ou **RETURN QUERY**, suivies de la commande finale **RETURN** sans argument qui est utilisée pour indiquer la fin de l'exécution de la fonction. **RETURN NEXT** peut être utilisé avec des types de données scalaires comme composites ; avec un type de résultat composite, une « table » entière de résultats sera renvoyée. **RETURN QUERY** ajoute les résultats de l'exécution d'une requête à l'ensemble des résultats de la fonction. **RETURN NEXT** et **RETURN QUERY** peuvent être utilisés dans la même fonction, auquel cas leurs résultats seront concaténées.

RETURN NEXT et **RETURN QUERY** ne quittent pas réellement la fonction -- elles ajoutent simplement zéro ou plusieurs lignes à l'ensemble de résultats de la fonction. L'exécution continue ensuite avec l'instruction suivante de la fonction PL/pgSQL. Quand plusieurs commandes **RETURN NEXT** et/ou **RETURN QUERY** successives sont exécutées, l'ensemble de résultats augmente. Un **RETURN**, sans argument, permet de quitter la fonction mais vous pouvez aussi continuer jusqu'à la fin de la fonction.

RETURN QUERY dispose d'une variante **RETURN QUERY EXECUTE**, qui spécifie la requête à exécuter dynamiquement. Les expressions de paramètres peuvent être insérées dans la chaîne calculée via **USING**, de la même façon que le fait la commande **EXECUTE**.

Si vous déclarez la fonction avec des paramètres en sortie, écrivez **RETURN NEXT** sans expression. À chaque exécution, les valeurs actuelles des variables paramètres en sortie seront sauvegardées pour un renvoi éventuel en tant que résultat en sortie. Notez que vous devez déclarer la fonction en tant que SETOF record quand il y a plusieurs paramètres en sortie, ou SETOF *un_certain_type* quand il y a un seul paramètre en sortie, et de type *un_certain_type*, pour créer une fonction SRF avec des paramètres en sortie.

Voici un exemple d'une fonction utilisant **RETURN NEXT** :

```
CREATE TABLE truc (id_truc INT, sousid_truc INT, nom_truc TEXT);
INSERT INTO truc VALUES (1, 2, 'trois');
INSERT INTO truc VALUES (4, 5, 'six');

CREATE OR REPLACE FUNCTION obtenir_tous_les_trucs() RETURNS SETOF foo AS
$BODY$
DECLARE
    r truc%rowtype;
BEGIN
    FOR r IN
        SELECT * FROM truc WHERE id_truc > 0
    LOOP
        -- quelques traitements
        RETURN NEXT r; -- renvoie la ligne courante du SELECT
    END LOOP;
    RETURN;
END
$BODY$
LANGUAGE plpgsql;

SELECT * FROM obtenir_tous_les_trucs();
```

Voici un exemple de fonction utilisant **RETURN QUERY** :

```
CREATE FUNCTION obtient_idvol_disponibles(date) RETURNS SETOF integer AS
$BODY$
BEGIN
```

```

    RETURN QUERY SELECT idvol
                  FROM vol
                 WHERE datevol >= $1
                   AND datevol < ($1 + 1);

    -- Comme l'exécution n'est pas terminée, nous vérifions si les lignes
    -- ont été renvoyées et levons une exception dans le cas contraire.
    IF NOT FOUND THEN
        RAISE EXCEPTION 'Aucun vol à %.', $1;
    END IF;

    RETURN;
END
$BODY$
LANGUAGE plpgsql;

-- Renvoie les vols disponibles ou lève une exception si aucun vol
-- n'est disponible.
SELECT * FROM obtient_idvol_disponibles(CURRENT_DATE);

```



Note

L'implémentation actuelle de **RETURN NEXT** et de **RETURN QUERY** pour PL/pgSQL récupère la totalité de l'ensemble des résultats avant d'effectuer le retour de la fonction, comme vu plus haut. Cela signifie que si une fonction PL/pgSQL produit une structure résultat très grande, les performances peuvent être faibles : les données seront écrites sur le disque pour éviter un épuisement de la mémoire mais la fonction en elle-même ne renverra rien jusqu'à ce que l'ensemble complet des résultats soit généré. Une version future de PL/pgSQL permettra aux utilisateurs de définir des fonctions renvoyant des ensembles qui n'auront pas cette limitation. Actuellement, le point auquel les données commencent à être écrites sur le disque est contrôlé par la variable de configuration `work_mem`. Les administrateurs ayant une mémoire suffisante pour enregistrer des ensembles de résultats plus importants en mémoire doivent envisager l'augmentation de ce paramètre.

41.6.2. Contrôles conditionnels

Les instructions **IF** et **CASE** vous permettent d'exécuter des commandes basées sur certaines conditions. PL/pgSQL a trois formes de **IF** :

- **IF ... THEN ... END IF**
- **IF ... THEN ... ELSE ... END IF**
- **IF ... THEN ... ELSIF ... THEN ... ELSE ... END IF**

et deux formes de **CASE** :

- **CASE ... WHEN ... THEN ... ELSE ... END CASE**
- **CASE WHEN ... THEN ... ELSE ... END CASE**

41.6.2.1. IF-THEN

```

IF expression-booleenne THEN
    instructions
END IF;

```

Les instructions **IF-THEN** sont la forme la plus simple de **IF**. Les instructions entre **THEN** et **END IF** seront exécutées si la condition est vraie. Autrement, elles seront ignorées.

Exemple :

```

IF v_id_utilisateur <> 0 THEN
    UPDATE utilisateurs SET email = v_email WHERE id_utilisateur = v_id_utilisateur;
END IF;

```

41.6.2.2. IF-THEN-ELSE

```
IF expression-booleenne THEN
    instructions
ELSE
    instructions
END IF;
```

Les instructions IF-THEN-ELSE s'ajoutent au IF-THEN en vous permettant de spécifier un autre ensemble d'instructions à exécuter si la condition n'est pas vraie (notez que ceci inclut le cas où la condition s'évalue à NULL.).

Exemples :

```
IF id_parent IS NULL OR id_parent = ''
THEN
    RETURN nom_complet;
ELSE
    RETURN hp_true_filename(id_parent) || '/' || nom_complet;
END IF;
```

```
IF v_nombre > 0 THEN
    INSERT INTO nombre_utilisateurs (nombre) VALUES (v_nombre);
    RETURN 't';
ELSE
    RETURN 'f';
END IF;
```

41.6.2.3. IF-THEN-ELSIF

```
IF expression-booleenne THEN
    instructions
[ ELSIF expression-booleenne THEN
    instructions
[ ELSIF expression-booleenne THEN
    instructions
    ...
]
]
[ ELSE
    instructions ]
END IF;
```

Quelques fois, il existe plus de deux alternatives. IF-THEN-ELSIF fournit une méthode agréable pour vérifier différentes alternatives. Les conditions IF sont testées successivement jusqu'à trouver la bonne. Alors les instructions associées sont exécutées, puis le contrôle est passé à la prochaine instruction après END IF. (Toute autre condition IF n'est *pas* testée.) Si aucune des conditions IF n'est vraie, alors le bloc ELSE (s'il y en a un) est exécuté.

Voici un exemple :

```
IF nombre = 0 THEN
    resultat := 'zero';
ELSIF nombre > 0 THEN
    resultat := 'positif';
ELSIF nombre < 0 THEN
    resultat := 'negatif';
ELSE
    -- hmm, la seule possibilité est que le nombre soit NULL
    resultat := 'NULL';
END IF;
```

Le mot clé ELSIF peut aussi s'écrire ELSEIF.

Une façon alternative d'accomplir la même tâche est d'intégrer les instructions IF-THEN-ELSE, comme dans l'exemple suivant :

```

IF demo_row.sex = 'm' THEN
    pretty_sex := 'man';
ELSE
    IF demo_row.sex = 'f' THEN
        pretty_sex := 'woman';
    END IF;
END IF;

```

Néanmoins, cette méthode requiert d'écrire un `END IF` pour chaque `IF`, donc c'est un peu plus compliqué que d'utiliser `ELSIF` quand il y a beaucoup d'autres alternatives.

41.6.2.4. CASE simple

```

CASE expression_recherche
    WHEN expression [, expression [ ... ]] THEN
        instructions
    [ WHEN expression [, expression [ ... ]] THEN
        instructions
    ...
    [ ELSE
        instructions ]
END CASE;

```

La forme simple de **CASE** fournit une exécution conditionnelle basée sur l'égalité des opérandes. L'*expression-recherche* est évaluée (une fois) puis comparée successivement à chaque *expression* dans les clauses `WHEN`. Si une correspondance est trouvée, alors les *instructions* correspondantes sont exécutées, puis le contrôle est passé à la prochaine instruction après `END CASE`. (Les autres expressions `WHEN` ne sont pas testées.) Si aucune correspondance n'est trouvée, les *instructions* du bloc `ELSE` sont exécutées ; s'il n'y a pas de bloc `ELSE`, une exception `CASE_NOT_FOUND` est levée.

Voici un exemple simple :

```

CASE x
    WHEN 1, 2 THEN
        msg := 'un ou deux';
    ELSE
        msg := 'autre valeur que un ou deux';
END CASE;

```

41.6.2.5. CASE recherché

```

CASE
    WHEN expression_booléenne THEN
        instructions
    [ WHEN expression_booléenne THEN
        instructions
    ...
    [ ELSE
        instructions ]
END CASE;

```

La forme recherchée de **CASE** fournit une exécution conditionnelle basée sur la vérification d'expressions booléennes. Chaque *expression-booléenne* de la clause `WHEN` est évaluée à son tour jusqu'à en trouver une qui est validée (`true`). Les *instructions* correspondantes sont exécutées, puis le contrôle est passé à la prochaine instruction après `END CASE`. (Les expressions `WHEN` suivantes ne sont pas testées.) Si aucun résultat vrai n'est trouvé, les *instructions* du bloc `ELSE` sont exécutées. Si aucun bloc `ELSE` n'est présent, une exception `CASE_NOT_FOUND` est levée.

Voici un exemple :

```
CASE
```

```

WHEN x BETWEEN 0 AND 10 THEN
    msg := 'valeur entre zéro et dix';
WHEN x BETWEEN 11 AND 20 THEN
    msg := 'valeur entre onze et vingt';
END CASE;

```

Cette forme de **CASE** est entièrement équivalente à **IF-THEN-ELSIF**, sauf pour la règle qui dit qu'atteindre une clause **ELSE** omise résulte dans une erreur plutôt que ne rien faire.

41.6.3. Boucles simples

Grâce aux instructions **LOOP**, **EXIT**, **CONTINUE**, **WHILE FOR** et **FOREACH**, vous pouvez faire en sorte que vos fonctions PL/pgSQL répètent une série de commandes.

41.6.3.1. LOOP

```
[<<label>>]
LOOP
    instructions
END LOOP [ label ];
```

LOOP définit une boucle inconditionnelle répétée indéfiniment jusqu'à ce qu'elle soit terminée par une instruction **EXIT** ou **RETURN**. Le *label* optionnel peut être utilisé par les instructions **EXIT** et **CONTINUE** dans le cas de boucles imbriquées pour définir la boucle impliquée.

41.6.3.2. EXIT

```
EXIT [ label ] [ WHEN expression-booléenne ];
```

Si aucun *label* n'est donné, la boucle la plus imbriquée se termine et l'instruction suivant **END LOOP** est exécutée. Si un *label* est donné, ce doit être le label de la boucle, du bloc courant ou d'un niveau moins imbriqué. La boucle ou le bloc nommé se termine alors et le contrôle continue avec l'instruction située après le **END** de la boucle ou du bloc correspondant.

Si **WHEN** est spécifié, la sortie de boucle ne s'effectue que si *expression-booléenne* est vraie. Sinon, le contrôle passe à l'instruction suivant le **EXIT**.

EXIT peut être utilisé pour tous les types de boucles ; il n'est pas limité aux boucles non conditionnelles.

Lorsqu'il est utilisé avec un bloc **BEGIN**, **EXIT** passe le contrôle à la prochaine instruction après la fin du bloc. Notez qu'un label doit être utilisé pour cela ; un **EXIT** sans label n'est jamais pris en compte pour correspondre à un bloc **BEGIN**. (Ceci est un changement de la version 8.4 de PostgreSQL™. Auparavant, il était permis de faire correspondre un **EXIT** sans label avec un bloc **BEGIN**.)

Exemples :

```

LOOP
    -- quelques traitements
    IF nombre > 0 THEN
        EXIT;    -- sortie de boucle
    END IF;
END LOOP;

LOOP
    -- quelques traitements
    EXIT WHEN nombre > 0;
END LOOP;

<<un_bloc>>
BEGIN
    -- quelques traitements
    IF stocks > 100000 THEN
        EXIT un_bloc;    -- cause la sortie (EXIT) du bloc BEGIN
    END IF;
    -- les traitements ici seront ignorés quand stocks > 100000
END;
```

41.6.3.3. CONTINUE

```
CONTINUE [ label ] [ WHEN expression-booléenne ] ;
```

Si aucun *label* n'est donné, la prochaine itération de la boucle interne est commencée. C'est-à-dire que toutes les instructions restantes dans le corps de la boucle sont ignorées et le contrôle revient à l'expression de contrôle de la boucle pour déterminer si une autre itération de boucle est nécessaire. Si le *label* est présent, il spécifie le label de la boucle dont l'exécution va être continuée.

Si WHEN est spécifié, la prochaine itération de la boucle est commencée seulement si l'*expression-booléenne* est vraie. Sinon, le contrôle est passé à l'instruction après CONTINUE.

CONTINUE peut être utilisé avec tous les types de boucles ; il n'est pas limité à l'utilisation des boucles inconditionnelles.

Exemples :

```
LOOP
    -- quelques traitements
    EXIT WHEN nombre > 100;
    CONTINUE WHEN nombre < 50;
    -- quelques traitements pour nombre IN [50 .. 100]
END LOOP;
```

41.6.3.4. WHILE

```
[<<label>>]
WHILE expression-booléenne LOOP
    instructions
END LOOP [ label ];
```

L'instruction WHILE répète une séquence d'instructions aussi longtemps que *expression-booléenne* est évaluée à vrai. L'expression est vérifiée juste avant chaque entrée dans le corps de la boucle.

Par exemple :

```
WHILE montant_posseude > 0 AND balance_cadeau > 0 LOOP
    -- quelques traitements ici
END LOOP;

WHILE NOT termine LOOP
    -- quelques traitements ici
END LOOP;
```

41.6.3.5. FOR (variante avec entier)

```
[<<label>>]
FOR nom IN [ REVERSE ] expression .. expression [ BY expression ] LOOP
    instruction
END LOOP [ label ];
```

Cette forme de FOR crée une boucle qui effectue une itération sur une plage de valeurs entières. La variable *nom* est automatiquement définie comme un type integer et n'existe que dans la boucle (toute définition de la variable est ignorée à l'intérieur de la boucle). Les deux expressions donnant les limites inférieures et supérieures de la plage sont évaluées une fois en entrant dans la boucle. Si la clause BY n'est pas spécifiée, l'étape d'itération est de 1, sinon elle est de la valeur spécifiée dans la clause BY, qui est évaluée encore une fois à l'entrée de la boucle. Si REVERSE est indiquée, alors la valeur de l'étape est soustraite, plutôt qu'ajoutée, après chaque itération.

Quelques exemples de boucles FOR avec entiers :

```
FOR i IN 1..10 LOOP
    -- prend les valeurs 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 dans la boucle
END LOOP;
```

```

FOR i IN REVERSE 10..1 LOOP
    -- prend les valeurs 10,9,8,7,6,5,4,3,2,1 dans la boucle
END LOOP;

FOR i IN REVERSE 10..1 BY 2 LOOP
    -- prend les valeurs 10,8,6,4,2 dans la boucle
END LOOP;

```

Si la limite basse est plus grande que la limite haute (ou moins grande dans le cas du REVERSE), le corps de la boucle n'est pas exécuté du tout. Aucune erreur n'est renvoyée.

Si un *label* est attaché à la boucle FOR, alors la variable entière de boucle peut être référencée avec un nom qualifié en utilisant ce *label*.

41.6.4. Boucler dans les résultats de requêtes

En utilisant un type de FOR différent, vous pouvez itérer au travers des résultats d'une requête et par là-même manipuler ces données. La syntaxe est la suivante :

```
[<<label>>]
FOR cible IN requête LOOP
    instructions
END LOOP [ label ];
```

La *cible* est une variable de type record, row ou une liste de variables scalaires séparées par une virgule. La *cible* est affectée successivement à chaque ligne résultant de la *requête* et le corps de la boucle est exécuté pour chaque ligne. Voici un exemple :

```

CREATE FUNCTION cs Rafraichir_vuemat() RETURNS integer AS $$
DECLARE
    vues_mat RECORD;
BEGIN
    RAISE NOTICE 'Rafraîchissement des vues matérialisées...';

    FOR vues_mat IN SELECT * FROM cs_vues_materialisees ORDER BY cle_tri LOOP
        -- À présent vues_mat contient un enregistrement de cs_vues_materialisees
        RAISE NOTICE 'Rafraîchissement de la vue matérialisée %s ...',
        quote_ident(mviews.mv_name);
        EXECUTE format('TRUNCATE TABLE %I', vues_mat.vm_nom);
        EXECUTE format('INSERT INTO %I %s', vues_mat.vm_nom, vues_mat.vm_nom);
    END LOOP;

    RAISE NOTICE 'Fin du rafraîchissement des vues matérialisées.';
    RETURN 1;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

```

Si la boucle est terminée par une instruction EXIT, la dernière valeur ligne affectée est toujours accessible après la boucle.

La *requête* utilisée dans ce type d'instruction FOR peut être toute commande SQL qui renvoie des lignes à l'appelant : **SELECT** est le cas le plus commun mais vous pouvez aussi utiliser **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE** avec une clause RETURNING. Certaines commandes comme **EXPLAIN** fonctionnent aussi.

Les variables PL/pgSQL sont substituées dans le texte de la requête et le plan de requête est mis en cache pour une réutilisation possible. C'est couvert en détail dans la Section 41.10.1, « Substitution de variables » et dans la Section 41.10.2, « Mise en cache du plan ».

L'instruction FOR-IN-EXECUTE est un moyen d'itérer sur des lignes :

```
[<<label>>]
FOR target IN EXECUTE text_expression [ USING expression [, ...] ] LOOP
    instructions
END LOOP [ label ];
```

Ceci est identique à la forme précédente, à ceci près que l'expression de la requête source est spécifiée comme une expression

chaîne, évaluée et replanifiée à chaque entrée dans la boucle FOR. Ceci permet au développeur de choisir entre la vitesse d'une requête préplanifiée et la flexibilité d'une requête dynamique, uniquement avec l'instruction **EXECUTE**. Comme avec **EXECUTE**, les valeurs de paramètres peuvent être insérées dans la commande dynamique via **USING**.

Une autre façon de spécifier la requête dont les résultats devront être itérés est de la déclarer comme un curseur. Ceci est décrit dans Section 41.7.4, « Boucler dans les résultats d'un curseur ».

41.6.5. Boucler dans des tableaux

La boucle FOREACH ressemble beaucoup à une boucle FOR mais, au lieu d'itérer sur les lignes renvoyées par une requête SQL, elle itère sur les éléments d'une valeur de type tableau. (En général, FOREACH est fait pour boucler sur les composants d'une expression composite ; les variantes pour boucler sur des composites en plus des tableaux pourraient être ajoutées dans le futur.) L'instruction FOREACH pour boucler sur un tableau est :

```
[ <<label>> ]
FOREACH target [ SLICE nombre ] IN ARRAY expression LOOP
    instructions
END LOOP [ label ];
```

Sans SLICE ou si SLICE 0 est indiqué, la boucle itère au niveau des éléments individuels du tableau produit par l'évaluation de l'*expression*. La variable *cible* se voit affectée chaque valeur d'élément en séquence, et le corps de la boucle est exécuté pour chaque élément. Voici un exemple de boucle sur les éléments d'un tableau d'entiers :

```
CREATE FUNCTION somme(int[]) RETURNS int8 AS $$ 
DECLARE
    s int8 := 0;
    x int;
BEGIN
    FOREACH x IN ARRAY $1
    LOOP
        s := s + x;
    END LOOP;
    RETURN s;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

Les éléments sont parcourus dans l'ordre de leur stockage, quelque soit le nombre de dimensions du tableau. Bien que la *cible* est habituellement une simple variable, elle peut être une liste de variables lors d'une boucle dans un tableau de valeurs composites (des enregistrements). Dans ce cas, pour chaque élément du tableau, les variables se voient affectées les colonnes de la valeur composite.

Avec une valeur SLICE positive, FOREACH itère au travers des morceaux du tableau plutôt que des éléments seuls. La valeur de SLICE doit être un entier constant, moins large que le nombre de dimensions du tableau. La variable *cible* doit être un tableau et elle reçoit les morceaux successifs de la valeur du tableau, où chaque morceau est le nombre de dimensions indiquées par SLICE. Voici un exemple d'itération sur des morceaux à une dimension :

```
CREATE FUNCTION parcourt_lignes(int[]) RETURNS void AS $$ 
DECLARE
    x int[];
BEGIN
    FOREACH x SLICE 1 IN ARRAY $1
    LOOP
        RAISE NOTICE 'ligne = %', x;
    END LOOP;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

SELECT parcourt_lignes(ARRAY[[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9],[10,11,12]]);

NOTICE: ligne = {1,2,3}
NOTICE: ligne = {4,5,6}
NOTICE: ligne = {7,8,9}
NOTICE: ligne = {10,11,12}
```

41.6.6. Récupérer les erreurs

Par défaut, toute erreur survenant dans une fonction PL/pgSQL annule l'exécution de la fonction mais aussi de la transaction qui l'entoure. Vous pouvez récupérer les erreurs en utilisant un bloc **BEGIN** avec une clause **EXCEPTION**. La syntaxe est une extension de la syntaxe habituelle pour un bloc **BEGIN** :

```
[ <<label>> ]
[ DECLARE
  declarations ]
BEGIN
  instructions
EXCEPTION
WHEN condition [ OR condition ... ] THEN
  instructions_gestion_erreurs
[ WHEN condition [ OR condition ... ] THEN
  instructions_gestion_erreurs
  ...
]
END;
```

Si aucune erreur ne survient, cette forme de bloc exécute simplement toutes les *instructions* puis passe le contrôle à l'instruction suivant END. Mais si une erreur survient à l'intérieur des *instructions*, le traitement en cours des *instructions* est abandonné et le contrôle est passé à la liste d'**EXCEPTION**. Une recherche est effectuée sur la liste pour la première *condition* correspondant à l'erreur survenue. Si une correspondance est trouvée, les *instructions_gestion_erreurs* correspondantes sont exécutées puis le contrôle est passé à l'instruction suivant le END. Si aucune correspondance n'est trouvée, l'erreur se propage comme si la clause **EXCEPTION** n'existait pas du tout : l'erreur peut être récupérée par un bloc l'enfermant avec **EXCEPTION** ou, s'il n'existe pas, elle annule le traitement de la fonction.

Les noms des *condition* sont indiquées dans l'Annexe A, Codes d'erreurs de PostgreSQL™. Un nom de catégorie correspond à toute erreur contenue dans cette catégorie. Le nom de condition spéciale OTHERS correspond à tout type d'erreur sauf QUERYS_CANCELED et ASSERT_FAILURE (il est possible, mais pas recommandé, de récupérer ces deux types d'erreur par leur nom). Les noms des conditions ne sont pas sensibles à la casse. De plus, une condition d'erreur peut être indiquée par un code SQLSTATE ; par exemple, ces deux cas sont équivalents :

```
WHEN division_by_zero THEN ...
WHEN SQLSTATE '22012' THEN ...
```

Si une nouvelle erreur survient à l'intérieur des *instructions_gestion_erreurs* sélectionnées, elle ne peut pas être récupérée par cette clause **EXCEPTION** mais est propagée en dehors. Une clause **EXCEPTION** l'englobant pourrait la récupérer.

Quand une erreur est récupérée par une clause **EXCEPTION**, les variables locales de la fonction PL/pgSQL restent dans le même état qu'au moment où l'erreur est survenue mais toutes les modifications à l'état persistant de la base de données à l'intérieur du bloc sont annulées. Comme exemple, considérez ce fragment :

```
INSERT INTO mon_tableau(prenom, nom) VALUES('Tom', 'Jones');
BEGIN
  UPDATE mon_tableau SET prenom = 'Joe' WHERE nom = 'Jones';
  x := x + 1;
  y := x / 0;
EXCEPTION
  WHEN division_by_zero THEN
    RAISE NOTICE 'récupération de l''erreur division_by_zero';
RETURN x;
END;
```

Quand le contrôle parvient à l'affectation de *y*, il échouera avec une erreur *division_by_zero*. Elle sera récupérée par la clause **EXCEPTION**. La valeur renvoyée par l'instruction **RETURN** sera la valeur incrémentée de *x* mais les effets de la commande **UPDATE** auront été annulés. La commande **INSERT** précédant le bloc ne sera pas annulée, du coup le résultat final est que la base de données contient Tom Jones et non pas Joe Jones.



Astuce

Un bloc contenant une clause **EXCEPTION** est significativement plus coûteuse en entrée et en sortie qu'un bloc sans. Du coup, n'utilisez pas **EXCEPTION** sans besoin.

Exemple 41.2. Exceptions avec UPDATE/INSERT

Cet exemple utilise un gestionnaire d'exceptions pour réaliser soit un **UPDATE** soit un **INSERT**, comme approprié. Il est recommandé d'utiliser la commande **INSERT** avec la clause **ON CONFLICT DO UPDATE** plutôt que cette logique. Cet exemple ne sert qu'à illustrer l'usage des structures de contrôle de PL/pgSQL :

```

CREATE TABLE base (a INT PRIMARY KEY, b TEXT);

CREATE FUNCTION fusionne_base(cle INT, donnee TEXT) RETURNS VOID AS
$$
BEGIN
    LOOP
        -- commençons par tenter la mise à jour de la clé
        UPDATE base SET b = donnee WHERE a = cle;
        IF found THEN
            RETURN;
        END IF;

        -- si elle n'est pas dispo, tentons l'insertion de la clé
        -- si quelqu'un essaie d'insérer la même clé en même temps,
        -- il y aura une erreur pour violation de clé unique
        BEGIN
            INSERT INTO base(a,b) VALUES (cle, donnee);
            RETURN;
        EXCEPTION WHEN uniqueViolation THEN
            -- ne rien faire, et tente de nouveau la mise à jour
        END;
    END LOOP;
END;
$$
LANGUAGE plpgsql;

SELECT fusionne_base(1, 'david');
SELECT fusionne_base(1, 'dennis');

```

Ce code suppose que l'erreur `uniqueViolation` est causée par la commande **INSERT**, et pas par un **INSERT** dans une fonction trigger sur la table. Cela pourrait avoir un mauvais comportement s'il y a plus d'un index unique sur la table car il réessaiera l'opération quelque soit l'index qui a causé l'erreur. On pourrait avoir plus de sécurité en utilisant la fonctionnalité discutée ci-après pour vérifier que l'erreur récupérée était celle attendue.

41.6.6.1. Obtenir des informations sur une erreur

Les gestionnaires d'exception ont fréquemment besoin d'identifier l'erreur spécifique qui est survenue. Il existe deux façons d'obtenir l'information sur l'exception en cours dans PL/pgSQL : des variables spéciales et la commande **GET STACKED DIAGNOSTICS**.

Avec un gestionnaire d'exceptions, la variable spéciale `SQLSTATE` contient le code d'erreur qui correspond à l'exception qui a été levée (voir Tableau A.1, « Codes d'erreur de PostgreSQL™ » pour la liste de codes d'erreur possibles). La variable spéciale `SQLERRM` contient le message d'erreur associé à l'exception. Ces variables ne sont pas définies en dehors des gestionnaires d'exception.

Dans le gestionnaire d'exceptions, il est possible de récupérer des informations sur l'exception en cours en utilisant la commande **GET STACKED DIAGNOSTICS** qui a la forme :

```
GET STACKED DIAGNOSTICS variable { = | := } élément [ , ... ];
```

Chaque `élément` est un mot clé identifiant une valeur de statut à assigner à la `variable` spécifiée (qui doit être du bon type de données). Les éléments de statut actuellement disponibles sont indiqués dans Tableau 41.2, « Diagnostics et erreurs ».

Tableau 41.2. Diagnostics et erreurs

Nom	Type	Description
RETURNED_SQLSTATE	text	le code d'erreur SQLSTATE de l'exception

Nom	Type	Description
COLUMN_NAME	text	le nom de la colonne en relation avec l'exception
CONSTRAINT_NAME	text	le nom de la contrainte en relation avec l'exception
PG_DATATYPE_NAME	text	le nom du type de données en relation avec l'exception
MESSAGE_TEXT	text	le texte du message principal de l'exception
TABLE_NAME	text	le nom de la table en relation avec l'exception
SCHEMA_NAME	text	le nom du schéma en relation avec l'exception
PG_EXCEPTION_DETAIL	text	le texte du message détaillé de l'exception, si disponible
PG_EXCEPTION_HINT	text	le texte du message d'astuce de l'exception, si disponible
PG_EXCEPTION_CONTEXT	text	ligne(s) de texte décrivant la pile d'appel au moment de l'exception (voir Section 41.6.7, « Obtenir des informations sur l'emplacement d'exécution »)

Si l'exception n'a pas configuré une valeur pour un élément, une chaîne vide sera renvoyée.

Voici un exemple :

```

DECLARE
    text_var1 text;
    text_var2 text;
    text_var3 text;
BEGIN
    -- un traitement qui cause une exception
    ...
EXCEPTION WHEN OTHERS THEN
    GET STACKED DIAGNOSTICS text_var1 = MESSAGE_TEXT,
        text_var2 = PG_EXCEPTION_DETAIL,
        text_var3 = PG_EXCEPTION_HINT;
END;

```

41.6.7. Obtenir des informations sur l'emplacement d'exécution

La commande **GET DIAGNOSTICS**, précédemment décrite dans Section 41.5.5, « Obtention du statut du résultat », récupère des informations sur l'état d'exécution courant (alors que la commande **GET STACKED DIAGNOSTICS** discutée ci-dessus rapporte des informations sur l'état d'exécution de l'erreur précédente). Son élément de statut **PG_CONTEXT** est utile pour vérifier l'emplacement d'exécution courant. **PG_CONTEXT** renvoie une chaîne de texte dont les lignes correspondent à la pile d'appels. La première ligne fait référence à la fonction en cours et qui exécute **GET DIAGNOSTICS**. La seconde ligne et toutes les lignes suivantes font référence aux fonctions appelantes dans la pile d'appel. Par exemple :

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION fonction_externe() RETURNS integer AS $$BEGIN
    RETURN fonction_interne();
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

CREATE OR REPLACE FUNCTION fonction_interne() RETURNS integer AS $$
DECLARE
    stack text;
BEGIN
    GET DIAGNOSTICS stack = PG_CONTEXT;
    RAISE NOTICE E'--- Pile d ''appel ---\n%', stack;

```

```

    RETURN 1;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

SELECT fonction_externe();

NOTICE: --- Call Stack ---
PL/pgSQL function fonction_interne() line 5 at GET DIAGNOSTICS
PL/pgSQL function fonction_externe() line 3 at RETURN
CONTEXT: PL/pgSQL function fonction_externe() line 3 at RETURN
fonction_externe
-----
1
(1 row)

```

GET STACKED DIAGNOSTICS ... PG_EXCEPTION_CONTEXT renvoie le même type de pile d'appels, mais en décrivant l'emplacement où l'erreur a été détectée, plutôt que l'emplacement actuel.

41.7. Curseurs

Plutôt que d'exécuter la totalité d'une requête à la fois, il est possible de créer un *curseur* qui encapsule la requête, puis en lit le résultat quelques lignes à la fois. Une des raisons pour faire de la sorte est d'éviter les surcharges de mémoire quand le résultat contient un grand nombre de lignes (cependant, les utilisateurs PL/pgSQL n'ont généralement pas besoin de se préoccuper de cela puisque les boucles FOR utilisent automatiquement un curseur en interne pour éviter les problèmes de mémoire). Un usage plus intéressant est de renvoyer une référence à un curseur qu'une fonction a créé, permettant à l'appelant de lire les lignes. C'est un moyen efficace de renvoyer de grands ensembles de lignes à partir des fonctions.

41.7.1. Déclaration de variables curseur

Tous les accès aux curseurs dans PL/pgSQL se font par les variables curseur, qui sont toujours du type de données spécial refcursor. Un des moyens de créer une variable curseur est de simplement la déclarer comme une variable de type refcursor. Un autre moyen est d'utiliser la syntaxe de déclaration de curseur qui est en général :

```
nom [ [ NO ] SCROLL ] CURSOR [ ( arguments ) ] FOR requête;
```

(FOR peut être remplacé par IS pour la compatibilité avec Oracle™). Si SCROLL est spécifié, le curseur sera capable d'aller en sens inverse ; si NO SCROLL est indiqué, les récupérations en sens inverses seront rejetées ; si rien n'est indiqué, cela dépend de la requête. *arguments* est une liste de paires de *nom type-de-donnée* qui définit les noms devant être remplacés par les valeurs des paramètres dans la requête donnée. La valeur effective à substituer pour ces noms sera indiquée plus tard lors de l'ouverture du curseur.

Quelques exemples :

```
DECLARE
    curs1 refcursor;
    curs2 CURSOR FOR SELECT * FROM tenk1;
    curs3 CURSOR (cle integer) FOR SELECT * FROM tenk1 WHERE unique1 = cle;
```

Ces variables sont toutes trois du type de données refcursor mais la première peut être utilisée avec n'importe quelle requête alors que la seconde a une requête complètement spécifiée qui lui est déjà liée, et la dernière est liée à une requête paramétrée (cle sera remplacée par un paramètre de valeur entière lors de l'ouverture du curseur). La variable curs1 est dite *non liée* puisqu'elle n'est pas liée à une requête particulière.

GET STACKED DIAGNOSTICS ... PG_EXCEPTION_CONTEXT renvoie le même type de pile d'appels, mais en décrivant l'emplacement où l'erreur a été détectée, plutôt que l'emplacement actuel.

41.7.2. Ouverture de curseurs

Avant qu'un curseur puisse être utilisé pour rapatrier des lignes, il doit être *ouvert* (c'est l'action équivalente de la commande SQL **DECLARE CURSOR**). PL/pgSQL dispose de trois formes pour l'instruction **OPEN**, dont deux utilisent des variables curseur non liées et la dernière une variable curseur liée.



Note

Les variables des curseurs liés peuvent aussi être utilisés sans les ouvrir explicitement, via l'instruction **FOR** décrite dans Section 41.7.4, « Boucler dans les résultats d'un curseur ».

41.7.2.1. OPEN FOR requête

```
OPEN var curseur_nonlie [ [ NO ] SCROLL ] FOR requete;
```

La variable curseur est ouverte et reçoit la requête spécifiée à exécuter. Le curseur ne peut pas être déjà ouvert, et il doit avoir été déclaré comme une variable de curseur non lié (c'est-à-dire comme une simple variable refcursor). La requête doit être un **SELECT** ou quelque chose d'autre qui renvoie des lignes (comme **EXPLAIN**). La requête est traitée de la même façon que les autres commandes SQL dans PL/pgSQL : les noms de variables PL/pgSQL sont substitués et le plan de requête est mis en cache pour une possible ré-utilisation. Quand une variable PL/pgSQL est substituée dans une requête de type curseur, la valeur qui est substituée est celle qu'elle avait au moment du **OPEN** ; les modifications ultérieures n'auront pas affectées le comportement du curseur. Les options SCROLL et NO SCROLL ont la même signification que pour un curseur lié.

Exemple :

```
OPEN curs1 FOR SELECT * FROM foo WHERE cle = ma_cle;
```

41.7.2.2. OPEN FOR EXECUTE

```
OPEN var curseur_nonlie [ [ NO ] SCROLL ] FOR EXECUTE requete
[ USING expression [, ...] ];
```

La variable curseur est ouverte et reçoit la requête spécifiée à exécuter. Le curseur ne peut pas être déjà ouvert et il doit avoir été déclaré comme une variable de curseur non lié (c'est-à-dire comme une simple variable refcursor). La requête est spécifiée comme une expression chaîne de la même façon que dans une commande **EXECUTE**. Comme d'habitude, ceci donne assez de flexibilité pour que le plan de la requête puisse changer d'une exécution à l'autre (voir la Section 41.10.2, « Mise en cache du plan »), et cela signifie aussi que la substitution de variable n'est pas faite sur la chaîne de commande. Comme avec la commande **EXECUTE**, les valeurs de paramètre peuvent être insérées dans la commande dynamique avec **format()** ou **USING**. Les options SCROLL et NO SCROLL ont la même signification que pour un curseur lié.

Exemple :

```
OPEN curs1 FOR EXECUTE format('SELECT * FROM %I WHERE nom_colonne = $1', ma_table)
USING valeur_clef;
```

Dans cet exemple, le nom de la table est inséré dans la requête via la fonction **format()**. La valeur de la colonne **nom_colonne** utilisée pour la comparaison est insérée via le paramètre **USING**, c'est la raison pour laquelle elle n'a pas besoin d'être échappée.

41.7.2.3. Ouverture d'un curseur lié

```
OPEN var curseur_lié [ ( [ nom_argument := ] valeur_argument [, ...] ) ];
```

Cette forme d'**OPEN** est utilisée pour ouvrir une variable curseur à laquelle la requête est liée au moment de la déclaration. Le curseur ne peut pas être déjà ouvert. Une liste des expressions arguments doit apparaître si et seulement si le curseur a été déclaré comme acceptant des arguments. Ces valeurs seront remplacées dans la requête.

Le plan de requête pour un curseur lié est toujours considéré comme pouvant être mis en cache ; il n'y a pas d'équivalent de la commande **EXECUTE** dans ce cas. Notez que SCROLL et NO SCROLL ne peuvent pas être indiqués dans **OPEN** car le comportement du curseur était déjà déterminé.

Les valeurs des arguments peuvent être passées en utilisant soit la notation *en position* soit la notation *nommée*. Dans la première, tous les arguments sont indiqués dans l'ordre. Dans la seconde, chaque nom d'argument est indiqué en utilisant **:=** pour la séparer de l'expression de l'argument. De façon similaire à l'appel de fonctions, décrit dans Section 4.3, « Fonctions appelantes », il est aussi autorisé de mixer notation en position et notation nommée.

Voici quelques exemples (ils utilisent les exemples de déclaration de curseur ci-dessus) :

```
OPEN curs2;
```

```
OPEN curs3(42);
OPEN curs3(key := 42);
```

Comme la substitution de variable est faite sur la requête d'un curseur lié, il existe en fait deux façons de passer les valeurs au curseur : soit avec un argument explicite pour **OPEN** soit en référençant implicitement une variable PL/pgSQL dans la requête. Néanmoins, seules les variables déclarées avant que le curseur lié ne soit déclaré lui seront substituées. Dans tous les cas, la valeur passée est déterminée au moment de l'exécution de la commande **OPEN**. Par exemple, une autre façon d'obtenir le même effet que l'exemple `curs3` ci-dessus est la suivante :

```
DECLARE
    key integer;
    curs4 CURSOR FOR SELECT * FROM tenk1 WHERE unique = key;
BEGIN
    key := 42;
    OPEN curs4;
```

41.7.3. Utilisation des curseurs

Une fois qu'un curseur a été ouvert, il peut être manipulé grâce aux instructions décrites ci-dessous.

Ces manipulations n'ont pas besoin de se dérouler dans la même fonction que celle qui a ouvert le curseur. Vous pouvez renvoyer une valeur refcursor à partir d'une fonction et laisser l'appelant opérer sur le curseur (d'un point de vue interne, une valeur refcursor est simplement la chaîne de caractères du nom d'un portail contenant la requête active pour le curseur. Ce nom peut être passé à d'autres, affecté à d'autres variables refcursor et ainsi de suite, sans déranger le portail).

Tous les portails sont implicitement fermés à la fin de la transaction. C'est pourquoi une valeur refcursor est utilisable pour référencer un curseur ouvert seulement jusqu'à la fin de la transaction.

41.7.3.1. FETCH

```
FETCH [ direction { FROM | IN } ] curseur INTO cible;
```

FETCH récupère la prochaine ligne à partir d'un curseur et la place dans une cible, qui peut être une variable ligne, une variable record ou une liste de variables simples séparées par des virgules, comme dans un **SELECT INTO**. S'il n'y a pas de ligne suivante, la cible est mise à NULL. Comme avec **SELECT INTO**, la variable spéciale `FOUND` peut être lue pour voir si une ligne a été récupérée.

La clause *direction* peut être une des variantes suivantes autorisées pour la commande SQL `FETCH(7)` sauf celles qui peuvent récupérer plus d'une ligne ; nommément, cela peut être `NEXT`, `PRIOR`, `FIRST`, `LAST`, `ABSOLUTE nombre`, `RELATIVE nombre`, `FORWARD` ou `BACKWARD`. Omettre *direction* est identique à spécifier `NEXT`. Les valeurs *direction* qui nécessitent d'aller en sens inverse risquent d'échouer sauf si le curseur a été déclaré ou ouvert avec l'option `SCROLL`.

curseur doit être le nom d'une variable refcursor qui référence un portail de curseur ouvert.

Exemples :

```
FETCH curs1 INTO rowvar;
FETCH curs2 INTO foo, bar, baz;
FETCH LAST FROM curs3 INTO x, y;
FETCH RELATIVE -2 FROM curs4 INTO x;
```

41.7.3.2. MOVE

```
MOVE [ direction { FROM | IN } ] curseur;
```

MOVE repositionne un curseur sans récupérer de données. **MOVE** fonctionne exactement comme la commande **FETCH** sauf qu'elle ne fait que repositionner le curseur et ne renvoie donc pas les lignes du déplacement. Comme avec **SELECT INTO**, la variable spéciale `FOUND` peut être lue pour vérifier s'il y avait bien les lignes correspondant au déplacement.

La clause de *direction* peut être l'une des variantes autorisées dna sla commande SQL `FETCH(7)`, nommément `NEXT`,

, FIRST, LAST, ABSOLUTE *nombre*, RELATIVE *nombre*, ALL, FORWARD [*nombre* | ALL], ou BACKWARD [*nombre* | ALL]. Omettre *direction* est identique à spécifier NEXT. Les valeurs *direction* qui nécessitent de se déplacer en arrière risquent d'échouer sauf si le curseur a été déclaré ou ouvert avec l'option SCROLL.

Exemples :

```
MOVE curs1;
MOVE LAST FROM curs3;
MOVE RELATIVE -2 FROM curs4;
MOVE FORWARD 2 FROM curs4;
```

41.7.3.3. UPDATE/DELETE WHERE CURRENT OF

```
UPDATE table SET ... WHERE CURRENT OF curseur;
DELETE FROM table WHERE CURRENT OF curseur;
```

Quand un curseur est positionné sur une ligne d'une table, cette ligne peut être mise à jour ou supprimée en utilisant le curseur qui identifie la ligne. Il existe des restrictions sur ce que peut être la requête du curseur (en particulier, pas de regroupement) et il est mieux d'utiliser FOR UPDATE dans le curseur. Pour des informations supplémentaires, voir la page de référence DECLARE(7).

Un exemple :

```
UPDATE foo SET valdonnee = mavaleur WHERE CURRENT OF curs1;
```

41.7.3.4. CLOSE

```
CLOSE curseur;
```

CLOSE ferme le portail sous-tendant un curseur ouvert. Ceci peut être utilisé pour libérer des ressources avant la fin de la transaction ou pour libérer la variable curseur pour pouvoir la réouvrir.

Exemple :

```
CLOSE curs1;
```

41.7.3.5. Renvoi de curseurs

Les fonctions PL/pgSQL peuvent renvoyer des curseurs à l'appelant. Ceci est utile pour renvoyer plusieurs lignes ou colonnes, spécialement avec des ensembles de résultats très grands. Pour cela, la fonction ouvre le curseur et renvoie le nom du curseur à l'appelant (ou simplement ouvre le curseur en utilisant un nom de portail spécifié par ou autrement connu par l'appelant). L'appelant peut alors récupérer les lignes à partir du curseur. Le curseur peut être fermé par l'appelant ou il sera fermé automatiquement à la fin de la transaction.

Le nom du portail utilisé pour un curseur peut être spécifié par le développeur ou peut être généré automatiquement. Pour spécifier un nom de portail, affectez simplement une chaîne à la variable refcursor avant de l'ouvrir. La valeur de la variable refcursor sera utilisée par **OPEN** comme nom du portail sous-jacent. Néanmoins, si la variable refcursor est NULL, **OPEN** génère automatiquement un nom qui n'entre pas en conflit avec tout portail existant et l'affecte à la variable refcursor.



Note

Une variable curseur avec limites est initialisée avec la valeur de la chaîne représentant son nom, de façon à ce que le nom du portail soit identique au nom de la variable curseur, sauf si le développeur le surcharge par affectation avant d'ouvrir le curseur. Mais, une variable curseur sans limite aura par défaut la valeur NULL, dont il reçoit un nom unique généré automatiquement sauf s'il est surchargé.

L'exemple suivant montre une façon de fournir un nom de curseur par l'appelant :

```
CREATE TABLE test (col text);
INSERT INTO test VALUES ('123');
```

```

CREATE FUNCTION fonction_reference(refcursor) RETURNS refcursor AS $$ 
BEGIN
    OPEN $1 FOR SELECT col FROM test;
    RETURN $1;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

BEGIN;
SELECT fonction_reference('curseur_fonction');
FETCH ALL IN curseur_fonction;
COMMIT;

```

L'exemple suivant utilise la génération automatique du nom du curseur :

```

CREATE FUNCTION fonction_reference2() RETURNS refcursor AS $$ 
DECLARE
    ref refcursor;
BEGIN
    OPEN ref FOR SELECT col FROM test;
    RETURN ref;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

-- Il faut être dans une transaction pour utiliser les curseurs.
BEGIN;
SELECT fonction_reference2();

fonction_reference2
-----
<unnamed cursor 1>
(1 row)

FETCH ALL IN "<unnamed cursor 1>";
COMMIT;

```

L'exemple suivant montre une façon de renvoyer plusieurs curseurs à une seule fonction :

```

CREATE FUNCTION ma_fonction(refcursor, refcursor) RETURNS SETOF refcursor AS $$ 
BEGIN
    OPEN $1 FOR SELECT * FROM table_1;
    RETURN NEXT $1;
    OPEN $2 FOR SELECT * FROM table_2;
    RETURN NEXT $2;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

-- doit être dans une transaction pour utiliser les curseurs.
BEGIN;

SELECT * FROM ma_fonction('a', 'b');

FETCH ALL FROM a;
FETCH ALL FROM b;
COMMIT;

```

41.7.4. Boucler dans les résultats d'un curseur

C'est une variante de l'instruction **FOR** qui permet l'itération sur les lignes renvoyées par un curseur. La syntaxe est :

```

[ <<label>> ]
FOR var_record IN var curseur lié [ ( [ nom_argument := ] valeur_argument [, ...] ) ]
LOOP
    instructions
END LOOP [ label ];

```

La variable curseur doit avoir été liée à une requête lors de sa déclaration et il *ne peut pas* être déjà ouvert. L'instruction **FOR** ouvre automatiquement le curseur, et il ferme le curseur en sortie de la boucle. Une liste des expressions de valeurs des arguments doit apparaître si et seulement si le curseur a été déclaré prendre des arguments. Ces valeurs seront substituées dans la requête, de la même façon que lors d'un **OPEN** (voir Section 41.7.2.3, « Ouverture d'un curseur lié »).

La variable variable `var_record` est définie automatiquement avec le type record et existe seulement dans la boucle (toute définition existante d'un nom de variable est ignorée dans la boucle). Chaque ligne renvoyée par le curseur est successivement affectée à la variable d'enregistrement et le corps de la boucle est exécuté.

41.8. Erreurs et messages

41.8.1. Rapporter des erreurs et messages

Utilisez l'instruction **RAISE** pour rapporter des messages et lever des erreurs.

```
RAISE [ niveau ] 'format' [, expression [, ...]] [ USING option = expression [, ...] ];
RAISE [ niveau ] nom_condition [ USING option = expression [, ...] ];
RAISE [ niveau ] SQLSTATE 'état_sql' [ USING option = expression [, ...] ];
RAISE [ niveau ] USING option = expression [, ...];
RAISE ;
```

L'option `niveau` indique la sévérité de l'erreur. Les niveaux autorisés sont DEBUG, LOG, INFO, NOTICE, WARNING et EXCEPTION, ce dernier étant la valeur par défaut. EXCEPTION lève une erreur (ce qui annule habituellement la transaction en cours). Les autres niveaux ne font que générer des messages aux différents niveaux de priorité. Les variables de configuration `log_min_messages` et `client_min_messages` contrôlent l'envoi de messages dans les traces, au client ou aux deux. Voir le Chapitre 19, Configuration du serveur pour plus d'informations.

Après `niveau`, vous pouvez écrire un `format` (qui doit être une chaîne littérale, pas une expression). La chaîne `format` indique le texte du message d'erreur à rapporter. Elle peut être suivie par des expressions optionnelles à insérer dans le message. Dans la chaîne, % est remplacé par la représentation de la valeur du prochain argument. Écrivez %% pour saisir un % littéral. Le nombre des arguments doit correspondre au nombre de % dans la chaîne `format`, sinon une erreur est levée durant la compilation de la fonction.

Dans cet exemple, la valeur de `v_job_id` remplace le % dans la chaîne.

```
RAISE NOTICE 'Appel de cs_creer_job(%)', v_job_id;
```

Vous pouvez attacher des informations supplémentaires au rapport d'erreur en écrivant `USING` suivi par des éléments `option = expression`. Chaque `expression` peut valoir n'importe quel expression sous forme de chaîne. Les mots clés autorisés `option` sont :

MESSAGE

Configure le texte du message d'erreur. Cette option ne peut pas être utilisée dans la forme d'un **RAISE** qui inclut une chaîne de format avec `USING`.

DETAIL

Fournit un message de détail sur l'erreur.

HINT

Fournit un message de conseil sur l'erreur.

ERRCODE

Spécifie le code d'erreur (SQLSTATE) à rapporter, soit par son nom de condition comme indiqué dans Annexe A, Codes d'erreurs de PostgreSQL™, soit directement sous la forme d'un code SQLSTATE sur cinq caractères.

COLUMN, CONSTRAINT, DATATYPE, TABLE, SCHEMA

Fournit le nom de l'objet.

Cet exemple annulera la transaction avec le message d'erreur et l'astuce donnés :

```
RAISE EXCEPTION 'Nonexistent ID --> %', user_id
  USING HINT = 'Please check your user id';
```

Ces deux exemples affichent des façons équivalentes pour initialiser SQLSTATE :

```
RAISE 'Duplicate user ID: %', user_id USING ERRCODE = 'uniqueViolation';
RAISE 'Duplicate user ID: %', user_id USING ERRCODE = '23505';
```

Il existe une deuxième syntaxe **RAISE** pour laquelle l'argument principale est le nom de la condition ou le SQLSTATE à rapporter, par exemple :

```
RAISE division_by_zero;
RAISE SQLSTATE '22012';
```

Dans cette syntaxe, **USING** peut être utilisé pour fournir un message d'erreur, un détail ou une astuce personnalisé. Voici une autre façon de faire l'exemple précédent :

```
RAISE uniqueViolation USING MESSAGE = 'Duplicate user ID: ' || user_id;
```

Une autre variante est d'écrire **RAISE USING** ou **RAISE niveau USING** et de placer tout le reste dans la liste **USING**.

La dernière variante de **RAISE** n'a aucun paramètre. Cette forme peut seulement être utilisée dans un bloc **BEGIN** d'une clause **EXCEPTION** ; cela fait que l'erreur est renvoyée.



Note

Avant PostgreSQL™ 9.1, **RAISE** sans paramètres était interprété comme un renvoi de l'erreur à partir du bloc contenant le gestionnaire actif d'exceptions. Du coup, une clause **EXCEPTION** imbriquée dans ce gestionnaire ne la récupérerait pas, même si le **RAISE** était intégrée dans le bloc de la clause **EXCEPTION**. C'était très surprenant et incompatible avec PL/SQL d'Oracle.

Si aucun nom de condition ou SQLSTATE n'est indiqué dans une commande **RAISE EXCEPTION**, la valeur par défaut est d'utiliser **RAISE_EXCEPTION (P0001)**. Si aucun message texte n'est indiqué, la valeur par défaut est d'utiliser le nom de la condition ou le SQLSTATE comme texte de message.



Note

Lors de la spécification du code d'erreur par un code SQLSTATE, vous n'êtes pas limité aux codes d'erreur prédéfinis, mais pouvez sélectionner tout code d'erreur consistant en cinq chiffres et/ou des lettres ASCII majuscules, autre que 00000. Il est recommandé d'éviter d'envoyer des codes d'erreur qui se terminent avec trois zéros car il y a des codes de catégorie, et peuvent seulement être récupérés en filtrant la catégorie complète.

41.8.2. Vérification d'assertions

L'instruction **ASSERT** est un moyen pratique d'insérer dans les fonctions PL/pgSQL des vérifications d'assertions.

```
ASSERT condition [ , message ];
```

La *condition* est une expression booléenne qui est censée être toujours vraie. Si c'est le cas, l'instruction **ASSERT** ne fait rien. Si le résultat est faux ou NULL, alors une exception **ASSERT_FAILURE** est levée (si une erreur survient lors de l'évaluation de la *condition*, elle est rapportée normalement).

Si le *message* optionnel est fourni, cela doit être une expression dont le résultat (si non NULL) remplacera le message d'erreur (par défaut « assertion failed ») si la *condition* est fausse. L'expression *message* n'est pas évaluée dans le cas normal où l'assertion est vraie.

La vérification des assertions peut être activée ou désactivée via le paramètre de configuration `plpgsql.check_asserts` qui prend une valeur booléenne, par défaut à `on`. Si ce paramètre est à `off` alors l'instruction **ASSERT** ne fait rien.

Notez que l'instruction **ASSERT** sert à détecter des erreurs de programmation, pas à rapporter des erreurs ordinaires. Pour cela, veuillez utiliser l'instruction **RAISE** décrite ci-dessus.

41.9. Procédures trigger

PL/pgSQL peut être utilisé pour définir des procédures trigger sur les modifications de données ou sur les événements en base. Une procédure trigger est créée avec la commande, en la déclarant comme une fonction sans argument et avec un type en retour trigger (pour les triggers sur les modifications de données) ou event_trigger (pour les triggers sur les événements en base). Des variables locales spéciales, nommées PG_ que l'quelque chose sont automatiquement définies pour décrire la condition qui a déclenché l'appel.

41.9.1. Triggers sur les modifications de données

Un trigger sur modification de données est déclaré comme une fonction sans arguments et renvoyant le type trigger. Notez que la fonction doit être déclarée sans arguments même si elle s'attend à recevoir des arguments spécifiés dans **CREATE TRIGGER** -- ce type d'argument est passé via TG_ARGV, comme indiqué ci-dessous.

Quand une fonction PL/pgSQL est appelée en tant que trigger, plusieurs variables spéciales sont créées automatiquement dans le bloc de plus haut niveau. Ce sont :

NEW

Type de données RECORD ; variable contenant la nouvelle ligne de base de données pour les opérations **INSERT / UPDATE** dans les triggers de niveau ligne. Cette variable est non initialisée dans un trigger de niveau instruction et pour les opérations **DELETE**.

OLD

Type de données RECORD ; variable contenant l'ancienne ligne de base de données pour les opérations **UPDATE/DELETE** dans les triggers de niveau ligne. Cette variable est non initialisée dans les triggers de niveau instruction et pour les opérations **INSERT**.

TG_NAME

Type de données name ; variable qui contient le nom du trigger réellement lancé.

TG_WHEN

Type de données text ; une chaîne, soit BEFORE soit AFTER, soit INSTEAD OF selon la définition du trigger.

TG_LEVEL

Type de données text ; une chaîne, soit ROW soit STATEMENT, selon la définition du trigger.

TG_OP

Type de données text ; une chaîne, INSERT, UPDATE, DELETE ou TRUNCATE indiquant pour quelle opération le trigger a été lancé.

TG_RELID

Type de données oid ; l'ID de l'objet de la table qui a causé le déclenchement du trigger.

TG_RELNAME

Type de données name ; le nom de la table qui a causé le déclenchement. C'est obsolète et pourrait disparaître dans une prochaine version. À la place, utilisez TG_TABLE_NAME.

TG_TABLE_NAME

Type de données name ; le nom de la table qui a déclenché le trigger.

TG_TABLE_SCHEMA

Type de données name ; le nom du schéma de la table qui a appelé le trigger.

TG_NARGS

Type de données integer ; le nombre d'arguments donnés à la procédure trigger dans l'instruction **CREATE TRIGGER**.

TG_ARGV[]

Type de donnée text ; les arguments de l'instruction **CREATE TRIGGER**. L'index débute à 0. Les indices invalides (inférieurs à 0 ou supérieurs ou égaux à tg_nargs) auront une valeur NULL.

Une fonction trigger doit renvoyer soit NULL soit une valeur record ayant exactement la structure de la table pour laquelle le trigger a été lancé.

Les triggers de niveau ligne lancés BEFORE peuvent renvoyer NULL pour indiquer au gestionnaire de trigger de sauter le reste de l'opération pour cette ligne (les triggers suivants ne sont pas lancés, et les **INSERT/UPDATE/DELETE** ne se font pas pour cette ligne). Si une valeur non NULL est renvoyée alors l'opération se déroule avec cette valeur ligne. Renvoyer une valeur ligne différente de la valeur originale de NEW modifie la ligne qui sera insérée ou mise à jour. De ce fait, si la fonction de trigger veut que l'action réussisse sans modifier la valeur de rangée, NEW (ou une valeur égale) doit être renvoyée. Pour modifier la rangée à être

stockée, il est possible de remplacer les valeurs directement dans NEW et renvoyer le NEW modifié ou de générer un nouvel enregistrement à renvoyer. Dans le cas d'un before-trigger sur une commande **DELETE**, la valeur renvoyée n'a aucun effet direct mais doit être non-nulle pour permettre à l'action trigger de continuer. Notez que NEW est nul dans le cadre des triggers **DELETE** et que renvoyer ceci n'est pas recommandé dans les cas courants. Une pratique utile dans des triggers **DELETE** serait de renvoyer OLD.

Les triggers **INSTEAD OF** (qui sont toujours des triggers au niveau ligne et peuvent seulement être utilisés sur des vues) peuvent renvoyer NULL pour signaler qu'ils n'ont fait aucune modification et que le reste de l'opération pour cette ligne doit être ignoré (autrement dit, les triggers suivants ne sont pas déclenchés et la ligne n'est pas comptée dans le statut des lignes affectées pour la requête **INSERT/UPDATE/DELETE**). Une valeur différente de NULL doit être renvoyée pour indiquer que le trigger a traité l'opération demandée. Pour les opérations **INSERT** et **UPDATE**, la valeur de retour doit être NEW, que la fonction trigger peut modifier pour supporter une clause **RETURNING** d'une requête **INSERT** ou **UPDATE** (ceci affectera aussi la valeur de ligne passée aux triggers suivants ou passée à l'alias spécial **EXCLUDED** dans une instruction **INSERT** dotée d'une clause **ON CONFLICT DO UPDATE**). Pour les opérations **DELETE**, la valeur de retour doit être OLD.

La valeur de retour d'un trigger de niveau rangée déclenché AFTER ou un trigger de niveau instruction déclenché BEFORE ou AFTER est toujours ignoré ; il pourrait aussi bien être NULL. Néanmoins, tous les types de triggers peuvent toujours annuler l'opération complète en envoyant une erreur.

L'Exemple 41.3, « Une procédure trigger PL/pgSQL » montre un exemple d'une procédure trigger dans PL/pgSQL.

Exemple 41.3. Une procédure trigger PL/pgSQL

Cet exemple de trigger assure qu'à chaque moment où une ligne est insérée ou mise à jour dans la table, le nom de l'utilisateur courant et l'heure sont estampillés dans la ligne. Et cela vous assure qu'un nom d'employé est donné et que le salaire est une valeur positive.

```

CREATE TABLE emp (
    nom_employe text,
    salaire integer,
    date_dernier_modif timestamp,
    utilisateur_dernier_modif text
);

CREATE FUNCTION emp_stamp() RETURNS trigger AS $emp_stamp$
BEGIN
    -- Vérifie que nom_employe et salary sont donnés
    IF NEW.nom_employe IS NULL THEN
        RAISE EXCEPTION 'nom_employe ne peut pas être NULL';
    END IF;
    IF NEW.salaire IS NULL THEN
        RAISE EXCEPTION '% ne peut pas avoir un salaire', NEW.nom_employe;
    END IF;

    -- Qui travaille pour nous si la personne doit payer pour cela ?
    IF NEW.salaire < 0 THEN
        RAISE EXCEPTION '% ne peut pas avoir un salaire négatif', NEW.nom_employe;
    END IF;

    -- Rappelons-nous qui a changé le salaire et quand
    NEW.date_dernier_modif := current_timestamp;
    NEW.utilisateur_dernier_modif := current_user;
    RETURN NEW;
END;
$emp_stamp$ LANGUAGE plpgsql;

CREATE TRIGGER emp_stamp BEFORE INSERT OR UPDATE ON emp
    FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE emp_stamp();

```

Une autre façon de tracer les modifications sur une table implique la création d'une nouvelle table qui contient une ligne pour chaque insertion, mise à jour ou suppression qui survient. Cette approche peut être vue comme un audit des modifications sur une table. L'Exemple 41.4, « Une procédure d'audit par trigger en PL/pgSQL » montre un exemple d'une procédure d'audit par trigger en PL/pgSQL.

Exemple 41.4. Une procédure d'audit par trigger en PL/pgSQL

Cet exemple de trigger nous assure que toute insertion, modification ou suppression d'une ligne dans la table emp est enregistrée dans la table emp_audit. L'heure et le nom de l'utilisateur sont conservées dans la ligne avec le type d'opération réalisé.

```

CREATE TABLE emp (
    nom_employe      text NOT NULL,
    salaire          integer
);

CREATE TABLE emp_audit(
    operation        char(1)  NOT NULL,
    tampon           timestamp NOT NULL,
    id_utilisateur   text      NOT NULL,
    nom_employe      text      NOT NULL,
    salaire          integer
);

CREATE OR REPLACE FUNCTION audit_employe() RETURNS TRIGGER AS $emp_audit$
BEGIN
    --
    -- Ajoute une ligne dans emp_audit pour refléter l'opération réalisée
    -- sur emp,
    -- utilise la variable spéciale TG_OP pour cette opération.
    --
    IF (TG_OP = 'DELETE') THEN
        INSERT INTO emp_audit SELECT 'D', now(), user, OLD.*;
        RETURN OLD;
    ELSIF (TG_OP = 'UPDATE') THEN
        INSERT INTO emp_audit SELECT 'U', now(), user, NEW.*;
        RETURN NEW;
    ELSIF (TG_OP = 'INSERT') THEN
        INSERT INTO emp_audit SELECT 'I', now(), user, NEW.*;
        RETURN NEW;
    END IF;
    RETURN NULL; -- le résultat est ignoré car il s'agit d'un trigger AFTER
END;
$emp_audit$ language plpgsql;

CREATE TRIGGER emp_audit
    AFTER INSERT OR UPDATE OR DELETE ON emp
    FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE audit_employe();

```

Une variation de l'exemple précédent utilise une vue joignant la table principale et la table d'audit pour montrer les derniers enregistrements modifiés. Cette approche enregistre toujours toutes les modifications sur la table mais présente aussi une vue simple de l'audit, n'affichant que la date et heure de la dernière modification pour chaque enregistrement. Exemple 41.5, « Une fonction trigger en PL/pgSQL sur une vue pour un audit » montre un exemple d'un trigger d'audit sur une vue avec PL/pgSQL.

Exemple 41.5. Une fonction trigger en PL/pgSQL sur une vue pour un audit

Cet exemple utilise un trigger sur une vue pour la rendre modifiable, et s'assure que toute insertion, mise à jour ou suppression d'une ligne dans la vue est enregistrée (pour l'audit) dans la table emp_audit. La date et l'heure courante ainsi que le nom de l'utilisateur sont enregistrés, avec le type d'opération réalisé pour que la vue affiche la date et l'heure de la dernière modification de chaque ligne.

```

CREATE TABLE emp (
    nom_employe      text PRIMARY KEY,
    salaire          integer
);

CREATE TABLE emp_audit(
    operation        char(1)  NOT NULL,
    id_utilisateur   text      NOT NULL,
    nom_employe      text      NOT NULL,
    salaire          integer,
    dmodif           timestamp NOT NULL
);

```

```

CREATE VIEW emp_vue AS
  SELECT e.nom_employe,
         e.salaire,
         max(ea.dmodif) AS dernière_modification
    FROM emp e
   LEFT JOIN emp_audit ea ON ea.nom_employe = e.nom_employe
  GROUP BY 1, 2;

CREATE OR REPLACE FUNCTION miseajour_emp_vue() RETURNS TRIGGER AS $$%
BEGIN
  --
  -- Perform the required operation on emp, and create a row in emp_audit
  -- to reflect the change made to emp.
  --
  IF (TG_OP = 'DELETE') THEN
    DELETE FROM emp WHERE nom_employe = OLD.nom_employe;
    IF NOT FOUND THEN RETURN NULL; END IF;

    OLD.dernière_modification = now();
    INSERT INTO emp_audit VALUES('D', user, OLD.*);
    RETURN OLD;
  ELSIF (TG_OP = 'UPDATE') THEN
    UPDATE emp SET salary = NEW.salary WHERE nom_employe = OLD.nom_employe;
    IF NOT FOUND THEN RETURN NULL; END IF;

    NEW.dernière_modification = now();
    INSERT INTO emp_audit VALUES('U', user, NEW.*);
    RETURN NEW;
  ELSIF (TG_OP = 'INSERT') THEN
    INSERT INTO emp VALUES(NEW.nom_employe, NEW.salaire);

    NEW.dernière_modification = now();
    INSERT INTO emp_audit VALUES('I', user, NEW.*);
    RETURN NEW;
  END IF;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

CREATE TRIGGER emp_audit
INSTEAD OF INSERT OR UPDATE OR DELETE ON emp_vue
  FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE miseajour_emp_vue();

```

Une utilisation des triggers est le maintien d'une table résumée d'une autre table. Le résumé résultant peut être utilisé à la place de la table originale pour certaines requêtes -- souvent avec des temps d'exécution bien réduits. Cette technique est souvent utilisée pour les statistiques de données où les tables de données mesurées ou observées (appelées des tables de faits) peuvent être extrêmement grandes. L'Exemple 41.6, « Une procédure trigger PL/pgSQL pour maintenir une table résumée » montre un exemple d'une procédure trigger en PL/pgSQL maintenant une table résumée pour une table de faits dans un système de données (data warehouse).

Exemple 41.6. Une procédure trigger PL/pgSQL pour maintenir une table résumée

Le schéma détaillé ici est partiellement basé sur l'exemple du *Grocery Store* provenant de *The Data Warehouse Toolkit* par Ralph Kimball.

```

-- 
-- Tables principales - dimension du temps de ventes.
-- 
CREATE TABLE time_dimension (
  time_key                  integer NOT NULL,
  day_of_week                integer NOT NULL,
  day_of_month               integer NOT NULL,
  month                      integer NOT NULL,
  quarter                     integer NOT NULL,
  year                       integer NOT NULL
);
CREATE UNIQUE INDEX time_dimension_key ON time_dimension(time_key);

```

```

CREATE TABLE sales_fact (
    time_key                integer NOT NULL,
    product_key              integer NOT NULL,
    store_key                integer NOT NULL,
    amount_sold               numeric(12,2) NOT NULL,
    units_sold                integer NOT NULL,
    amount_cost               numeric(12,2) NOT NULL
);
CREATE INDEX sales_fact_time ON sales_fact(time_key);

-- 
-- Table résumé - ventes sur le temps.
-- 

CREATE TABLE sales_summary_bytime (
    time_key                integer NOT NULL,
    amount_sold               numeric(15,2) NOT NULL,
    units_sold                numeric(12) NOT NULL,
    amount_cost               numeric(15,2) NOT NULL
);
CREATE UNIQUE INDEX sales_summary_bytime_key ON sales_summary_bytime(time_key);

-- 
-- Fonction et trigger pour amender les colonnes résumées
-- pour un UPDATE, INSERT, DELETE.
-- 

CREATE OR REPLACE FUNCTION maint_sales_summary_bytime() RETURNS TRIGGER
AS $maint_sales_summary_bytime$
DECLARE
    delta_time_key            integer;
    delta_amount_sold          numeric(15,2);
    delta_units_sold           numeric(12);
    delta_amount_cost          numeric(15,2);
BEGIN

    -- Travaille sur l'ajout/la suppression de montant(s).
    IF (TG_OP = 'DELETE') THEN

        delta_time_key = OLD.time_key;
        delta_amount_sold = -1 * OLD.amount_sold;
        delta_units_sold = -1 * OLD.units_sold;
        delta_amount_cost = -1 * OLD.amount_cost;

    ELSIF (TG_OP = 'UPDATE') THEN

        -- interdit les mises à jour qui modifient time_key -
        -- (probablement pas trop cher, car DELETE + INSERT est la façon la plus
        -- probable de réaliser les modifications).
        IF ( OLD.time_key != NEW.time_key) THEN
            RAISE EXCEPTION 'Update of time_key : % -> % not allowed',
                            OLD.time_key, NEW.time_key;
        END IF;

        delta_time_key = OLD.time_key;
        delta_amount_sold = NEW.amount_sold - OLD.amount_sold;
        delta_units_sold = NEW.units_sold - OLD.units_sold;
        delta_amount_cost = NEW.amount_cost - OLD.amount_cost;

    ELSIF (TG_OP = 'INSERT') THEN

        delta_time_key = NEW.time_key;
        delta_amount_sold = NEW.amount_sold;
        delta_units_sold = NEW.units_sold;
        delta_amount_cost = NEW.amount_cost;

    END IF;

    -- Insertion ou mise à jour de la ligne de résumé avec les nouvelles valeurs.

```

```

<<insert_update>>
LOOP
UPDATE sales_summary_bytime
SET amount_sold = amount_sold + delta_amount_sold,
    units_sold = units_sold + delta_units_sold,
    amount_cost = amount_cost + delta_amount_cost
WHERE time_key = delta_time_key;

EXIT insert_update WHEN found;

BEGIN
    INSERT INTO sales_summary_bytime (
        time_key,
        amount_sold,
        units_sold,
        amount_cost)
    VALUES (
        delta_time_key,
        delta_amount_sold,
        delta_units_sold,
        delta_amount_cost
    );
    EXIT insert_update;

EXCEPTION
WHEN UNIQUE_VIOLATION THEN
-- do nothing
END;
END LOOP insert_update;

RETURN NULL;

END;
$maint_sales_summary_bytime$ LANGUAGE plpgsql;

CREATE TRIGGER maint_sales_summary_bytime
AFTER INSERT OR UPDATE OR DELETE ON sales_fact
FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE maint_sales_summary_bytime();

INSERT INTO sales_fact VALUES(1,1,1,10,3,15);
INSERT INTO sales_fact VALUES(1,2,1,20,5,35);
INSERT INTO sales_fact VALUES(2,2,1,40,15,135);
INSERT INTO sales_fact VALUES(2,3,1,10,1,13);
SELECT * FROM sales_summary_bytime;
DELETE FROM sales_fact WHERE product_key = 1;
SELECT * FROM sales_summary_bytime;
UPDATE sales_fact SET units_sold = units_sold * 2;
SELECT * FROM sales_summary_bytime;

```

41.9.2. Triggers sur des événements

PL/pgSQL peut être utilisé pour définir des triggers sur des événements. PostgreSQL™ requiert qu'une procédure qui doit appelée en tant que trigger d'événement soit déclarée sans argument et avec un type `event_trigger` en retour.

Quand une fonction PL/pgSQL est appelée en tant que trigger d'événement, plusieurs variables spéciales sont créées automatiquement dans son bloc de niveau haut. Les voici :

`TG_EVENT`

Type de données text ; une chaîne représentant l'événement pour lequel le trigger est déclenché.

`TG_TAG`

Type de données text ; variable contenant la balise commande pour laquelle le trigger a été déclenché.

Exemple 41.7, « Une procédure PL/pgSQL pour un trigger d'événement » montre un exemple d'une procédure pour un trigger d'événement écrit en PL/pgSQL.

Exemple 41.7. Une procédure PL/pgSQL pour un trigger d'événement

Cet exemple de trigger lève simplement un message NOTICE à chaque fois qu'une commande supportée est exécutée.

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION rapporte() RETURNS event_trigger AS $$  
BEGIN  
    RAISE NOTICE 'rapporte: % %', tg_event, tg_tag;  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;  
  
CREATE EVENT TRIGGER rapporte ON ddl_command_start EXECUTE PROCEDURE rapporte();
```

41.10. Les dessous de PL/pgSQL

Cette section discute des détails d'implémentation les plus importants à connaître pour les utilisateurs de PL/pgSQL.

41.10.1. Substitution de variables

Les instructions et expressions SQL au sein d'une fonction PL/pgSQL peuvent faire appel aux variables et paramètres d'une fonction. En coulisses, PL/pgSQL remplace les paramètres de requêtes par des références. Les paramètres ne seront remplacés qu'aux endroits où un paramètre ou une référence de colonne sont autorisés par la syntaxe. Pour un cas extrême, considérez cet exemple de mauvaise programmation :

```
INSERT INTO foo (foo) VALUES (foo);
```

La première occurrence de `foo` doit être un nom de table, d'après la syntaxe et ne sera donc pas remplacée, même si la fonction a une variable nommée `foo`. La deuxième occurrence doit être le nom d'une colonne de la table et ne sera donc pas remplacée non plus. Seule la troisième occurrence peut-être une référence à la variable de la fonction.



Note

Les versions de PostgreSQL™ avant la 9.0 remplaçaient la variable dans les trois cas, donnant lieu à des erreurs de syntaxe.

Les noms de variables n'étant pas différents des noms de colonnes, d'après la syntaxe, il peut y avoir ambiguïté dans les instructions qui font référence aux deux : un nom donné fait-il référence à un nom de colonne ou à une variable ? Modifions l'exemple précédent.

```
INSERT INTO dest (col) SELECT foo + bar FROM src;
```

Ici, `dest` et `src` doivent être des noms de table et `col` doit être une colonne de `dest` mais `foo` et `bar` peuvent être aussi bien des variables de la fonction que des colonnes de `src`.

Par défaut, PL/pgSQL signalera une erreur si un nom dans une requête SQL peut faire référence à la fois à une variable et à une colonne. Vous pouvez corriger ce problème en renommant la variable ou colonne, en qualifiant la référence ambiguë ou en précisant à PL/pgSQL quelle est l'interprétation à privilégier.

Le choix le plus simple est de renommer la variable ou colonne. Une règle de codage récurrente est d'utiliser une convention de nommage différente pour les variables de PL/pgSQL que pour les noms de colonne. Par exemple, si vous utilisez toujours des variables de fonctions en `v_quelquechose` tout en vous assurant qu'aucun nom de colonne ne commence par `v_`, aucun conflit ne sera possible.

Autrement, vous pouvez qualifier les références ambiguës pour les rendre plus claires. Dans l'exemple ci-dessus, `src.foo` serait une référence sans ambiguïté à une colonne de table. Pour créer une référence sans ambiguïté à une variable, déclarez-la dans un bloc nommé et utilisez le nom du bloc (voir Section 41.2, « Structure de PL/pgSQL »). Par exemple,

```
<<bloc>>
DECLARE
    foo int;
```

```

BEGIN
    foo := ...;
    INSERT INTO dest (col) SELECT bloc.foo + bar FROM src;

```

Ici, `bloc.foo` désigne la variable même s'il existe une colonne `foo` dans la base `src`. Les paramètres de fonction, ainsi que les variables spéciales tel que `FOUND`, peuvent être qualifiés par le nom de la fonction, parce qu'ils sont implicitement déclarés dans un bloc extérieur portant le nom de la fonction.

Quelque fois, il n'est pas envisageable de lever toutes les ambiguïtés dans une grande quantité de code PL/pgSQL. Dans ces cas-ci, vous pouvez spécifier à PL/pgSQL qu'il doit traiter les références ambiguës comme étant une variable (ce qui est compatible avec le comportement de PL/pgSQL avant PostgreSQL™ 9.0) ou comme étant la colonne d'une table (ce qui est compatible avec d'autres systèmes tels que Oracle™).

Pour modifier ce comportement dans toute l'instance, mettez le paramètre de configuration `plpgsql.variable_conflict` à l'un de `error`, `use_variable` ou `use_column` (où `error` est la valeur par défaut). Ce paramètre agit sur les compilations postérieures d'instructions dans les fonctions PL/pgSQL mais pas les instructions déjà compilées dans la session en cours. Cette modification pouvant affecter de manière inattendue le comportement des fonctions PL/pgSQL, elle ne peut être faite que par un administrateur.

Vous pouvez modifier ce comportement fonction par fonction, en insérant l'une de ces commandes spéciales au début de la fonction :

```

#variable_conflict error
#variable_conflict use_variable
#variable_conflict use_column

```

Ces commandes n'agissent que sur les fonctions qui les contient et surchargent la valeur de `plpgsql.variable_conflict`. Un exemple est

```

CREATE FUNCTION stamp_user(id int, comment text) RETURNS void AS $$ 
    #variable_conflict use_variable
    DECLARE
        curtime timestamp := now();
    BEGIN
        UPDATE users SET last_modified = curtime, comment = comment
        WHERE users.id = id;
    END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

```

Dans la commande `UPDATE`, `curtime`, `comment`, et `id` font référence aux variables et paramètres de la fonction, que la table `users` ait ou non des colonnes portant ces noms. Notez qu'il a fallu qualifier la référence à `users.id` dans la clause `WHERE` pour qu'elle fasse référence à la colonne. Mais nous ne qualifions pas la référence à `comment` comme cible dans la liste `UPDATE` car, d'après la syntaxe, elle doit être une colonne de `users`. Nous pourrions écrire la même fonction sans dépendre de la valeur de `variable_conflict` de cette manière :

```

CREATE FUNCTION stamp_user(id int, comment text) RETURNS void AS $$ 
    <<fn>>
    DECLARE
        curtime timestamp := now();
    BEGIN
        UPDATE users SET last_modified = fn.curtime, comment = stamp_user.comment
        WHERE users.id = stamp_user.id;
    END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

```

La substitution de variable n'arrive pas dans la chaîne de commande donnée à **EXECUTE** ou une de ces variantes. Si vous avez besoin d'insérer une valeur dans une telle commande, faites-le lors de la construction d'une valeur de chaîne, illustrée dans la Section 41.5.4, « Exécuter des commandes dynamiques », ou utilisez `USING`.

La substitution de variable fonctionne seulement dans les commandes **SELECT**, **INSERT**, **UPDATE** et **DELETE** parce que le moteur SQL principal autorise les paramètres de la requête seulement dans ces commandes. Pour utiliser un nom variable ou une valeur dans les autres types d'instructions (généralement appelées des instructions utilitaires), vous devez construire l'instruction en question comme une chaîne et l'exécuter via **EXECUTE**.

41.10.2. Mise en cache du plan

L'interpréteur PL/pgSQL analyse le source d'une fonction et produit un arbre binaire interne d'instructions la première fois que la fonction est appelée (à l'intérieur de chaque session). L'arbre des instructions se traduit complètement par la structure d'instructions PL/pgSQL mais les expressions et les commandes SQL individuelles utilisées dans la fonction ne sont pas traduites immédiatement.

Au moment où chaque expression et commande SQL est exécutée en premier lieu dans la fonction, l'interpréteur PL/pgSQL lit et analyse la commande pour créer une instruction préparée en utilisant la fonction `SPI_prepare` du gestionnaire SPI. Les appels suivants à cette expression ou commande réutilisent le plan préparé. Donc, une fonction avec des chemins de code conditionnel peu fréquemment exécutés n'auront jamais la surcharge de l'analyse de ces commandes qui ne sont jamais exécutées à l'intérieur de la session en cours. Un inconvénient est que les erreurs dans une expression ou commande spécifique ne peuvent pas être détectées avant que la fonction a atteint son exécution. (Les erreurs de syntaxe triviales seront détectées à la première passe d'analyse mais quelque chose de plus complexe ne sera pas détecté avant son exécution.)

PL/pgSQL (ou plus exactement le gestionnaire SPI) peut tenter de mettre en cache le plan d'exécution associé à toute requête préparée. Si un plan en cache n'est pas utilisé, alors un nouveau plan d'exécution est généré pour chaque appel de la requête, et les valeurs actuelles du paramètre (autrement dit les valeurs de la variable PL/pgSQL) peuvent être utilisées pour optimiser le plan sélectionné. Si la requête n'a pas de paramètres ou est exécuté plusieurs fois, le gestionnaire SPI considérera la création d'un plan *générique* qui n'est pas dépendant des valeurs du paramètre et placera ce plan en cache pour le réutiliser. Habituellement, ceci survient seulement si le plan d'exécution n'est pas très sensible aux valeurs des variables PL/pgSQL référencées. Si ce n'est pas le cas, générer un nouveau plan à chaque fois est un gain net. Voir `PREPARE(7)` pour plus d'informations sur le comportement des requêtes préparées.

Comme PL/pgSQL sauvegarde des instructions préparées et quelques fois des plans d'exécution de cette façon, les commandes SQL qui apparaissent directement dans une fonction PL/pgSQL doivent faire référence aux mêmes tables et aux mêmes colonnes à chaque exécution ; c'est-à-dire que vous ne pouvez pas utiliser un paramètre comme le nom d'une table ou d'une colonne dans une commande SQL. Pour contourner cette restriction, vous pouvez construire des commandes dynamiques en utilisant l'instruction `EXECUTE` de PL/pgSQL -- au prix d'une nouvelle analyse du plan et de la construction d'un nouveau plan d'exécution sur chaque exécution.

La nature mutable des variables de type record présente un autre problème dans cette connexion. Quand les champs d'une variable record sont utilisés dans les expressions ou instructions, les types de données des champs ne doivent pas modifier d'un appel de la fonction à un autre car chaque expression sera analysée en utilisant le type de données qui est présent quand l'expression est atteinte en premier. `EXECUTE` peut être utilisé pour contourner ce problème si nécessaire.

Si la même fonction est utilisée comme trigger pour plus d'une table, PL/pgSQL prépare et met en cache les instructions indépendamment pour chacune de ses tables -- c'est-à-dire qu'il y a un cache pour chaque combinaison fonction trigger/table, pas uniquement pour chaque fonction. Ceci diminue certains des problèmes avec les types de données variables ; par exemple, une fonction trigger pourra fonctionner correctement avec une colonne nommée `cle` même si cette colonne a différents types dans différentes tables.

De la même façon, les fonctions ayant des types polymorphiques pour les arguments ont un cache séparé des instructions pour chaque combinaison des types d'argument réels avec lesquels elles ont été appelées, donc les différences de type de données ne causent pas d'échecs inattendus.

La mise en cache des instructions peut parfois avoir des effets surprenants sur l'interprétation des valeurs sensibles à l'heure. Par exemple, il y a une différence entre ce que font ces deux fonctions :

```
CREATE FUNCTION logfunc1(logtxt text) RETURNS void AS $$  
BEGIN  
    INSERT INTO logtable VALUES (logtxt, 'now');  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

et :

```
CREATE FUNCTION logfunc2(logtxt text) RETURNS void AS $$  
DECLARE  
    curtime timestamp;  
BEGIN  
    curtime := 'now';  
    INSERT INTO logtable VALUES (logtxt, curtime);  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

Dans le cas de `logfunc1`, l'analyseur principal de PostgreSQL™ sait lors de l'analyser du **INSERT** que la chaîne 'now' devrait être interprétée comme un timestamp car la colonne cible de `logtable` est de ce type. Du coup, 'now' sera converti en une constante timestamp quand **INSERT** est analysé, puis utilisé dans tous les appels de `logfunc1` tout au long de la vie de la session. Il est inutile de dire que ce n'est pas ce que voulait le développeur. Une meilleure idée reviendrait à utiliser la fonction `now()` ou `current_timestamp`.

Dans le cas de `logfunc2`, l'analyseur principal de PostgreSQL™ ne connaît pas le type que deviendra 'now' et, du coup, il renvoie une valeur de type text contenant la chaîne now. Lors de l'affectation à la variable `curtime` locale, l'interpréteur PL/pgSQL convertie cette chaîne dans le type timestamp en appelant les fonctions `text_out` et `timestamp_in` pour la conversion. Du coup, l'heure calculée est mise à jour à chaque exécution comme le suppose le développeur. Même s'il arrive que ça fonctionne ainsi, ce n'est pas très efficace, donc l'utilisation de la fonction `now()` sera encore une fois une meilleure idée.

41.11. Astuces pour développer en PL/pgSQL

Un bon moyen de développer en PL/pgSQL est d'utiliser l'éditeur de texte de votre choix pour créer vos fonctions, et d'utiliser `psql` dans une autre fenêtre pour charger et tester ces fonctions. Si vous procédez ainsi, une bonne idée est d'écrire la fonction en utilisant **CREATE OR REPLACE FUNCTION**. De cette façon vous pouvez simplement recharger le fichier pour mettre à jour la définition de la fonction. Par exemple :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION fonction_test(integer) RETURNS integer AS $$  
    ...  
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

Pendant que `psql` s'exécute, vous pouvez charger ou recharger des définitions de fonction avec :

```
\i nom_fichier.sql
```

puis immédiatement soumettre des commandes SQL pour tester la fonction.

Un autre bon moyen de développer en PL/pgSQL est d'utiliser un outil d'accès à la base de données muni d'une interface graphique qui facilite le développement dans un langage de procédures. Un exemple d'un tel outil est pgAdmin, bien que d'autres existent. Ces outils fournissent souvent des fonctionnalités pratiques telles que la détection des guillemets ouverts et facilitent la re-création et le débogage des fonctions.

41.11.1. Utilisation des guillemets simples (quotes)

Le code d'une fonction PL/pgSQL est spécifié dans la commande **CREATE FUNCTION** comme une chaîne de caractères. Si vous écrivez la chaîne littérale de la façon ordinaire en l'entourant de guillemets simples, alors tout guillemet simple dans le corps de la fonction doit être doublé ; de la même façon, les antislashes doivent être doublés (en supposant que la syntaxe d'échappement de chaînes est utilisée). Doubler les guillemets devient rapidement difficile et, dans la plupart des cas compliqués, le code peut devenir rapidement incompréhensible parce que vous pouvez facilement vous trouver avec une douzaine, voire plus, de guillemets adjacents. À la place, il est recommandé d'écrire le corps de la fonction en tant qu'une chaîne littérale « avec guillemets dollar » (voir la Section 4.1.2.4, « Constantes de chaînes avec guillemet dollar »). Dans cette approche, vous ne doublez jamais les marques de guillemets mais vous devez faire attention à choisir un délimiteur dollar différent pour chaque niveau d'imbrication dont vous avez besoin. Par exemple, vous pouvez écrire la commande **CREATE FUNCTION** en tant que :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION fonction_test(integer) RETURNS integer AS $PROC$  
    ...  
$PROC$ LANGUAGE plpgsql;
```

À l'intérieur de ceci, vous pouvez utiliser des guillemets pour les chaînes littérales simples dans les commandes SQL et \$\$ pour délimiter les fragments de commandes SQL que vous assemblez comme des chaînes. Si vous avez besoin de mettre entre guillemets du texte qui inclut \$\$, vous pouvez utiliser \$Q\$, et ainsi de suite.

Le graphe suivant montre ce que vous devez faire lors de l'écriture de guillemets simples sans guillemets dollar. Cela pourrait être utile lors de la traduction de code avec guillemets simples en quelque chose de plus compréhensible.

1 guillemet simple

Pour commencer et terminer le corps de la fonction, par exemple :

```
CREATE FUNCTION foo() RETURNS integer AS '  
    ...  
' LANGUAGE plpgsql;
```

Partout au sein du corps de la fonction entouré de guillemets simples, les guillemets simples *doivent* aller par paires.

2 guillemets simples

Pour les chaînes de caractères à l'intérieur du corps de la fonction, par exemple :

```
une_sortie := ''Blah'';
SELECT * FROM utilisateurs WHERE f_nom='foobar';
```

Dans l'approche du guillemet dollar, vous devriez juste écrire :

```
une_sortie := 'Blah';
SELECT * FROM utilisateurs WHERE f_nom='foobar';
```

ce qui serait exactement ce que l'analyseur PL/pgSQL verrait dans les deux cas.

4 guillemets simples

Quand vous avez besoin d'un guillemet simple dans une chaîne constante à l'intérieur du corps de la fonction, par exemple :

```
une_sortie := une_sortie || '' AND nom LIKE 'foobar' '' AND xyz ''
```

La valeur effectivement concaténée à une_sortie est : AND nom LIKE 'foobar' AND xyz.

Dans l'approche du guillemet dollar, vous auriez écrit :

```
une_sortie := une_sortie || $$ AND nom LIKE 'foobar' AND xyz$$
```

Faites attention que chaque délimiteur en guillemet dollar ne soient pas simplement \$\$.

6 guillemets simples

Quand un simple guillemet dans une chaîne à l'intérieur du corps d'une fonction est adjacent à la fin de cette chaîne constante, par exemple :

```
une_sortie := une_sortie || '' AND nom LIKE 'foobar' ''''
```

La valeur effectivement concaténée à une_sortie est alors : AND nom LIKE 'foobar'.

Dans l'approche guillemet dollar, ceci devient :

```
une_sortie := une_sortie || $$ AND nom LIKE 'foobar'$$
```

10 guillemets simples

Lorsque vous voulez deux guillemets simples dans une chaîne constante (qui compte pour huit guillemets simples) et qu'elle est adjacente à la fin de cette chaîne constante (deux de plus). Vous n'aurez probablement besoin de ceci que si vous écrivez une fonction qui génère d'autres fonctions comme dans l'Exemple 41.9, « Portage d'une fonction qui crée une autre fonction de PL/SQL vers PL/pgSQL ». Par exemple :

```
une_sortie := une_sortie || ' if v_'' || |
    referrer_keys.kind || ' like '|| |
    || referrer_keys.key_string || ' '|| |
    then return ' '|| referrer_keys.referrer_type
    || '''; end if;'';
```

La valeur de une_sortie sera alors :

```
if v_... like '....' then return '....'; end if;
```

Dans l'approche du guillemet dollar, ceci devient :

```
une_sortie := une_sortie || $$ if v_$$ || referrer_keys.kind || $$ like '$$ |
    || referrer_keys.key_string || $$'
then return '$$ || referrer_keys.referrer_type
|| $$'; end if;$$;
```

où nous supposons que nous avons seulement besoin de placer des marques de guillemets simples dans une_sortie parce que les guillemets seront recalculés avant utilisation.

41.11.2. Vérifications supplémentaires à la compilation

Pour aider l'utilisateur à trouver les problèmes simples mais fréquents avant qu'ils ne posent de vrais problèmes, PL/PgSQL fournit des *vérifications* supplémentaires. Une fois activées, suivant la configuration, elles peuvent être utilisées pour émettre soit un `WARNING` soit un `ERROR` pendant la compilation d'une fonction. Une fonction qui a reçu un `WARNING` peut être exécutée sans produire d'autres messages, mais vous êtes averti de la tester dans un environnement de développement séparé.

Ces vérifications supplémentaires sont activées via les variables de configuration `plpgsql.extra_warnings` pour les messages d'avertissement et `plpgsql.extra_errors` pour les erreurs. Les deux peuvent être configurés soit avec une liste de vérifications séparées par des virgules, soit pour aucune ("none"), soit pour toutes ("all"). La valeur par défaut est "none". La liste actuelle des vérifications disponibles ne contient qu'un membre :

`shadowed_variables`

Vérifie si une déclaration cache une variable définie précédemment.

L'exemple suivant montre l'effet de `plpgsql.extra_warnings` configuré à `shadowed_variables` :

```
SET plpgsql.extra_warnings TO 'shadowed_variables';

CREATE FUNCTION foo(f1 int) RETURNS int AS $$
DECLARE
f1 int;
BEGIN
RETURN f1;
END
$$ LANGUAGE plpgsql;
WARNING: variable "f1" shadows a previously defined variable
LINE 3: f1 int;
          ^
CREATE FUNCTION
```

41.12. Portage d'Oracle™ PL/SQL

Cette section explicite les différences entre le PL/pgSQL de PostgreSQL™ et le langage PL/SQL d'Oracle, afin d'aider les développeurs qui portent des applications d'Oracle® vers PostgreSQL™.

PL/pgSQL est similaire à PL/SQL sur de nombreux aspects. C'est un langage itératif structuré en blocs et toutes les variables doivent être déclarées. Les affectations, boucles, conditionnelles sont similaires. Les principales différences que vous devez garder à l'esprit quand vous portez de PL/SQL vers PL/pgSQL sont :

- Si un nom utilisé dans une commande SQL peut être soit un nom de colonne d'une table soit une référence à une variable de la fonction, PL/SQL le traite comme un nom de commande. Cela correspond au comportement de PL/pgSQL lorsque `plpgsql.variable_conflict = use_column`, ce qui n'est pas la valeur par défaut, comme expliqué dans Section 41.10.1, « Substitution de variables ». Il est préférable d'éviter de tels ambiguïtés dès le début mais si vous devez migrer une grande quantité de code qui dépend de ce comportement, paramétrier `variable_conflict` peut s'avérer être la meilleure solution.
- Dans PostgreSQL™, le corps de la fonction doit être écrit comme une chaîne littérale. Du coup, vous avez besoin d'utiliser les guillemets dollar ou l'échappement des simples guillemets dans le corps de la fonction. Voir la Section 41.11.1, « Utilisation des guillemets simples (quotes) ».
- Les noms de type de données ont besoin d'une conversion. Par exemple, les valeurs de type chaîne de caractères sont souvent déclarées de type `varchar2`, qui n'est pas un type standard. Avec PostgreSQL™, utilisez à la place le type `varchar` ou `text`. De la même façon, remplacez le type `number` avec `numeric`, ou utilisez un autre type de données numériques s'il en existe un plus approprié.
- À la place des packages, utilisez des schémas pour organiser vos fonctions en groupes.
- Comme il n'y a pas de paquetages, il n'y a pas non plus de variables au niveau paquetage. Ceci est un peu ennuyant. Vous pourriez être capable de conserver un état par session dans les tables temporaires à la place.
- Les boucles **FOR** d'entiers en ordre inverse (`REVERSE`) fonctionnent différemment ; PL/SQL compte du second numéro jusqu'au premier alors que PL/pgSQL compte du premier jusqu'au second, ceci réclamant que les limites de la boucle soient échangées lors du portage. Cette incompatibilité est malheureuse mais a peu de chance d'être changée. (Voir Section 41.6.3.5, « FOR (variante avec entier) ».)
- Les boucles **FOR** sur des requêtes (autres que des curseurs) fonctionnent aussi différemment : la variable cible doit avoir été

déclarée alors que PL/SQL les déclare toujours implicitement. Un avantage de ceci est que les valeurs des variables sont toujours accessibles à la sortie de la boucle.

- Il existe plusieurs différences de notation pour l'utilisation des variables curseurs.

41.12.1. Exemples de portages

L'Exemple 41.8, « Portage d'une fonction simple de PL/SQL vers PL/pgSQL » montre comment porter une simple fonction de PL/SQL vers PL/pgSQL.

Exemple 41.8. Portage d'une fonction simple de PL/SQL vers PL/pgSQL

Voici une fonction en PL/SQL Oracle™ :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION cs_fmt_browser_version(v_name varchar2, v_version varchar2)
RETURN varchar2 IS
BEGIN
    IF v_version IS NULL THEN
        RETURN v_name;
    END IF;
    RETURN v_name || '/' || v_version;
END;
/
show errors;
```

Parcourons cette fonction et voyons les différences avec PL/pgSQL :

- Le nom du type varchar2 a dû être changé en varchar ou text. Dans les exemples de cette section, nous utiliserons varchar mais text est souvent un meilleur choix si nous n'avons pas besoin de limite spécifique de taille.
- Le mot clé RETURN dans le prototype de la fonction (pas dans le corps de la fonction) devient RETURNS dans PostgreSQL. De plus, IS devient AS et vous avez besoin d'ajouter une clause LANGUAGE parce que PL/pgSQL n'est pas le seul langage de procédures disponible.
- Dans PostgreSQL™, le corps de la fonction est considéré comme une chaîne littérale, donc vous avez besoin d'utiliser les guillemets simples ou les guillemets dollar tout autour. Ceci se substitue au / de fin dans l'approche d'Oracle.
- La commande show errors n'existe pas dans PostgreSQL™ et n'est pas nécessaire car les erreurs sont rapportées automatiquement.

Voici de quoi aurait l'air cette fonction portée sous PostgreSQL™ :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION cs_fmt_browser_version(v_name varchar, v_version varchar)
RETURNS varchar AS $$
BEGIN
    IF v_version IS NULL THEN
        return v_name;
    END IF;
    RETURN v_name || '/' || v_version;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

L'Exemple 41.9, « Portage d'une fonction qui crée une autre fonction de PL/SQL vers PL/pgSQL » montre comment porter une fonction qui crée une autre fonction et comment gérer les problèmes de guillemets résultants.

Exemple 41.9. Portage d'une fonction qui crée une autre fonction de PL/SQL vers PL/pgSQL

La procédure suivante récupère des lignes d'une instruction SELECT et construit une grande fonction dont les résultats sont dans une instruction IF pour favoriser l'efficacité.

Voici la version Oracle :

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE cs_update_referrer_type_proc IS
    referrer_keys CURSOR IS
```

```

SELECT * FROM cs_referrer_keys
ORDER BY try_order;

func_cmd VARCHAR(4000);
BEGIN
  func_cmd := 'CREATE OR REPLACE FUNCTION cs_find_referrer_type(v_host IN VARCHAR2,
    v_domain IN VARCHAR2, v_url IN VARCHAR2) RETURN VARCHAR2 IS BEGIN';

  FOR referrer_key IN referrer_keys LOOP
    func_cmd := func_cmd ||
      ' IF v_ || referrer_key.kind
      |' LIKE ' || referrer_key.key_string
      |' THEN RETURN ' || referrer_key.referrer_type
      |'; END IF;';
  END LOOP;

  func_cmd := func_cmd || ' RETURN NULL; END;';

  EXECUTE IMMEDIATE func_cmd;
END;
/
show errors;

```

Voici comment la fonction serait dans PostgreSQL™ :

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION cs_update_referrer_type_proc() RETURNS void AS $func$
DECLARE
  CURSOR referrer_keys IS
    SELECT * FROM cs_referrer_keys
    ORDER BY try_order;
  func_body text;
  func_cmd text;
BEGIN
  func_body := 'BEGIN' ;

  FOR referrer_key IN SELECT * FROM cs_referrer_keys ORDER BY try_order LOOP
    func_body := func_body ||
      ' IF v_ || referrer_key.kind
      |' LIKE ' || quote_literal(referrer_key.key_string)
      |' THEN RETURN ' || quote_literal(referrer_key.referrer_type)
      |'; END IF;' ;
  END LOOP;

  func_body := func_body || ' RETURN NULL; END;';

  func_cmd :=
    'CREATE OR REPLACE FUNCTION cs_find_referrer_type(v_host varchar,
    v_domain varchar,
    v_url varchar)
    RETURNS varchar AS '
    || quote_literal(func_body)
    || ' LANGUAGE plpgsql;' ;

  EXECUTE func_cmd;
END;
$func$ LANGUAGE plpgsql;

```

Notez comment le corps de la fonction est construit séparément et est passé au travers de `quote_literal` pour doubler tout symbole guillemet qu'il peut contenir. Cette technique est nécessaire parce que nous ne pouvons pas utiliser à coup sûr les guillemets dollar pour définir la nouvelle fonction : nous ne sommes pas sûr de savoir quelle chaîne sera interpolée à partir du champ `referrer_key.key_string` (nous supposons ici que ce `referrer_key.kind` vaut à coup sûr host, domain ou url mais `referrer_key.key_string` pourrait valoir autre chose, il pourrait contenir en particulier des signes dollar). Cette fonction est en fait une amélioration de l'original Oracle parce qu'il ne générera pas de code cassé quand `referrer_key.key_string` ou `referrer_key.referrer_type` contient des guillemets.

L'Exemple 41.10, « Portage d'une procédure avec manipulation de chaînes et paramètres OUT de PL/SQL vers PL/pgSQL »

montre comment porter une fonction ayant des paramètres OUT et effectuant des manipulations de chaînes. PostgreSQL™ n'a pas de fonction `instr` intégrée mais vous pouvez en créer une en utilisant une combinaison d'autres fonctions. Dans la Section 41.12.3, « Annexe », il y a une implémentation PL/pgSQL d'`instr` que vous pouvez utiliser pour faciliter votre portage.

Exemple 41.10. Portage d'une procédure avec manipulation de chaînes et paramètres OUT de PL/SQL vers PL/pgSQL

La procédure Oracle™ suivante est utilisée pour analyser une URL et renvoyer plusieurs éléments (hôte, chemin et requête). Les fonctions PL/pgSQL ne peuvent renvoyer qu'une seule valeur.

Voici la version Oracle :

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE cs_parse_url(
    v_url IN VARCHAR2,
    v_host OUT VARCHAR2, -- Celle-ci sera passée en retour
    v_path OUT VARCHAR2, -- Celle-là aussi
    v_query OUT VARCHAR2) -- Et celle-là
IS
    a_pos1 INTEGER;
    a_pos2 INTEGER;
BEGIN
    v_host := NULL;
    v_path := NULL;
    v_query := NULL;
    a_pos1 := instr(v_url, '/');
    IF a_pos1 = 0 THEN
        RETURN;
    END IF;
    a_pos2 := instr(v_url, '/', a_pos1 + 2);
    IF a_pos2 = 0 THEN
        v_host := substr(v_url, a_pos1 + 2);
        v_path := '/';
        RETURN;
    END IF;
    v_host := substr(v_url, a_pos1 + 2, a_pos2 - a_pos1 - 2);
    a_pos1 := instr(v_url, '?', a_pos2 + 1);
    IF a_pos1 = 0 THEN
        v_path := substr(v_url, a_pos2);
        RETURN;
    END IF;
    v_path := substr(v_url, a_pos2, a_pos1 - a_pos2);
    v_query := substr(v_url, a_pos1 + 1);
END;
/
show errors;
```

Voici une traduction possible en PL/pgSQL :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION cs_parse_url(
    v_url IN VARCHAR,
    v_host OUT VARCHAR, -- This will be passed back
    v_path OUT VARCHAR, -- This one too
    v_query OUT VARCHAR) -- And this one
AS $$
DECLARE
    a_pos1 INTEGER;
    a_pos2 INTEGER;
BEGIN
    v_host := NULL;
    v_path := NULL;
    v_query := NULL;
    a_pos1 := instr(v_url, '/');
    IF a_pos1 = 0 THEN
        RETURN;
```

```

END IF;
a_pos2 := instr(v_url, '/', a_pos1 + 2);
IF a_pos2 = 0 THEN
    v_host := substr(v_url, a_pos1 + 2);
    v_path := '/';
    RETURN;
END IF;

v_host := substr(v_url, a_pos1 + 2, a_pos2 - a_pos1 - 2);
a_pos1 := instr(v_url, '?', a_pos2 + 1);

IF a_pos1 = 0 THEN
    v_path := substr(v_url, a_pos2);
    RETURN;
END IF;

v_path := substr(v_url, a_pos2, a_pos1 - a_pos2);
v_query := substr(v_url, a_pos1 + 1);
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;

```

Cette fonction pourrait être utilisée ainsi :

```
SELECT * FROM cs_parse_url('http://foobar.com/query.cgi?baz');
```

L'Exemple 41.11, « Portage d'une procédure de PL/SQL vers PL/pgSQL » montre comment porter une procédure qui utilise de nombreuses fonctionnalités spécifiques à Oracle.

Exemple 41.11. Portage d'une procédure de PL/SQL vers PL/pgSQL

La version Oracle :

```

CREATE OR REPLACE PROCEDURE cs_create_job(v_job_id IN INTEGER) IS
    a_running_job_count INTEGER;
    PRAGMA AUTONOMOUS_TRANSACTION;
BEGIN
    LOCK TABLE cs_jobs IN EXCLUSIVE MODE; 1
    SELECT count(*) INTO a_running_job_count FROM cs_jobs WHERE end_stamp IS NULL; 2
    IF a_running_job_count > 0 THEN
        COMMIT; -- free lock
        raise_application_error(-20000, 'Unable to create a new job: a job is currently running.');?>
    END IF;

    DELETE FROM cs_active_job;
    INSERT INTO cs_active_job(job_id) VALUES (v_job_id);

    BEGIN
        INSERT INTO cs_jobs (job_id, start_stamp) VALUES (v_job_id, sysdate);
        EXCEPTION
            WHEN dup_val_on_index THEN NULL; -- ne vous inquiétez pas si cela existe déjà
    END;
    COMMIT;
END;
/
show errors

```

Les procédures comme celles-ci peuvent être aisément converties en fonctions PostgreSQL™ renvoyant un void. Cette procédure en particulier est intéressante parce qu'elle peut nous apprendre diverses choses :

1 Il n'y a pas d'instruction PRAGMA dans PostgreSQL™.
2 Si vous faites un **LOCK TABLE** dans PL/pgSQL, le verrou ne sera pas libéré jusqu'à ce que la transaction appelante soit terminée.

3 Vous ne pouvez pas lancer un **COMMIT** dans une fonction PL/pgSQL. La fonction est lancée à l'intérieur d'une transaction interne et, du coup, un **COMMIT** impliquerait simplement la fin de l'exécution de la fonction. Néanmoins, dans ce cas particulier, ce n'est de toute façon pas nécessaire parce que le verrou obtenu par **LOCK TABLE** sera libéré lors de la levée de l'erreur.

Voici comment nous pourrions porter cette procédure vers PL/pgSQL :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION cs_create_job(v_job_id integer) RETURNS void AS $$  
DECLARE  
    a_running_job_count integer;  
BEGIN  
    LOCK TABLE cs_jobs IN EXCLUSIVE MODE;  
  
    SELECT count(*) INTO a_running_job_count FROM cs_jobs WHERE end_stamp IS NULL;  
  
    IF a_running_job_count > 0 THEN  
        RAISE EXCEPTION 'Unable to create a new job: a job is currently running';  
    END IF;  
  
    DELETE FROM cs_active_job;  
    INSERT INTO cs_active_job(job_id) VALUES (v_job_id);  
  
    BEGIN  
        INSERT INTO cs_jobs (job_id, start_stamp) VALUES (v_job_id, now());  
    EXCEPTION  
        WHEN unique_violation THEN  
            -- ne vous inquiétez pas si 2 existe déjà  
    END;  
END;  
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

1 La syntaxe de **RAISE** est considérablement différente de l'instruction Oracle similaire, bien que le cas basique du **RAISE *m_exception*** fonctionne de façon similaire.

2 Les noms d'exceptions supportées par PL/pgSQL sont différents de ceux d'Oracle. L'ensemble de noms d'exceptions intégré plus important (voir l'Annexe A, Codes d'erreurs de PostgreSQL™). Il n'existe actuellement pas de façon de déclarer des noms d'exceptions définis par l'utilisateur, bien que vous puissiez aussi ignorer les valeurs SQLSTATE choisies par l'utilisateur.

La principale différence fonctionnelle entre cette procédure et l'équivalent Oracle est que le verrou exclusif sur la table `cs_jobs` sera détenu jusqu'à la fin de la transaction appelante. De plus, si l'appelant annule plus tard (par exemple à cause d'une erreur), les effets de cette procédure seront annulés.

41.12.2. Autres choses à surveiller

Cette section explique quelques autres choses à surveiller quand on effectue un portage de fonctions PL/SQL Oracle vers PostgreSQL.

41.12.2.1. Annulation implicite après une exception

Dans PL/pgSQL, quand une exception est récupérée par une clause **EXCEPTION**, toutes les modifications de la base de données depuis le bloc **BEGIN** sont automatiquement annulées. C'est-à-dire que le comportement est identique à celui obtenu à partir d'Oracle avec :

```
BEGIN  
SAVEPOINT s1;  
... code ici ...  
EXCEPTION  
WHEN ... THEN  
ROLLBACK TO s1;  
... code ici ...  
WHEN ... THEN  
ROLLBACK TO s1;  
... code ici ...  
END;
```

Si vous traduisez une procédure d'Oracle qui utilise **SAVEPOINT** et **ROLLBACK TO** dans ce style, votre tâche est facile : omettez **SAVEPOINT** et **ROLLBACK TO**. Si vous avez une procédure qui utilise **SAVEPOINT** et **ROLLBACK TO** d'une

façon différente, alors un peu de réflexion supplémentaire sera nécessaire.

41.12.2.2. EXECUTE

La version PL/pgSQL d'**EXECUTE** fonctionne de façon similaire à la version PL/SQL mais vous devez vous rappeler d'utiliser `quote_literal` et `quote_ident` comme décrit dans la Section 41.5.4, « Exécuter des commandes dynamiques ». Les constructions de type `EXECUTE 'SELECT * FROM $1';` ne fonctionneront pas de façon fiable à moins d'utiliser ces fonctions.

41.12.2.3. Optimisation des fonctions PL/pgSQL

PostgreSQL™ vous donne deux modificateurs de création de fonctions pour optimiser l'exécution : la « volatilité » (la fonction renvoie toujours le même résultat quand on lui donne les mêmes arguments) et la « rigueur » (une fonction renvoie NULL si tous ses arguments sont NULL). Consultez la page de référence de CREATE FUNCTION(7) pour les détails.

Pour faire usage de ces attributs d'optimisation, votre instruction **CREATE FUNCTION** devrait ressembler à ceci :

```
CREATE FUNCTION foo(...) RETURNS integer AS $$  
...  
$$ LANGUAGE plpgsql STRICT IMMUTABLE;
```

41.12.3. Annexe

Cette section contient le code d'un ensemble de fonctions `instr` compatible Oracle que vous pouvez utiliser pour simplifier vos efforts de portage.

```
--  
-- fonctions instr qui reproduisent la contrepartie Oracle  
-- Syntaxe: instr(string1, string2, [n], [m]) où [] signifie paramètre optionnel.  
--  
-- Cherche string1 en commençant par le n-ième caractère pour la m-ième occurrence  
-- de string2. Si n est négatif, cherche en sens inverse. Si m n'est pas fourni  
-- suppose 1 (la recherche commence au premier caractère).  
--  

```

```

WHILE beg > 0 LOOP
    temp_str := substring(string FROM beg FOR ss_length);
    pos := position(string_to_search IN temp_str);

    IF pos > 0 THEN
        RETURN beg;
    END IF;

    beg := beg - 1;
END LOOP;

RETURN 0;
ELSE
    RETURN 0;
END IF;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql STRICT IMMUTABLE;

CREATE FUNCTION instr(string varchar, string_to_search varchar,
                      beg_index integer, occur_index integer)
RETURNS integer AS $$

DECLARE
    pos integer NOT NULL DEFAULT 0;
    occur_number integer NOT NULL DEFAULT 0;
    temp_str varchar;
    beg integer;
    i integer;
    length integer;
    ss_length integer;
BEGIN
    IF beg_index > 0 THEN
        beg := beg_index;
        temp_str := substring(string FROM beg_index);

        FOR i IN 1..occur_index LOOP
            pos := position(string_to_search IN temp_str);

            IF i = 1 THEN
                beg := beg + pos - 1;
            ELSE
                beg := beg + pos;
            END IF;

            temp_str := substring(string FROM beg + 1);
        END LOOP;

        IF pos = 0 THEN
            RETURN 0;
        ELSE
            RETURN beg;
        END IF;
    ELSIF beg_index < 0 THEN
        ss_length := char_length(string_to_search);
        length := char_length(string);
        beg := length + beg_index - ss_length + 2;

        WHILE beg > 0 LOOP
            temp_str := substring(string FROM beg FOR ss_length);
            pos := position(string_to_search IN temp_str);

            IF pos > 0 THEN
                occur_number := occur_number + 1;

                IF occur_number = occur_index THEN
                    RETURN beg;
                END IF;
            END IF;
        END LOOP;
    END IF;

```

```
    beg := beg - 1;
END LOOP;

RETURN 0;
ELSE
    RETURN 0;
END IF;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql STRICT IMMUTABLE;
```

Chapitre 42. PL/Tcl - Langage de procédures Tcl

PL/Tcl est un langage de procédures chargeable pour le système de bases de données PostgreSQL™, activant l'utilisation du langage *Tcl* pour l'écriture de fonctions de procédures déclencheurs.

42.1. Aperçu

PL/Tcl offre un grand nombre de fonctionnalités qu'un codeur de fonctions dispose avec le langage C, avec quelques restrictions et couplé à de puissantes bibliothèques de traitement de chaînes de caractères disponibles pour Tcl.

Une *bonne* restriction est que tout est exécuté dans le contexte de l'interpréteur Tcl. En plus de l'ensemble sûr de commandes limitées de Tcl, seules quelques commandes sont disponibles pour accéder à la base via SPI et pour envoyer des messages via `elog()`. PL/Tcl ne fournit aucun moyen pour accéder aux internes du serveur de bases ou pour gagner un accès au niveau système d'exploitation avec les droits du processus serveur PostgreSQL™ comme le fait une fonction C. Du coup, les utilisateurs de la base, sans droits, peuvent utiliser ce langage en toute confiance ; il ne leur donne pas une autorité illimitée.

L'autre restriction d'implémentation est que les fonctions Tcl ne peuvent pas être utilisées pour créer des fonctions d'entrées/sorties pour les nouveaux types de données.

Quelques fois, il est préférable d'écrire des fonctions Tcl non restreintes par le Tcl sûr. Par exemple, vous pourriez vouloir une fonction Tcl pour envoyer un courrier électronique. Pour gérer ces cas, il existe une variante de PL/Tcl appelée PL/TclU (Tcl non accrédité). C'est exactement le même langage sauf qu'un interpréteur Tcl complet est utilisé. *Si PL/TclU est utilisé, il doit être installé comme langage de procédures non accrédité* de façon à ce que seuls les superutilisateurs de la base de données puissent créer des fonctions avec lui. Le codeur d'une fonction PL/TclU doit faire attention au fait que la fonction ne pourra pas être utilisé pour faire autre chose que son but initial, car il sera possible de faire tout ce qu'un administrateur de la base de données peut faire.

Le code de l'objet partagé pour les gestionnaires d'appel PL/Tcl et PL/TclU est automatiquement construit et installé dans le répertoire des bibliothèques de PostgreSQL™ si le support de Tcl est spécifié dans l'étape de configuration de la procédure d'installation. Pour installer PL/Tcl et/ou PL/TclU dans une base de données particulière, utilisez la commande **CREATE EXTENSION** ou le programme **createlang**, par exemple `createlang pltcl nom_base` ou `createlang pltclu nom_base`.

42.2. Fonctions et arguments PL/Tcl

Pour créer une fonction dans le langage PL/Tcl, utilisez la syntaxe standard de CREATE FUNCTION(7) :

```
CREATE FUNCTION nom_fonction (types_arguments) RETURNS
type_en_retour AS $$  
    # corps de la fonction PL/Tcl
$$ LANGUAGE pltcl;
```

PL/TclU est identique sauf que le langage doit être pltclu.

Le corps de la fonction est simplement un bout de script Tcl. Quand la fonction est appelée, les valeurs des arguments sont passées en tant que variables \$1 ... \$n au script Tcl. Le résultat est renvoyé à partir du code Tcl de la façon habituelle avec une instruction `return`.

Par exemple, une fonction renvoyant le plus grand de deux valeurs entières pourrait être définie ainsi :

```
CREATE FUNCTION tcl_max(integer, integer) RETURNS integer AS $$  
    if {$1 > $2} {return $1}  
    return $2  
$$ LANGUAGE pltcl STRICT;
```

Notez la clause `STRICT` qui nous permet d'éviter de penser aux valeurs NULL en entrées : si une valeur NULL est passée, la fonction ne sera pas appelée du tout mais renverra automatiquement un résultat nul.

Dans une fonction non stricte, si la valeur réelle d'un argument est NULL, la variable \$n correspondante sera initialisée avec une chaîne vide. Pour détecter si un argument particulier est NULL, utilisez la fonction `argisnull`. Par exemple, supposez que nous voulons `tcl_max` avec un argument NULL et un non NULL pour renvoyer l'argument non NULL plutôt que NULL :

```
CREATE FUNCTION tcl_max(integer, integer) RETURNS integer AS $$  
    if {[argisnull 1]} {  
        if {[argisnull 2]} { return_null }  
        return $2  
    }
```

```
}
```

```
if {[argisnull 2]} { return $1 }
```

```
if {$1 > $2} {return $1}
```

```
return $2
```

```
$$ LANGUAGE pltcl;
```

Comme indiqué ci-dessus, pour renvoyer une valeur NULL à partir d'une fonction PL/Tcl, exécutez `return_null`. Ceci peut être fait que la fonction soit stricte ou non.

Les arguments de type composé sont passés à la fonction comme des tableaux Tcl. Les noms des éléments du tableau sont les noms d'attribut du type composite. Si un attribut dans la ligne passée a la valeur NULL, il n'apparaîtra pas dans le tableau. Voici un exemple :

```
CREATE TABLE employe (
    nom text,
    salaire integer,
    age integer
);

CREATE FUNCTION surpaye(employe) RETURNS boolean AS $$
    if {200000.0 < $1(salaire)} {
        return "t"
    }
    if {$1(age) < 30 && 100000.0 < $1(salaire)} {
        return "t"
    }
    return "f"
$$ LANGUAGE pltcl;
```

Il n'y a actuellement aucun support pour le retour d'une valeur résultat de type composé et pour le retour d'ensembles.

PL/Tcl n'a pas actuellement du support complet pour les types de domaine : il traite un domaine de la même façon que le type scalaire sous-jacent. Cela signifie que les contraintes associées avec le domaine ne seront pas forcées. Ce n'est pas un problème pour les arguments de la fonction mais c'est hasardeux de déclarer une fonction PL/Tcl renvoyant un type domaine.

42.3. Valeurs des données avec PL/Tcl

Les valeurs des arguments fournies au code d'une fonction PL/Tcl sont simplement les arguments en entrée convertis au format texte (comme s'ils avaient été affichés par une instruction **SELECT**). De même, la commande `return` acceptera toute chaîne acceptable dans le format d'entrée du type de retour déclaré pour la fonction. Donc, à l'intérieur de la fonction PL/Tcl, toutes les valeurs de données sont simplement des chaînes de texte.

42.4. Données globales avec PL/Tcl

Quelque fois, il est utile d'avoir des données globales qui sont conservées entre deux appels à une fonction ou qui sont partagées entre plusieurs fonctions. Ceci peut être facilement obtenu car toutes les fonctions PL/Tcl exécutées dans une session partagent le même interpréteur Tcl sûr. Donc, toute variable globale Tcl est accessible aux appels de fonctions PL/Tcl et persisteront pour la durée de la session SQL (notez que les fonctions PL/TclU partagent de la même façon les données globales mais elles sont dans un interpréteur Tcl différent et ne peuvent pas communiquer avec les fonctions PL/Tcl). C'est facile à faire en PL/Tcl mais il existe quelques restrictions qui doivent être comprises.

Pour des raisons de sécurité, PL/Tcl exécute les fonctions appelées par tout rôle SQL dans un interpréteur Tcl séparé pour ce rôle. Ceci empêche une interférence accidentelle ou malicieuse d'un utilisateur avec le comportement des fonctions PL/Tcl d'un autre utilisateur. Chaque interpréteur aura ses propres valeurs pour toutes les variables globales Tcl. Du coup, deux fonctions PL/Tcl partageront les mêmes variables globales si et seulement si elles sont exécutées par le même rôle SQL. Dans une application où une seule session exécute du code sous plusieurs rôles SQL(via des fonctions **SECURITY DEFINER**, l'utilisation de **SET ROLE**, etc), vous pouvez avoir besoin de mettre des étapes explicites pour vous assurer que les fonctions PL/Tcl peuvent partager des données. Pour cela, assurez-vous que les fonctions qui doivent communiquer ont pour propriétaire le même utilisateur et marquez-les avec l'option **SECURITY DEFINER**. Bien sûr, vous devez faire attention à ce que de telles fonctions ne puissent pas être utilisées pour faire des choses non souhaitées.

Toutes les fonctions PL/TclU utilisées dans une session s'exécutent avec le même interpréteur Tcl, qui est bien sûr différent des interpréteurs utilisés pour les fonctions PL/Tcl. Donc les données globales sont automatiquement partagées entre des fonctions PL/TclU. Ceci n'est pas considéré comme un risque de sécurité parce que toutes les fonctions PL/TclU sexécutent dans le même ni-

veau de confiance, celui d'un super-utilisateur.

Pour aider à la protection des fonctions PL/Tcl sur les interférences non intentionnelles, un tableau global est rendu disponible pour chaque fonction via la commande `upvar`. Le nom global de cette variable est le nom interne de la fonction alors que le nom local est `GD`. Il est recommandé d'utiliser `GD` pour les données privées persistantes d'une fonction. Utilisez les variables globales Tcl uniquement pour les valeurs que vous avez l'intention de partager avec les autres fonctions. (Notez que les tableaux `GD` sont seulement globaux à l'intérieur d'un interpréteur particulier, pour qu'ils ne franchissent pas les restrictions de sécurité mentionnées ci-dessus.)

Un exemple de l'utilisation de `GD` apparaît dans l'exemple `spi_execp` ci-dessous.

42.5. Accès à la base de données depuis PL/Tcl

Les commandes suivantes sont disponibles pour accéder à la base de données depuis le corps d'une fonction PL/Tcl :

```
spi_exec [-count n] [-array name] command [loop-body]
```

Exécute une commande SQL donnée en tant que chaîne. Une erreur dans la commande lève une erreur. Sinon, la valeur de retour de `spi_exec` est le nombre de lignes intéressées dans le processus (sélection, insertion, mise à jour ou suppression) par la commande ou zéro si la commande est une instruction utilitaire. De plus, si la commande est une instruction **SELECT**, les valeurs des données sélectionnées sont placées dans des variables Tcl décrites ci-dessous.

La valeur optionnelle `-count` indique à `spi_exec` le nombre maximum de lignes à travailler dans la commande. L'effet de ceci est comparable à l'initialisation d'une requête en tant que curseur et de dire `FETCH n`.

Si la commande est une instruction **SELECT**, les valeurs des colonnes de résultat sont placées dans les variables Tcl nommées d'après les colonnes. Si l'option `-array` est donnée, les valeurs de colonnes sont stockées à la place dans les éléments d'un tableau associatif nommé, les noms des colonnes étant utilisés comme index du tableau. De plus, le numéro de ligne courant dans le résultat (en commençant par zéro) est enregistré dans l'élément de tableau nommé « `.tupno` », sauf si ce nom est utilisé comme nom de colonne dans le résultat.

Si la commande est une instruction **SELECT** et qu'aucun script `loop-body` n'est donné, alors seule la première ligne de résultats est stockée dans des variables Tcl ou des éléments de tableau ; les lignes suivantes sont ignorées. Aucun stockage n'intervient si la requête ne renvoie pas de ligne (ce cas est détectable avec le résultat de la fonction `spi_exec`). Par exemple :

```
spi_exec "SELECT count(*) AS cnt FROM pg_proc"
```

initialisera la variable Tcl `$cnt` avec le nombre de lignes dans le catalogue système `pg_proc`.

Si l'argument `loop-body` optionnel est donné, il existe un morceau de script Tcl qui est exécuté une fois pour chaque ligne du résultat de la requête (`loop-body` est ignoré si la commande donnée n'est pas un **SELECT**). Les valeurs des colonnes de la ligne actuelle sont stockées dans des variables Tcl avant chaque itération. Par exemple :

```
spi_exec -array C "SELECT * FROM pg_class" {
    elog DEBUG "have table $C(relname)"
}
```

affichera un message de trace pour chaque ligne de `pg_class`. Cette fonctionnalité travaille de façon similaire aux autres constructions de boucles de Tcl ; en particulier, `continue` et `break` fonctionnent de la même façon à l'intérieur de `loop-body`.

Si une colonne d'un résultat de la requête est `NULL`, la variable cible est « dés-initialisée » plutôt qu'initialisée.

```
spi_prepare query typelist
```

Prépare et sauvegarde un plan de requête pour une exécution future. Le plan sauvegardé sera conservé pour la durée de la session actuelle.

La requête peut utiliser des paramètres, c'est-à-dire des emplacements pour des valeurs à fournir lorsque le plan sera réellement exécuté. Dans la chaîne de requête, faites référence aux paramètres avec les symboles `$1 ... $n`. Si la requête utilise les paramètres, les noms des types de paramètre doivent être donnés dans une liste Tcl (écrivez une liste vide pour `typelist` si aucun paramètre n'est utilisé).

La valeur de retour de `spi_prepare` est l'identifiant de la requête à utiliser dans les appels suivants à `spi_execp`. Voir `spi_execp` pour un exemple.

```
spi_execp [-count n] [-array name] [-nulls string] queryid [value-list] [loop-body]
```

Exécute une requête préparée précédemment avec `spi_prepare`. `queryid` est l'identifiant renvoyé par `spi_prepare`. Si la requête fait référence à des paramètres, une liste de valeurs (`value-list`) doit être fournie. C'est une liste Tcl des va-

leurs réelles des paramètres. La liste doit être de la même longueur que la liste de types de paramètres donnée précédemment lors de l'appel à `spi_prepare`. Oubliez-la si la requête n'a pas de paramètres.

La valeur optionnelle pour `-nulls` est une chaîne d'espaces et de caractères '`n`' indiquant à `spi_execp` les paramètres nuls. Si indiqué, elle doit avoir exactement la même longueur que `value-list`. Si elle est omise, toutes les valeurs de paramètres sont non NULL.

Sauf si la requête et ses paramètres sont spécifiés, `spi_execp` fonctionne de la même façon que `spi_exec`. Les options `-count`, `-array` et `loop-body` sont identiques. Du coup, la valeur du résultat l'est aussi.

Voici un exemple d'une fonction PL/Tcl utilisant un plan préparé :

```
CREATE FUNCTION t1_count(integer, integer) RETURNS integer AS $$  
    if {![ info exists GD(plan) ]} {  
        # prépare le plan sauvegardé au premier appel  
        set GD(plan) [ spi_prepare \  
            "SELECT count(*) AS cnt FROM t1 WHERE num >= \$1 AND num <= \$2" \  
            [ list int4 int4 ] ]  
    }  
    spi_execp -count 1 $GD(plan) [ list $1 $2 ]  
    return $cnt  
$$ LANGUAGE pltcl;
```

Nous avons besoin des antislashes à l'intérieur de la chaîne de la requête passée à `spi_prepare` pour s'assurer que les marqueurs `$n` sont passés au travers de `spi_prepare` sans transformation et ne sont pas remplacés avec la substitution de variables de Tcl.

`spi_lastoid`

Renvoie l'OID de la ligne insérée par le dernier appel à `spi_exec` ou `spi_execp`, si la commande était un **INSERT** d'une seule ligne et que la table modifiée contenait des OID (sinon, vous obtenez zéro).

`quote string`

Double toutes les occurrences de guillemet simple et d'antislash dans la chaîne donnée. Ceci peut être utilisé pour mettre entre guillemets des chaînes de façon sûr et pour qu'elles puissent être insérées dans des commandes SQL passées à `spi_exec` ou `spi_prepare`. Par exemple, pensez à une chaîne de commande SQL comme :

```
"SELECT '$val' AS ret"
```

où la variable Tcl `val` contient actuellement le mot `doesn't`. Ceci finirait avec la chaîne de commande :

```
SELECT 'doesn't' AS ret
```

qui va causer une erreur d'analyse lors de `spi_exec` ou de `spi_prepare`. Pour fonctionner correctement, la commande soumise devrait contenir :

```
SELECT 'doesn''t' AS ret
```

qui peut-être créé avec PL/Tcl en utilisant :

```
"SELECT '[ quote $val ]' AS ret"
```

Un avantage de `spi_execp` est que vous n'avez pas à mettre entre guillemets des valeurs de paramètres comme ceux-ci car les paramètres ne sont jamais analysés comme faisant partie de la chaîne de la commande SQL.

`elog level msg`

Émet une trace ou un message d'erreur. Les niveaux possibles sont DEBUG, LOG, INFO, NOTICE, WARNING, ERROR et FATAL. ERROR élève une condition d'erreur ; si elle n'est pas récupérée par le code Tcl, l'erreur est propagée à la requête appellante, causant l'annulation de la transaction ou sous-transaction en cours. Ceci est en fait identique à la commande `error`. FATAL annule la transaction et fait que la session courante s'arrête (il n'existe probablement aucune raison d'utiliser ce niveau d'erreur dans les fonctions PL/Tcl mais il est fourni pour que tous les messages soient tout de même disponibles). Les autres niveaux génèrent seulement des messages de niveaux de priorité différent. Le fait que les messages d'un niveau de priorité particulier sont reportés au client, écrit dans les journaux du serveur ou les deux à la fois, est contrôlé par les variables de configuration `log_min_messages` et `client_min_messages`. Voir le Chapitre 19, Configuration du serveur et Section 42.8, « Gestion des erreurs avec PL/Tcl » pour plus d'informations.

42.6. Procédures pour déclencheurs en PL/Tcl

Les procédures pour déclencheurs peuvent être écrites en PL/Tcl. PostgreSQL™ requiert qu'une procédure, devant être appelée en tant que déclencheur, doit être déclarée comme une fonction sans arguments et retourner une valeur de type `trigger`.

L'information du gestionnaire de déclencheur est passée au corps de la procédure avec les variables suivantes :

`$TG_name`

Nom du déclencheur provenant de l'instruction **CREATE TRIGGER**.

`$TG_relid`

L'identifiant objet de la table qui est à la cause du lancement du déclencheur.

`$TG_table_name`

Le nom de la table qui est à la cause du lancement du déclencheur.

`$TG_table_schema`

Le schéma de la table qui est à la cause du lancement du déclencheur.

`$TG_relatts`

Une liste Tcl des noms des colonnes de la table, préfixée avec un élément de liste vide. Donc, rechercher un nom de colonne dans la liste avec la commande `lsearch` de Tcl renvoie le numéro de l'élément, en commençant à 1 pour la première colonne, de la même façon que les colonnes sont numérotées personnellement avec PostgreSQL™.

`$TG_when`

La chaîne `BEFORE`, `AFTER` ou `INSTEAD OF` suivant le type de l'événement du déclencheur.

`$TG_level`

La chaîne `ROW` ou `STATEMENT` suivant le type de l'événement du déclencheur.

`$TG_op`

La chaîne `INSERT`, `UPDATE`, `DELETE` ou `TRUNCATE` suivant le type de l'événement du déclencheur.

`$NEW`

Un tableau associatif contenant les valeurs de la nouvelle ligne de la table pour les actions **INSERT** ou **UPDATE** ou vide pour **DELETE**. Le tableau est indexé par nom de colonne. Les colonnes `NULL` n'apparaissent pas dans le tableau. Ce paramètre n'est pas initialisé pour les triggers de niveau instruction.

`$OLD`

Un tableau associatif contenant les valeurs de l'ancienne ligne de la table pour les actions **UPDATE** or **DELETE** ou vide pour **INSERT**. Le tableau est indexé par nom de colonne. Les colonnes `NULL` n'apparaissent pas dans le tableau. Ce paramètre n'est pas initialisé pour les triggers de niveau instruction.

`$args`

Une liste Tcl des arguments de la procédure ainsi que l'instruction **CREATE TRIGGER**. Ces arguments sont aussi accessibles par `$1 ... $n` dans le corps de la procédure.

Le code de retour d'une procédure déclencheur peut être faite avec une des chaînes `OK` ou `SKIP` ou une liste de paires nom de colonne/valeur renvoyée par la commande Tcl `array get`. Si la valeur de retour est `OK`, l'opération (**INSERT/UPDATE/DELETE**) qui a lancé le déclencheur continuera normalement. `SKIP` indique au gestionnaire de déclencheurs de supprimer silencieusement l'opération pour cette ligne. Si une liste est renvoyée, elle indique à PL/Tcl de renvoyer la ligne modifiée au gestionnaire de déclencheurs ; le contenu de la ligne modifiée est spécifié par les noms de colonne et par les valeurs dans la liste. Toute colonne non mentionnée dans la liste est configuré à `NULL`. Renvoyer une ligne modifiée n'a un intérêt que pour les triggers niveau ligne pour `BEFORE`, **INSERT** ou **UPDATE** pour laquelle la ligne modifiée sera insérée au lieu de celle donnée dans `$NEW` ; ou pour les triggers niveau ligne `INSTEAD OF`, **INSERT** ou **UPDATE** où la ligne renvoyée est utilisée comme données sources pour les clauses **INSERT RETURNING** ou **UPDATE RETURNING**. Dans les triggers `BEFORE DELETE` ou `INSTEAD OF DELETE` de niveau ligne, renvoyer une ligne modifiée a le même effet que renvoyer `OK`, autrement dit l'opération continue. La valeur de retour est ignorée pour les autres types de triggers.



Astuce

La liste de résultats peut être réalisée à partie une représentation en tableau de la ligne modifiée avec la commande Tcl `array get`.

Voici un petit exemple de procédure déclencheur qui force une valeur entière dans une table pour garder trace du nombre de mises à jour réalisées sur la ligne. Pour les nouvelles lignes insérées, la valeur est initialisée à 0 puis incrémentée à chaque opération de mise à jour.

```
CREATE FUNCTION trigfunc_modcount() RETURNS trigger AS $$
```

```
switch $TG_op {  
    INSERT {  
        set NEW($1) 0  
    }  
    UPDATE {  
        set NEW($1) $OLD($1)  
        incr NEW($1)  
    }  
    default {  
        return OK  
    }  
}  
return [array get NEW]  
$$ LANGUAGE pltcl;  
  
CREATE TABLE mytab (num integer, description text, modcnt integer);  
  
CREATE TRIGGER trig_mytab_modcount BEFORE INSERT OR UPDATE ON mytab  
    FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE trigfunc_modcount('modcnt');
```

Notez que la procédure déclencheur elle-même ne connaît pas le nom de la colonne ; c'est fourni avec les arguments du déclencheur. Ceci permet à la procédure déclencheur d'être ré-utilisée avec différentes tables.

42.7. Procédures de trigger sur événement en PL/Tcl

Les procédures de trigger sur événement peuvent être écrites en PL/Tcl. PostgreSQL™ requiert qu'une procédure qui doit être appelée comme trigger sur événement doit être déclarée comme une fonction sans arguments et comme renvoyant le type `event_trigger`.

L'information provenant du gestionnaire des triggers est passée au corps de la procédure avec les variables suivantes :

`$TG_event`
Le nom de l'événement pour lequel le trigger a été déclenché.
`$TG_tag`
La balise de la commande pour laquelle le trigger a été déclenché.

La valeur de retour de la procédure trigger est ignorée.

Voici un petit exemple de procédure de trigger sur événement qui lève un message NOTICE à chaque fois qu'une commande supportée est exécutée :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION tclsnitch() RETURNS event_trigger AS $$  
    elog NOTICE "tclsnitch: $TG_event $TG_tag"  
$$ LANGUAGE pltcl;  
  
CREATE EVENT TRIGGER tcl_a_snitch ON ddl_command_start EXECUTE PROCEDURE tclsnitch();
```

42.8. Gestion des erreurs avec PL/Tcl

Le code Tcl contenu ou appelé à partir d'une fonction PL/Tcl peut lever une erreur, soit en exécutant des opérations invalides ou en générant une erreur en utilisant la commande Tcl `error` ou la commande PL/Tcl `elog`. De tels erreurs sont récupérables dans Tcl en utilisant la commande Tcl `catch`. Si elles ne sont pas récupérées et si elles sont autorisées à se propager au niveau supérieur d'exécution de la fonction PL/Tcl, elles se transforment en erreur au niveau du serveur de bases de données.

Les erreurs au niveau base survenant dans les commandes PL/Tcl `spi_exec`, `spi_prepare` et `spi_execp` sont rapportées comme des erreurs Tcl, donc elles sont récupérables par la commande Tcl `catch`. De nouveau, si elles se propagent au niveau supérieur sans être récupérées, elles se transforment en erreurs au niveau base.

Tcl fournit une variable `errorCode` pouvant représenter des informations supplémentaires sur une erreur dans un format qui est simple à interpréter pour les programmes Tcl. Le contenu est dans le format liste Tcl, et le premier mot identifie le sous-système ou la bibliothèque rapportant l'erreur ; au delà, le contenu est laissé au sous-système individuel ou à la bibliothèque. Pour les erreurs au niveau base rapportées par les commandes PL/Tcl `commands`, le premier mot est `POSTGRES`, le second est le numéro de version du serveur, et les mots supplémentaires sont les paires nom/valeur des champs fournissant des informations détaillées sur

l'erreur. Les champs `SQLSTATE`, `condition` et `message` sont toujours fournies (les deux premiers représentent le code d'erreur et le nom de la condition comme indiqués dans Annexe A, Codes d'erreurs de PostgreSQL™). Les champs potentiellement présents incluent `detail`, `hint`, `context`, `schema`, `table`, `column`, `datatype`, `constraint`, `statement`, `cursor_position`, `filename`, `lineno` et `funcname`.

Une façon agréable de travailler avec l'information `errorCode` de PL/Tcl est de la charger dans un tableau pour que les noms du champ deviennent des indices du tableau. Un code relatif ressemblerait à ceci :

```
if {[catch { spi_exec $sql_command }] } {
    if {[lindex ${::errorCode} 0] == "POSTGRES"} {
        array set errorArray ${::errorCode}
        if {$errorArray(condition) == "undefined_table"} {
            # gestion de la table manquante
        } else {
            # gestion des autres types d'erreur SQL
        }
    }
}
```

(Les symboles deux-points spécifient explicitement que `errorCode` est une variable globale.)

42.9. Les modules et la commande unknown

PL/Tcl dispose du support de chargement automatique de code Tcl lorsqu'il est utilisé. Il reconnaît une table spéciale, `pltcl_modules`, qui est présumée contenir les modules de code Tcl. Si cette table existe, le module `unknown` est récupéré de la table et chargé immédiatement dans l'interpréteur Tcl avant la première exécution d'une fonction PL/Tcl dans une session. (Ceci survient séparément pour chaque interpréteur Tcl, si plus d'un est utilisé dans une session ; voir Section 42.4, « Données globales avec PL/Tcl ».)

Alors que le module `unknown` pourrait réellement contenir tout script d'initialisation dont vous avez besoin, il définit normalement une procédure Tcl `unknown` qui est appelée lorsque Tcl ne reconnaît pas le nom de la procédure appelée. La version standard de PL/Tcl essaie de trouver un module dans `pltcl_modules` qui définira la procédure requis. Si une procédure est trouvée, elle est chargée dans l'interpréteur, puis l'exécution est permise avec l'appel original de la procédure. Une deuxième table `pltcl_modfuncs` fournit un index des fonctions et des modules qui les définissent, de façon à ce que la recherche soit rapide.

La distribution PostgreSQL™ inclut les scripts de support pour maintenir ces tables : `pltcl_loadmod`, `pltcl_listmod`, `pltcl_delmod` ainsi que le source pour le module standard `unknown` dans `share/unknown.pltcl`. Ce module doit être chargeable dans chaque base de données initialement pour supporter le mécanisme de chargement automatique.

Les tables `pltcl_modules` et `pltcl_modfuncs` doivent être lisibles par tous mais il est conseillé de les laisser modifiables uniquement par le propriétaire, administrateur de la base de données. Pour des raisons de sécurité, PL/Tcl ignorera `pltcl_modules` (et donc n'essaiera pas de charger le module `unknown`) sauf s'il appartient à un superutilisateur. Cependant, les droits de modification sur cette table peuvent être données à d'autres utilisateurs si vous avez suffisamment confiance en eux.

42.10. Noms de procédure Tcl

Avec PostgreSQL™, le même nom de fonction peut être utilisé par plusieurs fonctions tant que le nombre d'arguments ou leurs types diffèrent. Néanmoins, Tcl requiert que les noms de procédure soient distincts. PL/Tcl gère ceci en faisant en sorte que les noms de procédures Tcl internes contiennent l'identifiant de l'objet de la fonction depuis la table système `pg_proc`. Du coup, les fonctions PostgreSQL™ avec un nom identique et des types d'arguments différents seront aussi des procédures Tcl différentes. Ceci ne concerne normalement pas le développeur PL/Tcl mais cela pourrait apparaître dans une session de débogage.

Chapitre 43. PL/Perl - Langage de procédures Perl

PL/Perl est un langage de procédures chargeable qui vous permet d'écrire des fonctions PostgreSQL™ dans le *langage de programmation Perl*.

Le principal avantage habituellement cité quant à l'utilisation de Perl est que cela permet l'utilisation des nombreux opérateurs et fonctions de « gestion de chaînes » disponibles grâce à Perl dans des procédures stockées. L'analyse de chaînes complexes se trouve facilité par l'utilisation de Perl et des fonctions et structures de contrôles fournies dans PL/pgSQL.

Pour installer PL/Perl dans une base de données spécifique, utilisez `CREATE EXTENSION plperl` ou utilisez la commande `createlang plperl nom_base` à partir de la ligne de commande du shell.



Astuce

Si un langage est installé dans `template1`, toutes les bases de données créées ultérieurement disposeront automatiquement de ce langage.



Note

Les utilisateurs des paquetages sources doivent explicitement autoriser la construction de PL/Perl pendant le processus d'installation (se référer à la Chapitre 16, Procédure d'installation de PostgreSQL™ du code source pour plus d'informations). Les utilisateurs des paquetages binaires peuvent trouver PL/Perl dans un sous-paquetage séparé.

43.1. Fonctions et arguments PL/Perl

Pour créer une fonction dans le langage PL/Perl, utilisez la syntaxe standard `CREATE FUNCTION(7)` :

```
CREATE FUNCTION nom_fonction (types-arguments) RETURNS
type-retour AS $$  
    # Corps de la fonction PL/Perl
$$ LANGUAGE plperl;
```

Le corps de la fonction est du code Perl normal. En fait, le code supplémentaire PL/Perl l'emballe dans une sous-routine Perl. Une fonction PL/Perl est appelée dans un contexte scalaire, il ne peut donc pas retourner une liste. Vous pouvez retourner des valeurs non scalaire par référence comme indiqué ci-dessous.

PL/Perl peut aussi être utilisé au sein de blocs de procédures anonymes avec l'ordre `DO(7)` :

```
DO $$  
    # PL/Perl code
$$ LANGUAGE plperl;
```

Un bloc de procédure anonyme ne prend pas d'arguments et toute valeur renvoyée est ignorée. Ceci mis à part, il se comporte comme une fonction classique.



Note

L'utilisation de sous-routines nommées est dangereux en Perl, spécialement si elles font références à des variables lexicales dans la partie englobante. Comme une fonction PL/Perl est englobée dans une sous-routine, toute sous-routine nommée que vous y créez sera englobée. En général, il est bien plus sûr de créer des sous-routines anonymes que vous appellerez via un coderef. Pour de plus amples détails, voir les entrées `Variable "%s" will not stay shared` et `Variable "%s" is not available` dans le manuel `perldiag`, ou recherchez « perl nested named subroutine » sur internet.

La syntaxe de la commande `CREATE FUNCTION` requiert que le corps de la fonction soit écrit comme une constante de type chaîne. Il est habituellement plus agréable d'utiliser les guillemets dollar (voir la Section 4.1.2.4, « Constantes de chaînes avec guillemet dollar ») pour cette constante. Si vous choisissez d'utiliser la syntaxe d'échappement des chaînes `E''`, vous devez doubler les marques de guillemets simples ('') et les antislashes (\) utilisés dans le corps de la fonction (voir la Section 4.1.2.1, « Constantes de chaînes »).

Les arguments et les résultats sont manipulés comme dans n'importe quel routine Perl : les arguments sont passés au tableau `@_` et une valeur de retour est indiquée par `return` ou par la dernière expression évaluée dans la fonction.

Par exemple, une fonction retournant le plus grand de deux entiers peut être définie comme suit :

```
CREATE FUNCTION perl_max (integer, integer) RETURNS integer AS $$  
    if ($_[0] > $_[1]) { return $_[0]; }  
    return $_[1];  
$$ LANGUAGE plperl;
```



Note

Les arguments seront convertis de l'encodage de la base de données en UTF-8 pour être utilisé par PL/perl, puis converti de l'UTF-8 vers l'encodage de la base.

Si une valeur NULL en SQL est passée à une fonction, cet argument apparaîtra comme « `undefined` » en Perl. La fonction définie ci-dessus ne se comportera pas correctement avec des arguments NULL (en fait, tout se passera comme s'ils avaient été des zéros). Nous aurions pu ajouter `STRICT` à la définition de la fonction pour forcer PostgreSQL™ à faire quelque chose de plus raisonnable : si une valeur NULL est passée en argument, la fonction ne sera pas du tout appelée mais retournera automatiquement un résultat NULL. D'une autre façon, nous aurions pu vérifier dans le corps de la fonction la présence d'arguments NULL. Par exemple, supposons que nous voulions que `perl_max` avec un argument NULL et un autre non NULL retourne une valeur non NULL plutôt qu'une valeur NULL, on aurait écrit :

```
CREATE FUNCTION perl_max (integer, integer) RETURNS integer AS $$  
    my ($x, $y) = @_;  
    if (not defined $x) {  
        return undef if not defined $y;  
        return $y;  
    }  
    return $x if not defined $y;  
    return $x if $x > $y;  
    return $y;  
$$ LANGUAGE plperl;
```

Comme le montre l'exemple ci-dessus, passer une valeur NULL en SQL à une fonction en PL/Perl retourne une valeur non définie. Et ceci, que la fonction soit déclarée stricte ou non.

Dans un argument de fonction, tout ce qui n'est pas une référence est une chaîne qui est dans la représentation texte externe standard de PostgreSQL™ pour ce type de données. Dans le cas de types numériques ou texte, Perl fera ce qu'il faut et le programmeur n'aura pas à s'en soucier. Néanmoins, dans d'autres cas, l'argument aura besoin d'être converti dans une forme qui est plus utilisable que Perl. Par exemple, la fonction `decode_byt ea` peut-être utilisée pour convertir un argument de type `bytea` en données binaires non échappées.

De façon similaire, les valeurs renvoyées à PostgreSQL™ doivent être dans le format textuel. Par exemple, la fonction `encode_byt ea` peut être utilisée pour échapper des données binaires en retournant une valeur de type `bytea`.

Perl peut renvoyer des tableaux PostgreSQL™ comme référence à des tableaux Perl. Voici un exemple :

```
CREATE OR REPLACE function renvoit_tableau()  
RETURNS text[][] AS $$  
    return [['a"b','c,d'],['e\f','g']];  
$$ LANGUAGE plperl;  
  
select renvoit_tableau();
```

Perl utilise les tableaux PostgreSQL™ comme des objets PostgreSQL::InServer::ARRAY. Cet objet sera traité comme une référence de tableau ou comme une chaîne, permettant une compatibilité ascendante avec le code Perl écrit pour les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 9.1. Par exemple :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION concat_array_elements(text[]) RETURNS TEXT AS $$  
    my $arg = shift;  
    my $result = "";  
    return undef if (!defined $arg);
```

```

# en tant que référence de tableau
for (@$arg) {
    $result .= $_;
}

# en tant que chaîne
$result .= $arg;

return $result;
$$ LANGUAGE plperl;

SELECT concat_array_elements(ARRAY['PL','/','Perl']);

```



Note

Les tableaux multi-dimensionnels sont représentés comme des références à des tableaux de référence et de moindre dimension, d'une façon connue de chaque développeur Perl.

Les arguments de type composite sont passés à la fonction en tant que références d'un tableau de découpage, les clés du tableau de découpage étant les noms des attributs du type composé. Voici un exemple :

```

CREATE TABLE employe (
    nom text,
    basesalaire integer,
    bonus integer
);

CREATE FUNCTION empcomp(employe) RETURNS integer AS $$ 
    my ($emp) = @_;
    return $emp->{basesalaire} + $emp->{bonus};
$$ LANGUAGE plperl;

SELECT nom, empcomp(employe.*)
FROM employe;

```

Une fonction PL/Perl peut renvoyer un résultat de type composite en utilisant la même approche : renvoyer une référence à un hachage qui a les attributs requis. Par exemple

```

CREATE TYPE testligneperl AS (f1 integer, f2 text, f3 text);

CREATE OR REPLACE FUNCTION perl_ligne() RETURNS test_ligne_perl AS $$ 
    return {f2 => 'hello', f1 => 1, f3 => 'world'};
$$ LANGUAGE plperl;

SELECT * FROM perl_row();

```

Toute colonne dans le type de données déclaré du résultat qui n'est pas présente dans le hachage sera renvoyée NULL.

Les fonctions PL/Perl peuvent aussi renvoyer des ensembles de types scalaires ou composites. Habituellement, vous voulez renvoyer une ligne à la fois, à la fois pour améliorer le temps de démarrage et pour éviter d'allonger la queue de l'ensemble des résultats en mémoire. Vous pouvez faire ceci avec `return_next` comme indiqué ci-dessous. Notez qu'après le dernier `return_next`, vous devez placer soit `return` soit (encore mieux) `return undef`.

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION perl_set_int(int)
RETURNS SETOF INTEGER AS $$ 
    foreach (0..$_[0]) {
        return_next($_);
    }
    return undef;
$$ LANGUAGE plperl;

SELECT * FROM perl_set_int(5);

CREATE OR REPLACE FUNCTION perl_set()
RETURNS SETOF test_ligne_perl AS $$ 
    return_next({ f1 => 1, f2 => 'Hello', f3 => 'World' });
    return_next({ f1 => 2, f2 => 'Hello', f3 => 'PostgreSQL' });

```

```

    return_next( { f1 => 3, f2 => 'Hello', f3 => 'PL/Perl' } );
    return undef;
$$ LANGUAGE plperl;

```

Pour les petits ensembles de résultats, vous pouvez renvoyer une référence à un tableau contenant soit des scalaires, soit des références à des tableaux soit des références à des hachages de types simples, de types tableaux ou de types composites. Voici quelques exemples simples pour renvoyer l'ensemble complet du résultant en tant que référence de tableau :

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION perl_set_int(int) RETURNS SETOF INTEGER AS $$
    return [0..$_[0]];
$$ LANGUAGE plperl;

SELECT * FROM perl_set_int(5);

CREATE OR REPLACE FUNCTION perl_set() RETURNS SETOF testligneperl AS $$
return [
    { f1 => 1, f2 => 'Bonjour', f3 => 'Monde' },
    { f1 => 2, f2 => 'Bonjour', f3 => 'PostgreSQL' },
    { f1 => 3, f2 => 'Bonjour', f3 => 'PL/Perl' }
];
$$ LANGUAGE plperl;

SELECT * FROM perl_set();

```

Si vous souhaitez utiliser le pragma `strict` dans votre code, vous avez plusieurs options. Pour une utilisation temporaire globale vous pouvez positionner (**SÉT**) `plperl.use_strict` à « `true` ». Ce paramètre affectera les compilations suivantes de fonctions PL/Perl, mais pas les fonctions déjà compilées dans la session en cours. Pour une utilisation globale permanente, vous pouvez positionner `plperl.use_strict` à « `true` » dans le fichier `postgresql.conf`.

Pour une utilisation permanente dans des fonctions spécifiques, vous pouvez simplement placer:

```
use strict;
```

en haut du corps de la fonction.

Le pragma `feature` est aussi disponible avec `use` si votre version de Perl est 5.10.0 ou supérieur.

43.2. Valeurs en PL/Perl

Les valeurs des arguments fournis au code d'une fonction PL/Perl sont simplement les arguments d'entrée convertis en tant que texte (comme s'ils avaient été affichés par une commande **SELECT**). Inversement, les commandes `return` et `return_next` accepteront toute chaîne qui a un format d'entrée acceptable pour le type de retour déclaré de la fonction.

43.3. Fonction incluses

43.3.1. Accès à la base de données depuis PL/Perl

L'accès à la base de données à l'intérieur de vos fonctions écrites en Perl peut se faire à partir des fonctions suivantes :

```
spi_exec_query(query [, max-rows])
```

`spi_exec_query` exécute une commande SQL et renvoie l'ensemble complet de la ligne comme une référence à un tableau de références hachées. *Vous ne devez utiliser cette commande que lorsque vous savez que l'ensemble de résultat sera relativement petit.* Voici un exemple d'une requête (commande **SELECT**) avec le nombre optionnel maximum de lignes :

```
$rv = spi_exec_query('SELECT * FROM ma_table', 5);
```

Ceci entrevoit cinq lignes au maximum de la table `ma_table`. Si `ma_table` a une colonne `ma_colonne`, vous obtenez la valeur de la ligne `$i` du résultat de cette façon :

```
$foo = $rv->{rows}[$i]->{ma_colonne};
```

Le nombre total des lignes renvoyées d'une requête **SELECT** peut être accédé de cette façon :

```
$nrows = $rv->{processed}
```

Voici un exemple en utilisant un type de commande différent :

```
$query = "INSERT INTO ma_table VALUES (1, 'test')";  
$rv = spi_exec_query($query);
```

Ensuite, vous pouvez accéder au statut de la commande (c'est-à-dire, SPI_OK_INSERT) de cette façon :

```
$res = $rv->{status};
```

Pour obtenir le nombre de lignes affectées, exécutez :

```
$nrows = $rv->{processed};
```

Voici un exemple complet :

```
CREATE TABLE test (  
    i int,  
    v varchar  
);  
  
INSERT INTO test (i, v) VALUES (1, 'première ligne');  
INSERT INTO test (i, v) VALUES (2, 'deuxième ligne');  
INSERT INTO test (i, v) VALUES (3, 'troisième ligne');  
INSERT INTO test (i, v) VALUES (4, 'immortel');  
  
CREATE OR REPLACE FUNCTION test_munge() RETURNS SETOF test AS $$  
    my $rv = spi_exec_query('select i, v from test');  
    my $status = $rv->{status};  
    my $nrows = $rv->{processed};  
    foreach my $rn (0 .. $nrows - 1) {  
        my $row = $rv->{rows}[$rn];  
        $row->{i} += 200 if defined($row->{i});  
        $row->{v} =~ tr/A-Za-zA-Z/a-zA-Z/ if (defined($row->{v}));  
        return_next($row);  
    }  
    return undef;  
$$ LANGUAGE plperl;  
  
SELECT * FROM test_munge();
```

spi_query(*command*) , spi_fetchrow(*cursor*) , spi_cursor_close(*cursor*)

spi_query et spi_fetchrow fonctionnent ensemble comme une paire d'ensembles de lignes pouvant être assez importants ou pour les cas où vous souhaitez renvoyer les lignes dès qu'elles arrivent. spi_fetchrow fonctionne *seulement* avec spi_query. L'exemple suivant illustre comment vous les utilisez ensemble :

```
CREATE TYPE foo_type AS (the_num INTEGER, the_text TEXT);  
  
CREATE OR REPLACE FUNCTION lotsa_md5 (INTEGER) RETURNS SETOF foo_type AS $$  
    use Digest::MD5 qw(md5_hex);  
    my $file = '/usr/share/dict/words';  
    my $t = localtime;  
    elog(NOTICE, "opening file $file at $t" );  
    open my $fh, '<', $file # ooh, it's a file access!  
        or elog(ERROR, "cannot open $file for reading: $!" );  
    my @words = <$fh>;  
    close $fh;  
    $t = localtime;  
    elog(NOTICE, "closed file $file at $t");  
    chomp(@words);  
    my $row;  
    my $sth = spi_query("SELECT * FROM generate_series(1,$_[0]) AS b(a)");  
    while (defined ($row = spi_fetchrow($sth))) {  
        return_next({  
            the_num => $row->{a},  
            the_text => md5_hex($words[rand @words])  
        });  
    }  
    return;  
$$ LANGUAGE plperlu;  
  
SELECT * from lotsa_md5(500);
```

Habituellement, `spi_fetchrow` devra être répété jusqu'à ce qu'il renvoie `undef`, indiquant qu'il n'y a plus de lignes à lire. Le curseur renvoyé par `spi_query` est automatiquement libéré quand `spi_fetchrow` renvoie `undef`. Si vous ne souhaitez pas lire toutes les lignes, appelez à la place `spi_cursor_close` pour libérer le curseur. Un échec ici résultera en des pertes mémoire.

`spi_prepare(command, argument types)` , `spi_query_prepared(plan, arguments)` , `spi_exec_prepared(plan [, attributes], arguments)`, `spi_freeplan(plan)`

`spi_prepare`, `spi_query_prepared`, `spi_exec_prepared` et `spi_freeplan` implémentent la même fonctionnalité, mais pour des requêtes préparées. `spi_prepare` accepte une chaîne pour la requête avec des arguments numérotés (\$1, \$2, etc) et une liste de chaînes indiquant le type des arguments :

```
$plan = spi_prepare('SELECT * FROM test WHERE id > $1 AND name = $2', 'INTEGER',
'TEXT');
```

Une fois qu'un plan est préparé suite à un appel à `spi_prepare`, le plan peut être utilisé à la place de la requête, soit dans `spi_exec_prepared`, où le résultat est identique à celui renvoyé par `spi_exec_query`, soit dans `spi_query_prepared` qui renvoi un curseur exactement comme le fait `spi_query`, qui peut ensuite être passé à `spi_fetchrow`. Le deuxième paramètre, optionnel, de `spi_exec_prepared` est une référence hachée des attributs ; le seul attribut actuellement supporté est `limit`, qui configure le nombre maximum de lignes renvoyées par une requête.

L'avantage des requêtes préparées est que cela rend possible l'utilisation d'un plan préparé par plusieurs exécutions de la requête. Une fois que le plan n'est plus utile, il peut être libéré avec `spi_freeplan`:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION init() RETURNS VOID AS $$  
    $_SHARED{my_plan} = spi_prepare( 'SELECT (now() + $1)::date AS now',  
    'INTERVAL' );  
$$ LANGUAGE plperl;  
  
CREATE OR REPLACE FUNCTION add_time( INTERVAL ) RETURNS TEXT AS $$  
    return spi_exec_prepared(  
        $_SHARED{my_plan},  
        $_[0]  
    )->{rows}->[0]->{now};  
$$ LANGUAGE plperl;  
  
CREATE OR REPLACE FUNCTION done() RETURNS VOID AS $$  
    spi_freeplan( $_SHARED{my_plan});  
    undef $_SHARED{my_plan};  
$$ LANGUAGE plperl;  
  
SELECT init();  
SELECT add_time('1 day'), add_time('2 days'), add_time('3 days');  
SELECT done();  
  
add_time | add_time | add_time  
-----+-----+-----  
2005-12-10 | 2005-12-11 | 2005-12-12
```

Notez que l'indice du paramètre dans `spi_prepare` est défini via \$1, \$2, \$3, etc, donc évitez de déclarer des chaînes de requêtes qui pourraient aisément amener des bogues difficiles à trouver et corriger.

Cet autre exemple illustre l'utilisation d'un paramètre optionnel avec `spi_exec_prepared`:

```
CREATE TABLE hosts AS SELECT id, ('192.168.1.'||id)::inet AS address FROM  
generate_series(1,3) AS id;  
  
CREATE OR REPLACE FUNCTION init_hosts_query() RETURNS VOID AS $$  
    $_SHARED{plan} = spi_prepare('SELECT * FROM hosts WHERE address << $1',  
    'inet' );  
$$ LANGUAGE plperl;  
  
CREATE OR REPLACE FUNCTION query_hosts/inet() RETURNS SETOF hosts AS $$  
    return spi_exec_prepared(  
        $_SHARED{plan},
```

```

        {limit => 2},
$_[0]
)->{rows};
$$ LANGUAGE plperl;

CREATE OR REPLACE FUNCTION release_hosts_query() RETURNS VOID AS $$ 
    spi_freeplan($_SHARED{plan});
    undef $_SHARED{plan};
$$ LANGUAGE plperl;

SELECT init_hosts_query();
SELECT query_hosts('192.168.1.0/30');
SELECT release_hosts_query();

query_hosts
-----
(1,192.168.1.1)
(2,192.168.1.2)
(2 rows)

```

43.3.2. Fonctions utiles en PL/Perl

`elog(level, msg)`

Produit un message de trace ou d'erreur. Les niveaux possibles sont DEBUG, LOG, INFO, NOTICE, WARNING et ERROR. ERROR lève une condition d'erreur ; si elle n'est pas récupérée par le code Perl l'entourant, l'erreur se propage à l'extérieur de la requête appelante, causant l'annulation de la transaction ou sous-transaction en cours. Ceci est en fait identique à la commande `die` de Perl. Les autres niveaux génèrent seulement des messages de niveaux de priorité différents. Le fait que les messages d'un niveau de priorité particulier soient rapportés au client, écrit dans les journaux du serveur, voire les deux, est contrôlé par les variables de configuration `log_min_messages` et `client_min_messages`. Voir le Chapitre 19, Configuration du serveur pour plus d'informations.

`quote_literal(string)`

Retourne la chaîne donnée convenablement placé entre simple guillemets pour être utilisée comme une chaîne littérale au sein d'une chaîne représentant un ordre SQL. Les simples guillemets et antislashes de la chaîne sont correctement doublés. Notez que `quote_literal` retourne `undef` avec une entrée `undef` ; si l'argument peut être `undef`, `quote_nullable` est souvent plus approprié.

`quote_nullable(string)`

Retourne la chaîne donnée convenablement placé entre simple guillemets pour être utilisée comme une chaîne littérale au sein d'une chaîne représentant un ordre SQL. Si l'argument d'entrée est `undef`, retourne la chaîne "NULL" sans simple guillemet. Les simples guillemets et antislashes de la chaîne sont correctement doublés.

`quote_ident(string)`

Retourne la chaîne donnée convenablement placé entre guillemets pour être utilisée comme un identifiant au sein d'une chaîne représentant un ordre SQL. Les guillemets sont ajoutées seulement si cela est nécessaire (i.e. si la chaîne contient des caractères non-identifiant ou est en majuscule). Les guillemets de la chaîne seront convenablement doublés.

`decode_byt ea(string)`

Retourne les données binaires non échappé représentées par le contenu de la chaîne donnée, qui doit être encodé au format bytea.

`encode_byt ea(string)`

Retourne sous la forme d'un bytea le contenu binaire dans la chaîne passé en argument.

`encode_array_literal(array), encode_array_literal(array, delimiter)`

Retourne le contenu de tableau passé par référence sous forme d'une chaîne littérale. (voir Section 8.15.2, « Saisie de valeurs de type tableau »). Retourne la valeur de l'argument non altérée si ce n'est pas une référence à un tableau. Le délimiteur utilisé entre les éléments du tableau sous forme littérale sera par défaut ", " si aucun délimiteur n'est spécifié ou s'il est `undef`.

`encode_typed_literal(value, typename)`

Convertit une variable Perl en une valeur du type de données passé en second argument et renvoie une représentation de type chaîne pour cette valeur. Gère correctement les tableaux imbriqués et les valeurs de types composites.

`encode_array_constructor(array)`

Retourne le contenu de tableau passé par référence sous forme d'une chaîne permettant de construire un tableau en SQL. (voir Section 4.2.12, « Constructeurs de tableaux »). Chaque élément est entouré de simple guillemets par `quote_nullable`.

Retourne la valeur de l'argument, entouré de simple guillemets par `quote_nullable`, si ce n'est pas une référence à un tableau.

`looks_like_number(string)`

Retourne une valeur vraie si le contenu de la chaîne passée ressemble à un nombre, selon l'interprétation de Perl, et faux dans le cas contraire. Retourne `undef` si `undef` est passé en argument. Tout espace en début et fin de chaîne sont ignorés. `Inf` et `Infinity` sont vu comme des nombres.

`is_array_ref(argument)`

Renvoie une valeur true si l'argument donné peut être traité comme une référence de tableau, c'est-à-dire si la référence de l'argument est `ARRAY` ou `PostgreSQL::InServer::ARRAY`. Renvoie false sinon.

43.4. Valeurs globales dans PL/Perl

Vous pouvez utiliser le hachage global `%_SHARED` pour stocker les données, incluant les références de code, entre les appels de fonction pour la durée de vie de la session en cours.

Voici un exemple simple pour des données partagées :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION set_var(name text, val text) RETURNS text AS $$  
if ($_SHARED{$_[0]} = $_[1]) {  
    return 'ok';  
} else {  
    return "Ne peux pas initialiser la variable partagée $_[0] à $_[1]";  
}  
$$ LANGUAGE plperl;  
  
CREATE OR REPLACE FUNCTION get_var(name text) RETURNS text AS $$  
    return $_SHARED{$_[0]};  
$$ LANGUAGE plperl;  
  
SELECT set_var('sample', 'Bonjour, PL/Perl ! Comment va ?');  
SELECT get_var('sample');
```

Voici un exemple légèrement plus compliqué utilisant une référence de code :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION ma_fonction() RETURNS void AS $$  
$_SHARED{myquote} = sub {  
    my $arg = shift;  
    $arg =~ s/(['\\'])/\\"$1/g;  
    return "'$arg'";  
};  
$$ LANGUAGE plperl;  
  
SELECT ma_fonction(); /* initialise la fonction */  
  
/* Initialise une fonction qui utilise la fonction quote */  
  
CREATE OR REPLACE FUNCTION utilise_quote(TEXT) RETURNS text AS $$  
    my $text_to_quote = shift;  
    my $qfunc = $_SHARED{myquote};  
    return &$qfunc($text_to_quote);  
$$ LANGUAGE plperl;
```

(Vous pouviez avoir remplacé le code ci-dessus avec la seule ligne `return $_SHARED{myquote}->($_[0]);` au prix d'une mauvaise lisibilité.)

Pour des raisons de sécurité, PL/Perl exécute des fonctions appelées par un rôle SQL dans un interpréteur Perl séparé pour ce rôle. Ceci empêche l'interférence accidentelle ou malicieuse d'un utilisateur avec le comportement des fonctions PL/Perl d'un autre utilisateur. Chaque interpréteur a sa propre valeur de la variable `%_SHARED` et des autres états globaux. Du coup, deux fonctions PL/Perl partageront la même valeur de `%_SHARED` si et seulement si elles sont exécutées par le même rôle SQL. Dans une application où une session seule exécute du code sous plusieurs rôles SQL (via des fonctions `SECURITY DEFINER`, l'utilisation de `SET ROLE`, etc), vous pouvez avoir besoin de mettre en place des étapes explicites pour vous assurer que les fonctions PL/Perl peuvent partager des données `%_SHARED`. Pour cela, assurez-vous que les fonctions qui doivent communiquer ont pour propriétaire le même utilisateur et marquez les comme `SECURITY DEFINER`. Bien sûr, vous devez faire attention à ce que ces fonctions ne puissent pas être utilisées pour faire des choses qu'elles ne sont pas sensées faire.

43.5. Niveaux de confiance de PL/Perl

Normalement, PL/Perl est installé en tant que langage de programmation de « confiance », de nom `plperl`. Durant cette installation, certaines commandes Perl sont désactivées pour préserver la sécurité. En général, les commandes qui interagissent avec l'environnement sont restreintes. Cela inclut les commandes sur les descripteurs de fichiers, `require` et `use` (pour les modules externes). Il n'est pas possible d'accéder aux fonctions et variables internes du processus du serveur de base de données ou d'obtenir un accès au niveau du système d'exploitation avec les droits du processus serveur, tel qu'une fonction C peut le faire. Ainsi, n'importe quel utilisateur sans droits sur la base de données est autorisé à utiliser ce langage.

Voici l'exemple d'une fonction qui ne fonctionnera pas car les commandes système ne sont pas autorisées pour des raisons de sécurité :

```
CREATE FUNCTION badfunc() RETURNS integer AS $$  
    my $tmpfile = "/tmp/badfile";  
    open my $fh, '>', $tmpfile  
        or elog(ERROR, qq{could not open the file "$tmpfile": $!});  
    print $fh "Testing writing to a file\n";  
    close $fh or elog(ERROR, qq{could not close the file "$tmpfile": $!});  
    return 1;  
$$ LANGUAGE plperl;
```

La création de cette fonction échouera car le validateur détectera l'utilisation par cette fonction d'une opération interdite.

Il est parfois souhaitable d'écrire des fonctions Perl qui ne sont pas restreintes. Par exemple, on peut souhaiter vouloir envoyer des courriers électroniques. Pour supporter ce cas de figure, PL/Perl peut aussi être installé comme un langage « douteux » (habituellement nommé PL/PerlU). Dans ce cas, la totalité du langage Perl est accessible. Lors de l'installation du langage, le nom du langage `plperl` sélectionnera la version douteuse de PL/Perl.

Les auteurs des fonctions PL/PerlU doivent faire attention au fait que celles-ci ne puissent être utilisées pour faire quelque chose de non désiré car cela donnera la possibilité d'agir comme si l'on possédait les priviléges d'administrateur de la base de données. Il est à noter que le système de base de données ne permet qu'aux super-utilisateurs de créer des fonctions dans un langage douteux.

Si la fonction ci-dessus a été créée par un super-utilisateur en utilisant le langage `plperl`, l'exécution de celle-ci réussira.

De la même façon, les blocs de procédure anonymes écrits en perl peuvent utiliser les opérations restreintes si le langage est spécifié comme `plperl` plutôt que `plperl`, mais l'appelant doit être un super-utilisateur.



Note

Bien que les fonctions PL/Perl s'exécutent dans un interpréteur Perl séparé pour chaque rôle SQL, toutes les fonctions PL/PerlU exécutées dans la même session utilisent un seul interpréteur Perl (qui n'est pas un de ceux utilisés par les fonctions PL/Perl). Ceci permet aux fonctions PL/PerlU de partager librement des données, mais aucune communication ne peut survenir entre des fonctions PL/Perl et PL/PerlU.



Note

Perl ne peut pas supporter plusieurs interpréteurs à l'intérieur d'un seul processus sauf s'il a été construit avec les bonnes options, soit `usemultiplicity` soit `useithreads`. (`usemultiplicity` est préféré sauf si vous avez besoin d'utiliser des threads. Pour plus de détails, voir la page de manuel de `perlembd`.) Si PL/Perl est utilisé avec une copie de Perl qui n'a pas été construite de cette façon, alors seul un interpréteur Perl par session sera disponible, et donc une session ne pourra exécuter soit que des fonctions PL/PerlU, soit que des fonctions PL/Perl qui sont appelées par le même rôle SQL.

43.6. Déclencheurs PL/Perl

PL/Perl peut être utilisé pour écrire des fonctions pour déclencheurs. Dans une fonction déclencheur, la référence hachée `$_TD` contient des informations sur l'événement du déclencheur en cours. `$_TD` est une variable globale qui obtient une valeur locale séparée à chaque appel du déclencheur. Les champs de la référence de hachage `$_TD` sont :

```
$_TD->{new}{foo}  
    Valeur NEW de la colonne foo  
  
$_TD->{old}{foo}  
    Valeur OLD de la colonne foo  
  
$_TD->{name}  
    Nom du déclencheur appelé
```

`$_TD->{event}`
Événement du déclencheur : INSERT, UPDATE, DELETE, TRUNCATE, INSTEAD OF ou UNKNOWN

`$_TD->{when}`
Quand le déclencheur a été appelé : BEFORE (avant), AFTER (après) ou UNKNOWN (inconnu)

`$_TD->{level}`
Le niveau du déclencheur : ROW (ligne), STATEMENT (instruction) ou UNKNOWN (inconnu)

`$_TD->{relid}`
L'OID de la table sur lequel le déclencheur a été exécuté

`$_TD->{table_name}`
Nom de la table sur lequel le déclencheur a été exécuté

`$_TD->{relname}`
Nom de la table sur lequel le déclencheur a été exécuté. Elle est obsolète et pourrait être supprimée dans une prochaine version. Utilisez `$_TD->{table_name}` à la place.

`$_TD->{table_schema}`
Nom du schéma sur lequel le déclencheur a été exécuté.

`$_TD->{argc}`
Nombre d'arguments de la fonction déclencheur

`@{$_TD->{args}}`
Arguments de la fonction déclencheur. N'existe pas si `$_TD->{argc}` vaut 0.

Les déclencheurs niveau ligne peuvent renvoyer un des éléments suivants :

```
return;  

Exécute l'opération  

"SKIP"  

N'exécute pas l'opération  

"MODIFY"  

Indique que la ligne NEW a été modifiée par la fonction déclencheur
```

Voici un exemple d'une fonction déclencheur illustrant certains points ci-dessus :

```
CREATE TABLE test (  

    i int,  

    v varchar  

);  
  

CREATE OR REPLACE FUNCTION valid_id() RETURNS trigger AS $$  

    if (($_TD->{new}{i} >= 100) || ($_TD->{new}{i} <= 0)) {  

        return "SKIP";      # passe la commande INSERT/UPDATE  

    } elsif ($_TD->{new}{v} ne "immortal") {  

        $_TD->{new}{v} .= "(modified by trigger)";  

        return "MODIFY";   # modifie la ligne et exécute la commande INSERT/UPDATE  

    } else {  

        return;            # exécute la commande INSERT/UPDATE  

    }  

$$ LANGUAGE plperl;  
  

CREATE TRIGGER test_valid_id_trig  

BEFORE INSERT OR UPDATE ON test  

FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE valid_id();
```

43.7. Triggers sur événements avec PL/Perl

PL/Perl peut être utilisé pour écrire des fonctions trigger sur événement. Dans ce type de fonctions, la référence hachée `$_TD` contient des informations sur l'événement du trigger. `$_TD` est une variable globale, qui obtient une valeur locale séparée à chaque invocation du trigger. Les champs disponibles via `$_TD` sont :

`$_TD->{event}`

Le nom de l'événement pour lequel le trigger a été déclenché.

`$_TD->{tag}`

La balise de la commande pour laquelle le trigger a été déclenché.

Le code de retour de la procédure trigger est ignoré.

Voici un exemple de fonction trigger sur événement, illustrant certaines des informations ci-dessus :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION perlsnitch() RETURNS event_trigger AS $$  
  elog(NOTICE, "perlsnitch: " . $_TD->{event} . " " . $_TD->{tag} . " ");  
$$ LANGUAGE plperl;  
  
CREATE EVENT TRIGGER perl_a_snitch  
  ON ddl_command_start  
  EXECUTE PROCEDURE perlsnitch();
```

43.8. PL/Perl sous le capot

43.8.1. Configuration

Cette section liste les paramètres de configuration de PL/Perl.

`plperl.on_init (string)`

Spécifie un code perl à exécuter lorsque l'interpréteur Perl est initialisé pour la première fois et avant qu'il soit spécialisé pour être utilisé par `plperl` ou `plperlu`. Les fonctions SPI ne sont pas disponibles lorsque ce code est exécuté. Si le code lève une erreur, il interrompra l'initialisation de l'interpréteur et la propagera à la requête originale, provoquant ainsi l'annulation de la transaction ou sous-transaction courante.

Le code Perl est limité à une seule ligne. Un code plus long peut être placé dans un module et chargé par `on_init`. Exemples:

```
plperl.on_init = 'require "plperlinit.pl"';  
plperl.on_init = 'use lib "/my/app"; use MyApp::PgInit;'
```

Tous les modules chargés par `plperl.on_init`, directement ou indirectement, seront disponibles depuis `plperl`. Cela entraîne un problème de sécurité potentiel. Pour consulter la liste des modules chargés, vous pouvez utiliser :

```
DO 'elog(WARNING, join ", ", sort keys %INC)' LANGUAGE plperl;
```

L'initialisation aura lieu au sein du postmaster si la librairie `plperl` est incluse dans le paramètre `shared_preload_libraries`, auquel cas une plus grande attention doit être portée au risque de déstabiliser ce dernier. La raison principale d'utilisation de cette fonctionnalité est que les modules Perl chargés par `plperl.on_init` doivent être chargés seulement au démarrage de postmaster, et seront instantanément disponibles sans surcoût dans chaque session individuelle. Néanmoins, gardez en tête que la surcharge est seulement évitée pour le premier interpréteur Perl utilisé par une session de base de données -- soit PL/PerlU, soit PL/Perl pour le premier rôle SQL qui appelle une fonction PL/Perl. Tout interpréteur Perl supplémentaire créé dans une session de base aura à exécuter `plperl.on_init`. De plus, sur Windows, il n'y aura aucun gain avec le préchargement car l'interpréteur Perl créé par le processus postmaster ne se propage pas aux processus fils.

Ce paramètre ne peut être positionné que dans le fichier `postgresql.conf` ou depuis la ligne de commande de démarrage du serveur.

`plperl.on_plperl_init (string), plperl.on_plperlu_init (string)`

Ces paramètres spécifient le code Perl à exécuter quand un interpréteur Perl est spécialisé respectivement pour `plperl` ou `plperlu`. Ceci n'arrivera que quand une fonction PL/Perl ou PL/PerlU est exécutée la première fois dans une session de base de données, ou quand un interpréteur supplémentaire doit être créé parce que l'autre langage a été appelé ou parce qu'une fonction PL/Perl a été appelée par un nouveau rôle SQL. Ceci suit toute initialisation réalisée par `plperl.on_init`. Les fonctions SPI ne sont pas disponibles quand ce code est exécuté. Le code Perl dans `plperl.on_plperl_init` est exécuté après le « verrouillage » de l'interpréteur, et donc il peut seulement réaliser des opérations de confiance.

Si le code lève une erreur, il interrompra l'initialisation et la propagera à la requête originale, provoquant ainsi l'annulation de

la transaction ou sous-transaction courante. Toute action déjà réalisée dans Perl ne sera pas défaite ; néanmoins, cet interpréteur ne sera plus utilisé de nouveau. Si le langage est utilisé de nouveau, l'initialisation sera tentée de nouveau avec un nouvel interpréteur Perl.

Seuls les superutilisateurs peuvent modifier ces paramètres. Bien que ces paramètres peuvent être modifiés dans une session, de tels changements n'affecteront pas les interpréteurs Perl qui ont déjà été utilisés pour exécuter des fonctions.

`plperl.use_strict (boolean)`

Lorsqu'il est positionné à « true », les compilations des fonction PL/Perl suivantes auront le pragma `strict` activé. Ce paramètre n'affecte pas les fonctions déjà compilées au sein de la session courante.

43.8.2. Limitations et fonctionnalités absentes

Les fonctionnalités suivantes ne sont actuellement pas implémentées dans PL/Perl, mais peuvent faire l'objet de contributions généreuses de votre part.

- Les fonctions PL/Perl ne peuvent pas s'appeler entre elles.
- SPI n'est pas complètement implémenté.
- Si vous récupérez des ensembles de données très importants en utilisant `spi_exec_query`, vous devez être conscient qu'ils iront tous en mémoire. Vous pouvez l'éviter en utilisant `spi_query/spi_fetchrow` comme montré précédemment.

Un problème similaire survient si une fonction renvoyant un ensemble passe un gros ensemble de lignes à PostgreSQL via `return`. Vous pouvez l'éviter aussi en utilisant à la place `return_next` pour chaque ligne renvoyée, comme indiqué précédemment.

- Lorsqu'une session se termine normalement, et pas à cause d'une erreur fatale, tous les blocs `END` qui ont été définis sont exécutés. Actuellement, aucune autre action ne sont réalisées. Spécifiquement, les descripteurs de fichiers ne sont pas vidés automatiquement et les objets ne sont pas détruits automatiquement.

Chapitre 44. PL/Python - Langage de procédures Python

Le langage de procédures PL/Python permet l'écriture de fonctions PostgreSQL™ avec le *langage Python* (mais voir aussi Section 44.1, « Python 2 et Python 3 »).

Pour installer PL/Python dans une base de données particulières, utilisez `CREATE EXTENSION plpythonu`. À partir de la ligne de commandes, utilisez `createlang plpythonu nom_base`.



Astuce

Si un langage est installé dans `template1`, toutes les bases nouvellement créées se verront installées ce langage automatiquement.

PL/Python est seulement disponible en tant que langage « sans confiance », ceci signifiant qu'il n'offre aucun moyen de restreindre ce que les utilisateurs en font). Il a donc été renommé en `plpythonu`. La variante de confiance `plpython` pourrait être de nouveau disponible dans le futur, si un nouveau mécanisme sécurisé d'exécution est développé dans Python. Le codeur d'une fonction dans PL/Python sans confiance doit faire attention à ce que cette fonction ne puisse pas être utilisée pour réaliser quelque chose qui n'est pas prévue car il sera possible de faire tout ce que peut faire un utilisateur connecté en tant qu'administrateur de la base de données. Seuls les superutilisateurs peuvent créer des fonctions dans des langages sans confiance comme `plpythonu`.



Note

Les utilisateurs des paquets sources doivent activer spécifiquement la construction de PL/Python lors des étapes d'installation (référez-vous aux instructions d'installation pour plus d'informations). Les utilisateurs de paquets binaires pourront trouver PL/Python dans un paquet séparé.

44.1. Python 2 et Python 3

PL/Python accepte à la fois les versions 2 et 3 de Python. (Les instructions d'installation de PostgreSQL peuvent contenir des informations plus précises sur les versions mineures précisément supportées de Python.) Comme les variantes Python 2 et Python 3 sont incompatibles pour certaines parties très importantes, le schéma de nommage et de transition suivant est utilisé par PL/Python pour éviter de les mixer :

- Le langage PostgreSQL nommé `plpython2u` implémente PL/Python sur la variante Python 2 du langage.
- Le langage PostgreSQL nommé `plpython3u` implémente PL/Python sur la variante Python 3 du langage.
- Le langage nommé `plpythonu` implémente PL/Python suivant la variante par défaut du langage Python, qui est actuellement Python 2. (Cette valeur par défaut est indépendante de ce que toute installation locale de Python qui pourrait être considérée comme la valeur par « défaut », par exemple ce que pourrait être `/usr/bin/python`.) La valeur par défaut sera probablement changée avec Python 3 dans une prochaine version de PostgreSQL, suivant les progrès de la migration à Python 3 dans la communauté Python.

Cela est analogue aux recommandations de *PEP 394* au regard des noms et transitions des commandes `python`.

Cela dépend de la configuration lors de la compilation ou des paquets installés si PL/Python pour Python 2 ou Python 3 ou les deux sont disponibles.



Astuce

La variante construite dépend de la version de Python trouvée pendant l'installation ou de la version sélectionnée explicitement en configurant la variable d'environnement `PYTHON` ; voir Section 16.4, « Procédure d'installation ». Pour que les deux variantes de PL/Python soient disponibles sur une installation, le répertoire des sources doit être configuré et construit deux fois.

Ceci a pour résultat la stratégie suivante d'utilisation et de migration :

- Les utilisateurs existants et ceux qui ne sont pas actuellement intéressés par Python 3 utilisent le nom `plpythonu` et n'ont rien à changer pour l'instant. Il est recommandé de « s'assurer » graduellement de migrer le code vers Python 2.6/2.7 pour

simplifier une migration éventuelle vers Python 3.

En pratique, beaucoup de fonctions PL/Python seront migrées à Python 3 avec peu, voire par du tout, de modifications.

- Les utilisateurs sachant d'avance qu'ils ont du code reposant massivement sur Python 2 et ne planifient pas de changer peuvent utiliser le nom `plpython2u`. Cela continuera de fonctionner, y compris dans un futur lointain, jusqu'à ce que le support de Python 2 soit complètement supprimée de PostgreSQL.
- Les utilisateurs qui veulent utiliser Python 3 peuvent utiliser le nom `plpython3u`, qui continuera à fonctionner en permanence avec les standards actuels. Dans le futur, quand Python 3 deviendra la version par défaut du langage, ils pourront supprimer le chiffre « 3 », principalement pour des raisons esthétiques.
- Les intrépides qui veulent construire un système d'exploitation utilisant seulement Python-3, peuvent modifier le contenu de `pg_pltemplate` pour rendre `plpythonu` équivalent à `plpython3u`, en gardant en tête que cela rend leur installation incompatible avec la majorité de ce qui existe dans ce monde.

Voir aussi le document *What's New In Python 3.0* pour plus d'informations sur le portage vers Python 3.

Il n'est pas permis d'utiliser PL/Python basé sur Python 2 et PL/Python basé sur Python 3 dans la même session car les symboles dans les modules dynamiques entreraient en conflit, ce qui pourrait résulter en des arrêts brutaux du processus serveur PostgreSQL. Une vérification est ajoutée pour empêcher ce mélange de versions majeures Python dans une même session. Cette vérification aura pour effet d'annuler la session si une différence est détectée. Néanmoins, il est possible d'utiliser les deux variantes de PL/Python dans une même base de données à condition que ce soit dans des sessions séparées.

44.2. Fonctions PL/Python

Les fonctions PL/Python sont déclarées via la syntaxe standard CREATE FUNCTION(7) :

```
CREATE FUNCTION nom_fonction (liste-arguments)
    RETURNS return-type
AS $$
    # corps de la fonction PL/Python
$$ LANGUAGE plpython;
```

Le corps d'une fonction est tout simplement un script Python. Quand la fonction est appelée, ses arguments sont passés au script Python comme des éléments de la liste `args` ; les arguments nommés sont en plus passés comme des variables ordinaires. L'utilisation des arguments nommés est beaucoup plus lisible. Le résultat est renvoyé par le code Python de la façon habituelle, avec `return` ou `yield` (dans le cas d'une instruction avec un ensemble de résultats). Si vous ne fournissez pas une valeur de retour, Python renvoie la valeur par défaut `None`. PL/Python traduit la valeur `None` de Python comme une valeur `NULL` SQL.

Par exemple, une fonction renvoyant le plus grand de deux entiers peut être définie ainsi :

```
CREATE FUNCTION pymax (a integer, b integer)
    RETURNS integer
AS $$
    if a > b:
        return a
    return b
$$ LANGUAGE plpythonu;
```

Le code Python donné comme corps de la définition de fonction est transformé en fonction Python. Par exemple, le code ci-dessus devient :

```
def __plpython_procedure_pymax_23456():
    if a > b:
        return a
    return b
```

en supposant que 23456 est l'OID affecté à la fonction par PostgreSQL™.

Les arguments sont définis comme des variables globales. Conséquence subtile des règles sur la portée de variables dans Python, il n'est pas possible de réaffecter une variable à l'intérieur d'une fonction en conservant son nom, sauf si elle est préalablement déclarée comme globale à l'intérieur du bloc. Ainsi, l'exemple suivant ne fonctionnera pas :

```
CREATE FUNCTION pystrip(x text)
    RETURNS text
```

```
AS $$  
    x = x.strip()  # error  
    return x  
$$ LANGUAGE plpythonu;
```

car affecter la variable `x` la transforme en variable locale pour ce bloc et que, par conséquent, la variable `x` de l'expression de droite fait référence à une variable locale `x` non encore définie, et non pas au paramètre de la fonction PL/Python. L'utilisation du mot-clé `global` permet de résoudre le problème :

```
CREATE FUNCTION pystrip(x text)  
RETURNS text  
AS $$  
    global x  
    x = x.strip()  # ok now  
    return x  
$$ LANGUAGE plpythonu;
```

Cependant, il vaut mieux ne pas trop s'appuyer sur ce détail d'implémentation de PL/Python. Il est préférable de traiter les paramètres de fonction comme étant en lecture seule.

44.3. Valeur des données avec PL/Python

De manière générale, le but de PL/Python est de fournir une relation « naturelle » entre PostgreSQL et le monde Python. Ces règles relationnelles sont décrites ci-dessous.

44.3.1. Type de données

Quand une procédure stockée PL/python est appelée, les paramètres de la fonction sont convertis de leur type de données PostgreSQL vers un type correspondant en Python :

- Le type boolean PostgreSQL est converti en `bool` Python.
- Les types smallint et int de PostgreSQL sont convertis en `int` Python. Les types bigint et oid PostgreSQL sont convertis en `long` pour Python 2 et en `int` pour Python 3.
- Les types PostgreSQL real et double sont convertis vers le type Python `float`.
- Le type PostgreSQL numeric est converti vers le type Python `Decimal`. Ce type est importé à partir du paquet `cdecimal` s'il est disponible. Dans le cas contraire, `decimal.Decimal` est utilisé à partir de la bibliothèque standard. `cdecimal` est bien plus performant que `decimal`. Néanmoins, avec Python 3.3 et les versions ultérieures, `cdecimal` a été intégré dans la bibliothèque standard sous le nom de `decimal`, donc la différence n'est plus valide.
- Le type PostgreSQL bytea est converti en `str` pour Python 2 et en `bytes` pour Python 3. Avec Python 2, la chaîne devrait être traitée comme une séquence d'octets sans encodage.
- Tous les autres types de données, y compris les chaînes de caractères PostgreSQL, sont convertis en `str` Python. En Python 2, ces chaînes auront le même encodage de caractères que le serveur. En Python 3, ce seront des chaînes Unicode comme les autres.
- Pour les données non scalaires, voir ci-dessous.

Quand une fonction PL/python renvoie des données, la valeur de retour est convertie en type de données PostgreSQL comme suit:

- Quand le type de la valeur PostgreSQL renvoyée est `boolean`, la valeur de retour sera évaluée en fonction des règles Python. Ainsi, les 0 et les chaînes vides sont fausses, mais la valeur '`f`' est vraie.
- Quand le type de la valeur PostgreSQL renvoyée est `bytea`, la valeur de retour sera convertie en chaîne de caractères (Python 2) ou en octets (Python 3) en utilisant les mécanismes Python correspondants, le résultat étant ensuite converti en `bytea`.
- Pour tous les autres types de données renvoyées, la valeur de retour est convertie en une chaîne de caractère en utilisant la fonction Python interne `str`, et le résultat est passé à la fonction d'entrée du type de données PostgreSQL. (si la valeur Python est un flottant, il est converti en utilisant la fonction interne `repr` au lieu de `str`, pour éviter la perte de précision.)

Les chaînes de caractères en Python 2 doivent être transmises dans le même encodage que celui du serveur PostgreSQL. Les chaînes invalides dans l'encodage du serveur entraîneront la levée d'une erreur, mais toutes les erreurs d'encodage ne sont pas détectées, ce qui peut aboutir à une corruption des données lorsque ces règles ne sont pas respectées. Les chaînes Unicode sont

automatiquement converties dans le bon encodage, il est donc plus prudent de les utiliser. Dans Python 3, toutes les chaînes sont en Unicode.

- Pour les données non scalaires, voire ci-dessous.

Notez que les erreurs logiques entre le type de retour déclaré dans PostgreSQL et le type de l'objet Python renvoyé ne sont pas détectées. La valeur sera convertie dans tous les cas.

44.3.2. Null, None

Si une valeur SQL NULL est passée à une fonction, la valeur de l'argument apparaîtra comme None au niveau de Python. Par exemple, la définition de la fonction `pymax` indiquée dans Section 44.2, « Fonctions PL/Python » renverra la mauvaise réponse pour des entrées NULL. Nous pouvons jouer STRICT à la définition de la fonction pour faire en sorte que PostgreSQL™ fasse quelque chose de plus raisonnable : si une valeur NULL est passée, la fonction ne sera pas appelée du tout mais renverra juste un résultat NULL automatiquement. Sinon, vous pouvez vérifier les entrées NULL dans le corps de la fonction :

```
CREATE FUNCTION pymax (a integer, b integer)
    RETURNS integer
AS $$
    if (a is None) or (b is None):
        return None
    if a > b:
        return a
    return b
$$ LANGUAGE plpythonu;
```

Comme montré ci-dessus, pour renvoyer une valeur SQL NULL à partir d'une fonction PL/Python, renvoyez la valeur None. Ceci peut se faire que la fonction soit stricte ou non.

44.3.3. Tableaux, Listes

Les valeurs de type tableaux SQL sont passées via PL/Python comme des listes Python. Pour renvoyer une valeur de type tableau SQL par une fonction PL/Python, renvoyez une séquence Python, par exemple une liste ou un tuple :

```
CREATE FUNCTION return_arr()
    RETURNS int[]
AS $$
return (1, 2, 3, 4, 5)
$$ LANGUAGE plpythonu;

SELECT return_arr();
 return_arr
-----
{1,2,3,4,5}
(1 row)
```

Notez que, avec Python, les chaînes sont des séquences, ce qui peut avoir des effets indésirables qui peuvent être familiers aux codeurs Python :

```
CREATE FUNCTION return_str_arr()
    RETURNS varchar[]
AS $$
return "hello"
$$ LANGUAGE plpythonu;

SELECT return_str_arr();
 return_str_arr
-----
{h,e,l,l,o}
(1 row)
```

44.3.4. Types composites

Les arguments de type composite sont passés à la fonction via une correspondance Python. Les noms d'élément de la correspon-

dance sont les noms d'attribut du type composite. Si un attribut a une valeur NULL dans la ligne traitée; il a la valeur NULL dans sa correspondance. Voici un exemple :

```
CREATE TABLE employe (
    nom text,
    salaire integer,
    age integer
);

CREATE FUNCTION trop_paye (e employe)
    RETURNS boolean
AS $$
if e["salaire"] > 200000:
    return True
if (e["age"] < 30) and (e["salaire"] > 100000):
    return True
return False
$$ LANGUAGE plpythonu;
```

Il existe plusieurs façons de renvoyer une ligne ou des types composites à partir d'une fonction Python. Les exemples suivants supposent que nous avons :

```
CREATE TABLE valeur_nommee (
    nom text,
    valeur integer
);
```

ou

```
CREATE TYPE valeur_nommee AS (
    nom text,
    valeur integer
);
```

Une valeur composite peut être renvoyé comme :

Un type séquence (ligne ou liste), mais pas un ensemble parce que ce n'est pas indexable

Les objets séquences renvoyés doivent avoir le même nombre d'éléments que le type composite a de champs. L'élément d'index 0 est affecté au premier champ du type composite, 1 au second et ainsi de suite. Par exemple :

```
CREATE FUNCTION cree_paire (nom text, valeur integer)
    RETURNS valeur_nommee
AS $$
return [ nom, valeur ]
# ou autrement, en tant que ligne : return ( nom, valeur )
$$ LANGUAGE plpythonu;
```

Pour renvoyer NULL dans une colonne, insérez None à la position correspondante.

Correspondance (dictionnaire)

La valeur de chaque colonne du type résultat est récupérée à partir de la correspondance avec le nom de colonne comme clé. Exemple :

```
CREATE FUNCTION cree_paire (nom text, valeur integer)
    RETURNS valeur_nommee
AS $$
return { "nom": nom, "valeur": valeur }
$$ LANGUAGE plpythonu;
```

Des paires clés/valeurs supplémentaires du dictionnaire sont ignorées. Les clés manquantes sont traitées comme des erreurs. Pour renvoyer NULL comme une colonne, insérez None avec le nom de la colonne correspondante comme clé.

Objet (tout objet fournissant la méthode `__getattr__`)

Ceci fonctionne de la même façon qu'une correspondance. Exemple :

```
CREATE FUNCTION cree_paire (nom text, valeur integer)
    RETURNS valeur_nommee
```

```

AS $$

class valeur_nominee:
    def __init__(self, n, v):
        self.nom = n
        self.valeur = v
    return valeur_nominee(nom, valeur)

# ou simplement
class nv:
    pass
nv.nom = nom
nv.valeur = valeur
return nv
$$ LANGUAGE plpythonu;

```

Les fonctions ayant des paramètres OUT sont aussi supportées. Par exemple :

```

CREATE FUNCTION multiout_simple(OUT i integer, OUT j integer) AS $$

return (1, 2)
$$ LANGUAGE plpythonu;

SELECT * FROM multiout_simple();

```

44.3.5. Fonctions renvoyant des ensembles

Une fonction PL/Python peut aussi renvoyer des ensembles scalaires ou des types composites. Il existe plusieurs façons de faire cela parce que l'objet renvoyé est transformé en interne en itérateur. Les exemples suivants supposent que nous avons le type composite :

```

CREATE TYPE greeting AS (
    how text,
    who text
);

```

Un résultat ensemble peut être renvoyé à partir de :

Un type séquence (ligne, liste, ensemble)

```

CREATE FUNCTION greet (how text)
    RETURNS SETOF greeting
AS $$

# renvoie la ligne contenant les listes en tant que types composites
# toutes les autres combinaisons fonctionnent aussi
return ( [ how, "World" ], [ how, "PostgreSQL" ], [ how, "PL/Python" ] )
$$ LANGUAGE plpythonu;

```

L'itérateur (tout objet fournissant les méthodes `__iter__` et `next`)

```

CREATE FUNCTION greet (how text)
    RETURNS SETOF greeting
AS $$

class producer:
    def __init__(self, how, who):
        self.how = how
        self.who = who
        self.ndx = -1

    def __iter__(self):
        return self

    def next(self):
        self.ndx += 1
        if self.ndx == len(self.who):
            raise StopIteration
        return ( self.how, self.who[self.ndx] )

```

```
return producer(how, [ "World", "PostgreSQL", "PL/Python" ])
$$ LANGUAGE plpythonu;
```

Le générateur (yield)

```
CREATE FUNCTION greet (how text)
    RETURNS SETOF greeting
AS $$
    for who in [ "World", "PostgreSQL", "PL/Python" ]:
        yield ( how, who )
$$ LANGUAGE plpythonu;
```



Avertissement

À cause du *bogue #1483133* de Python, certaines versions de débogage de Python 2.4 (configuré et compilé avec l'option `--with-pydebug`) sont connues pour arrêter brutalement le serveur PostgreSQL™ lors de l'utilisation d'un itérateur pour renvoyer un résultat ensemble. Les versions non corrigées de Fedora 4 contiennent ce bogue. Cela n'arrive pas dans les versions de production de Python et sur les versions corrigées de Fedora 4.

Les fonctions renvoyant des ensembles et ayant des paramètres OUT (en utilisant `RETURNS SETOF record`) sont aussi supportées. Par exemple :

```
CREATE FUNCTION multiout_simple_setof(n integer, OUT integer, OUT integer) RETURNS
SETOF record AS $$
return [(1, 2)] * n
$$ LANGUAGE plpythonu;

SELECT * FROM multiout_simple_setof(3);
```

44.4. Sharing Data

Le dictionnaire global SD est disponible pour stocker des données entre les appels de fonctions. Cette variable est une donnée statique privée. Le dictionnaire global GD est une donnée publique disponible pour toutes les fonctions Python à l'intérieur d'une session. À utiliser avec précaution.

Chaque fonction obtient son propre environnement d'exécution dans l'interpréteur Python, de façon à ce que les données globales et les arguments de fonction provenant de `ma_fonction` ne soient pas disponibles depuis `ma_fonction2`. L'exception concerne les données du dictionnaire GD comme indiqué ci-dessus.

44.5. Blocs de code anonymes

PL/Python accepte aussi les blocs de code anonymes appelés avec l'instruction DO(7) :

```
DO $$
    # Code PL/Python
$$ LANGUAGE plpythonu;
```

Un bloc de code anonyme ne reçoit aucun argument et, quelque soit la valeur renvoyée, elle est ignorée. Sinon, ce bloc se comporte exactement comme n'importe quelle fonction.

44.6. Fonctions de déclencheurs

Quand une fonction est utilisée par un trigger, le dictionnaire TD contient les valeurs relatives au trigger :

```
TD[ "event" ]
    contient l'événement sous la forme d'une chaîne : INSERT, UPDATE, DELETE, TRUNCATE.
```

TD["when"]
 contient une chaîne valant soit BEFORE, soit AFTER soit INSTEAD OF.

TD["level"]
 contient une chaîne valant soit ROW soit STATEMENT.

TD["new"], TD["old"]
 pour un trigger au niveau ligne, ces champs contiennent les lignes du trigger, l'ancienne version et la nouvelle version ; les deux champs ne sont pas forcément disponibles, ceci dépendant de l'événement qui a déclenché le trigger

TD["name"]
 contient le nom du trigger.

TD["table_name"]
 contient le nom de la table sur laquelle le trigger a été déclenché

TD["table_schema"]
 contient le schéma de la table sur laquelle le trigger a été déclenché

TD["relid"]
 contient l'OID de la table sur laquelle le trigger a été déclenché

TD["args"]
 si la commande **CREATE TRIGGER** comprend des arguments, ils sont disponibles dans les variables allant de TD["args"][0] à TD["args"][n-1].

Si TD["when"] vaut BEFORE ou INSTEAD OF et si TD["level"] vaut ROW, vous pourriez renvoyer None ou "OK" à partir de la fonction Python pour indiquer que la ligne n'est pas modifiée, "SKIP" pour annuler l'événement ou si TD["event"] vaut **INSERT** ou **UPDATE**, vous pouvez renvoyer "MODIFY" pour indiquer que vous avez modifié la ligne. Sinon la valeur de retour est ignorée.

44.7. Accès à la base de données

Le module du langage PL/Python importe automatiquement un module Python appelé `plpy`. Les fonctions et constantes de ce module vous sont accessibles dans le code Python via `plpy.foo`.

44.7.1. Fonctions d'accès à la base de données

Le module `plpy` fournit plusieurs fonctions pour exécuter des commandes sur la base de données :

```
plpy.execute(query [, max-rows])
```

L'appel à `plpy.execute` avec une chaîne pour la requête et une limite de ligne optionnelle permet d'exécuter la requête et de retourner le résultat dans un objet résultant.

L'objet résultant émule une liste ou un objet dictionnaire. L'objet résultant peut être accédé par le numéro de ligne et le nom de colonne. Par exemple :

```
rv = plpy.execute("SELECT * FROM my_table", 5)
```

retourne jusqu'à 5 lignes de `my_table`. Si `my_table` possède une colonne `my_column`, elle pourra être accédée ainsi :

```
foo = rv[i][ "my_column" ]
```

Le nombre de lignes renvoyées peut être obtenu en utilisant la fonction intégrée `len`.

L'objet résultant contient ces méthodes additionnelles :

```
nrows()
```

Retourne le nombre de lignes traitées par cette commande. Notez que cela n'est pas nécessairement identique au nombre de lignes renvoyées. Par exemple, une commande **UPDATE** fixera cette valeur mais ne renverra aucune ligne (sauf si **RETURNING** est utilisé).

```
status()
```

La valeur renournée par `SPI_execute()`.

```
colnames(), coltypes(), coltypmods()
```

Retourne respectivement une liste de noms de colonne, une liste de type OID de colonne et une liste de type de modifieurs spécifiques à un type pour les colonnes.

Ces méthodes lèvent une exception quand elles sont appelées sur un objet résultant d'une commande n'ayant pas produit d'ensemble de résultat, par ex, **UPDATE** sans RETURNING, ou **DROP TABLE**. Il est cependant normal d'utiliser ces méthodes sur un ensemble de résultat ne contenant aucune ligne.

`__str__()`

La méthode standard `__str__` est définie pour qu'il soit possible de débugger les résultats de l'exécution d'une requête en utilisant `plpy.debug(rv)`.

L'objet résultant peut être modifié.

Notez que l'appel à `plpy.execute` provoquera la lecture de tout l'ensemble de résultat en mémoire. N'utilisez cette fonction que lorsque vous êtes sûrs que l'ensemble de résultat sera relativement petit. Si vous ne voulez pas risquer une utilisation excessive de mémoire pour récupérer de gros ensembles, préférez `plpy.cursor` à `plpy.execute`.

```
plpy.prepare(query [, argtypes]), plpy.execute(plan [, arguments [, max-rows]])
```

`plpy.prepare` prépare le plan d'exécution pour une requête. Il faut l'appeler avec une chaîne contenant la requête et une liste de types de paramètres, si vous avez des références à des paramètres dans cette requête. Par exemple :

```
plan = plpy.prepare("SELECT last_name FROM my_users WHERE first_name = $1",
["text"])
```

`text` est le type de variable qui sera passé à `$1`. Le second paramètre est optionnel si vous ne voulez pas fournir de paramètre à la requête.

Après avoir préparé une requête, il faut utiliser une variante de la fonction `plpy.execute` pour l'exécuter :

```
rv = plpy.execute(plan, ["name"], 5)
```

Il faut fournir le plan comme premier argument (à la place de la chaîne), et une liste de valeurs à substituer dans la requête comme second argument. Le deuxième argument est optionnel si la requête n'attend pas de paramètre. Le troisième argument est la limite de ligne optionnelle comme auparavant.

Les paramètres de requête ainsi que les champs des lignes de résultat sont converties entre les types de données de PostgreSQL et de Python comme décrit dans Section 44.3, « Valeur des données avec PL/Python ».

Quand un plan est préparé en utilisant le module PL/Python, il est automatiquement sauvegardé. Voir la documentation de SPI (Chapitre 45, Interface de programmation serveur) pour une description de ce que cela signifie. Afin d'utiliser efficacement ces appels de fonction, il faut utiliser un des dictionnaires de stockage persistant SD ou GD (voir Section 44.4, « Sharing Data »). Par exemple :

```
CREATE FUNCTION usesavedplan() RETURNS trigger AS $$
  if "plan" in SD:
    plan = SD["plan"]
  else:
    plan = plpy.prepare("SELECT 1")
    SD["plan"] = plan
  # reste de la fonction
$$ LANGUAGE plpython;
```

```
plpy.cursor(query), plpy.cursor(plan [, arguments])
```

La fonction `plpy.cursor` accepte les mêmes arguments que `plpy.execute` (à l'exception de la limite de lignes) et retourne un objet curseur, qui permet de traiter de gros ensembles de résultats en plus petits morceaux. Comme avec `plpy.execute`, une chaîne de caractère ou un objet plan accompagné d'une liste d'arguments peuvent être utilisés.

L'objet curseur fournit une méthode `fetch` qui requiert en entrée un paramètre entier et retourne un objet résultat. À chaque appel de `fetch`, l'objet retourné contiendra la prochaine série de lignes, mais jamais plus que la valeur passée en paramètre. Une fois que toutes les lignes ont été épuisées, `fetch` se met à retourner des objets résultat vides. Les objets curseurs fournissent également une *interface d'itérateur*, fournissant les lignes une par une jusqu'à épuisement. Les données récupérées de cette façon ne sont pas retournées dans des objets résultat, mais plutôt dans des dictionnaires, chacun correspondant à une unique ligne de résultat.

Un exemple montrant deux façons de traiter des données dans une large table est:

```

CREATE FUNCTION count_odd_iterator() RETURNS integer AS $$ 
odd = 0
for row in plpy.cursor("select num from largetable"):
    if row['num'] % 2:
        odd += 1
return odd
$$ LANGUAGE plpythonu;

CREATE FUNCTION count_odd_fetch(batch_size integer) RETURNS integer AS $$ 
odd = 0
cursor = plpy.cursor("select num from largetable")
while True:
    rows = cursor.fetch(batch_size)
    if not rows:
        break
    for row in rows:
        if row['num'] % 2:
            odd += 1
return odd
$$ LANGUAGE plpythonu;

CREATE FUNCTION count_odd_prepared() RETURNS integer AS $$ 
odd = 0
plan = plpy.prepare("select num from largetable where num % $1 <> 0", ["integer"])
rows = list(plpy.cursor(plan, [2]))

return len(rows)
$$ LANGUAGE plpythonu;

```

Les curseurs sont automatiquement libérés. Mais si vous voulez libérer explicitement toutes les ressources retenues par un curseur, il faut utiliser la méthode `close`. Une fois fermé, un curseur ne peut plus être utilisé pour retourner des lignes.



Astuce

Il ne faut pas confondre les objets créés par `plpy.cursor` avec les curseurs DB-API comme définis par la spécification *Python Database API*. Ils n'ont rien en commun si ce n'est le nom.

44.7.2. Récupérer les erreurs

Les fonctions accédant à la base de données peuvent rencontrer des erreurs, qui forceront leur annulation et lèveront une exception. `plpy.execute` et `plpy.prepare` peuvent lancer une instance d'une sous-classe de `plpy.SPIError`, qui terminera par défaut la fonction. Cette erreur peut être gérée comme toutes les autres exceptions Python, en utilisant la construction `try/except`. Par exemple :

```

CREATE FUNCTION essaie_ajout_joe() RETURNS text AS $$ 
try:
    plpy.execute("INSERT INTO utilisateurs(nom) VALUES ('joe')")
except plpy.SPIerror:
    return "quelque chose de mal est arrivé"
else:
    return "Joe ajouté"
$$ LANGUAGE plpythonu;

```

La classe réelle de l'exception levée correspond à la condition spécifique qui a causé l'erreur. Référez-vous à Tableau A.1, « Codes d'erreur de PostgreSQL™ » pour une liste des conditions possibles. Le module `plpy.spiexceptions` définit une classe d'exception pour chaque condition PostgreSQL™, dérivant leur noms du nom de la condition. Par exemple, `division_by_zero` devient `DivisionByZero`, `uniqueViolation` devient `UniqueViolation`, `fdw_error` devient `FdwError`, et ainsi de suite. Chacune de ces classes d'exception hérite de `SPIError`. Cette séparation rend plus simple la gestion des erreurs spécifiques. Par exemple :

```

CREATE FUNCTION insere_fraction(numerateur int, denominateur int) RETURNS text AS $$
```

```

from plpy import spiexceptions
try:
    plan = plpy.prepare("INSERT INTO fractions (frac) VALUES ($1 / $2)", ["int",
"int"])
    plpy.execute(plan, [numérateur, dénominateur])
except spiexceptions.DivisionByZero:
    return "dénominateur doit être différent de zéro"
except spiexceptions.UniqueViolation:
    return "a déjà cette fraction"
except plpy.SPIError, e:
    return "autre erreur, SQLSTATE %s" % e.sqlstate
else:
    return "fraction insérée"
$$ LANGUAGE plpythonu;

```

Notez que, comme toutes les exceptions du module `plpy.spiexceptions` héritent de `SPIError`, une clause `except` la gérant récupèrera toutes les erreurs d'accès aux bases.

Comme alternative à la gestion des différentes conditions d'erreur, vous pouvez récupérer l'exception `SPIError` et déterminer la condition d'erreur spécifique dans le bloc `except` en recherchant l'attribut `sqlstate` de l'objet exception. Cet attribut est une chaîne contenant le code d'erreur « `SQLSTATE` ». Cette approche fournit approximativement la même fonctionnalité.

44.8. Sous-transactions explicites

La récupération d'erreurs causées par l'accès à la base de données, comme décrite dans Section 44.7.2, « Récupérer les erreurs », peut amener à une situation indésirable où certaines opérations réussissent avant qu'une d'entre elles échoue et, après récupération de cette erreur, les données sont laissées dans un état incohérent. PL/Python propose une solution à ce problème sous la forme de sous-transactions explicites.

44.8.1. Gestionnaires de contexte de sous-transaction

Prenez en considération une fonction qui implémente un transfert entre deux comptes :

```

CREATE FUNCTION transfert_fonds() RETURNS void AS $$
try:
    plpy.execute("UPDATE comptes SET balance = balance - 100 WHERE nom = 'joe'")
    plpy.execute("UPDATE comptes SET balance = balance + 100 WHERE nom = 'mary'")
except plpy.SPIError, e:
    result = "erreur lors du transfert de fond : %s" % e.args
else:
    result = "fonds transféré correctement"
plan = plpy.prepare("INSERT INTO operations (resultat) VALUES ($1)", ["text"])
plpy.execute(plan, [result])
$$ LANGUAGE plpythonu;

```

Si la deuxième instruction `UPDATE` se termine avec la levée d'une exception, cette fonction renverra l'erreur mais le résultat du premier `UPDATE` sera validé malgré tout. Autrement dit, les fonds auront été débités du compte de Joe mais ils n'auront pas été crédités sur le compte de Mary.

Pour éviter ce type de problèmes, vous pouvez intégrer vos appels à `plpy.execute` dans une sous-transaction explicite. Le module `plpy` fournit un objet d'aide à la gestion des sous-transactions explicites qui sont créées avec la fonction `plpy.subtransaction()`. Les objets créés par cette fonction implémentent l'*interface de gestion du contexte*. Nous pouvons réécrire notre fonction en utilisant les sous-transactions explicites :

```

CREATE FUNCTION transfert_fonds2() RETURNS void AS $$
try:
    with plpy.subtransaction():
        plpy.execute("UPDATE comptes SET balance = balance - 100 WHERE nom = 'joe'")
        plpy.execute("UPDATE comptes SET balance = balance + 100 WHERE nom = 'mary'")
except plpy.SPIError, e:
    result = "erreur lors du transfert de fond : %s" % e.args
else:
    result = "fonds transféré correctement"
plan = plpy.prepare("INSERT INTO operations (resultat) VALUES ($1)", ["text"])
plpy.execute(plan, [result])

```

```
$$ LANGUAGE plpythonu;
```

Notez que l'utilisation de `try/catch` est toujours requis. Sinon, l'exception se propagerait en haut de la pile Python et causerait l'annulation de la fonction entière avec une erreur PostgreSQL™, pour que la table `operations` ne contienne aucune des lignes insérées. Le gestionnaire de contexte des sous-transactions ne récupère pas les erreurs, il assure seulement que toutes les opérations de bases de données exécutées dans son cadre seront validées ou annulées de façon atomique. Une annulation d'un bloc de sous-transaction survient à la sortie de tout type d'exception, pas seulement celles causées par des erreurs venant de l'accès à la base de données. Une exception standard Python levée dans un bloc de sous-transaction explicite causerait aussi l'annulation de la sous-transaction.

44.8.2. Anciennes versions de Python

Pour les gestionnaires de contexte, la syntaxe utilisant le mot clé `with`, est disponible par défaut avec Python 2.6. Si vous utilisez une version plus ancienne de Python, il est toujours possible d'utiliser les sous-transactions explicites, bien que cela ne sera pas transparent. Vous pouvez appeler les fonctions `__enter__` et `__exit__` des gestionnaires de sous-transactions en utilisant les alias `enter` et `exit`. La fonction exemple de transfert des fonds pourrait être écrite ainsi :

```
CREATE FUNCTION transfert_fonds_ancien() RETURNS void AS $$  
try:  
    subxact = plpy.subtransaction()  
    subxact.enter()  
    try:  
        plpy.execute("UPDATE comptes SET balance = balance - 100 WHERE nom = 'joe'")  
        plpy.execute("UPDATE comptes SET balance = balance + 100 WHERE nom = 'mary'")  
    except:  
        import sys  
        subxact.exit(*sys.exc_info())  
        raise  
    else:  
        subxact.exit(None, None, None)  
except plpy.SPIError, e:  
    result = "erreur lors du transfert de fond : %s" % e.args  
else:  
    result = "fonds transféré correctement"  
  
plan = plpy.prepare("INSERT INTO operations (resultat) VALUES ($1)", ["text"])  
plpy.execute(plan, [result])  
$$ LANGUAGE plpythonu;
```



Note

Bien que les gestionnaires de contexte sont implémentés dans Python 2.5, pour utiliser la syntaxe `with` dans cette version vous aurez besoin d'utiliser une *requête future*. Dû aux détails d'implémentation, vous ne pouvez pas utiliser les requêtes futures dans des fonctions PL/Python.

44.9. Fonctions outils

Le module `plpy` fournit aussi les fonctions

```
plpy.debug(msg, **kwargs)
plpy.log(msg, **kwargs)
plpy.info(msg, **kwargs)
plpy.notice(msg, **kwargs)
plpy.warning(msg, **kwargs)
plpy.error(msg, **kwargs)
plpy.fatal(msg, **kwargs)
```

`plpy.error` et `plpy.fatal` lèvent une exception Python qui, si non attrapée, se propage à la requête appelante causant l'annulation de la transaction ou sous-transaction en cours. `raise plpy.Error(msg)` et `raise plpy.Fatal(msg)` sont équivalents à appeler, respectivement, `plpy.error(msg)` et `plpy.fatal(msg)`, mais la forme `raise` n'autorise pas de passer des arguments par mot clé. Les autres fonctions génèrent uniquement des messages de niveaux de priorité différents. Que les messages d'une priorité particulière soient reportés au client, écrit dans les journaux du serveur ou les deux, cette configuration est contrôlée par les variables `log_min_messages` et `client_min_messages`. Voir le Chapitre 19, Configuration du serveur pour plus

d'informations.

L'argument *msg* est donné en tant qu'argument de position. Pour des raisons de compatibilité descendante, plus d'un argument de position doit être donné. Dans ce cas, la représentation en chaîne de caractères de la ligne des arguments de position devient le message rapporté au client.

Les arguments suivant par mot clé seulement sont acceptés :

```
detail
hint
sqlstate
schema_name
table_name
column_name
datatype_name
constraint_name
```

La représentation en chaîne des objets passés en argument par mot clé seulement est utilisé pour enrichir les messages rapportés au client. Par exemple :

```
CREATE FUNCTION raise_custom_exception() RETURNS void AS $$  
plpy.error("custom exception message",  
          detail="some info about exception",  
          hint="hint for users")  
$$ LANGUAGE plpythonu;  
  
=# SELECT raise_custom_exception();  
ERROR:  plpy.Error: custom exception message  
DETAIL:  some info about exception  
HINT:  hint for users  
CONTEXT:  Traceback (most recent call last):  
    PL/Python function "raise_custom_exception", line 4, in <module>  
        hint="hint for users")  
    PL/Python function "raise_custom_exception"
```

Voici un autre ensemble de fonctions outils : `plpy.quote_literal(string)`, `plpy.quote_nullable(string)` et `plpy.quote_ident(string)`. Elles sont équivalentes aux fonctions internes de mise entre guillemets décrites dans Section 9.4, « Fonctions et opérateurs de chaînes ». Elles sont utiles lors de la construction de requêtes. Un équivalent PL/Python d'une requête SQL dynamique pour Exemple 41.1, « Mettre entre guillemets des valeurs dans des requêtes dynamiques » serait :

```
plpy.execute("UPDATE tbl SET %s = %s WHERE key = %s" % (  
    plpy.quote_ident(colname),  
    plpy.quote_nullable(newvalue),  
    plpy.quote_literal(keyvalue)))
```

44.10. Variables d'environnement

Certaines des variables d'environnement qui sont acceptées par l'interpréteur Python peuvent aussi être utilisées pour modifier le comportement de PL/Python. Elles doivent être configurées dans l'environnement du processus serveur PostgreSQL principal, par exemple dans le script de démarrage. Les variables d'environnement disponibles dépendent de la version de Python ; voir la documentation de Python pour les détails. Au moment de l'écriture de ce chapitre, les variables d'environnement suivantes avaient un comportement sur PL/Python, à condition d'utiliser une version adéquate de Python :

- PYTHONHOME
- PYTHONPATH
- PYTHON2K
- PYTHONOPTIMIZE
- PYTHONDEBUG
- PYTHONVERBOSE
- PYTHONCASEOK
- PYTHONDONTWRITEBYTECODE

- PYTHONIOENCODING
- PYTHONUSERBASE
- PYTHONHASHSEED

(Cela semble être un détail d'implémentation de Python, en dehors du contrôle de PL/Python, qui fait que certaines variables d'environnement listées dans la page man de **python** sont seulement utilisables avec l'interpréteur en ligne de commande et non avec un interpréteur Python embarqué.)

Chapitre 45. Interface de programmation serveur

L'interface de programmation serveur (SPI) donne aux auteurs de fonctions C la capacité de lancer des commandes SQL au sein de leurs fonctions. SPI est une série de fonctions d'interface simplifiant l'accès à l'analyseur, au planificateur et au lanceur. SPI fait aussi de la gestion de mémoire.



Note

Les langages procéduraux disponibles donnent plusieurs moyens de lancer des commandes SQL à partir de procédures. La plupart est basée à partir de SPI. Cette documentation présente donc également un intérêt pour les utilisateurs de ces langages.

Pour assurer la compréhension, nous utiliserons le terme de « fonction » quand nous parlerons de fonctions d'interface SPI et « procédure » pour une fonction C définie par l'utilisateur et utilisant SPI.

Notez que si une commande appelée via SPI échoue, alors le contrôle ne sera pas redonné à votre procédure. Au contraire, la transaction ou sous-transaction dans laquelle est exécutée votre procédure sera annulée. (Ceci pourrait être surprenant étant donné que les fonctions SPI ont pour la plupart des conventions documentées de renvoi d'erreur. Ces conventions s'appliquent seulement pour les erreurs détectées à l'intérieur des fonctions SPI.) Il est possible de récupérer le contrôle après une erreur en établissant votre propre sous-transaction englobant les appels SPI qui pourraient échouer. Ceci n'est actuellement pas documenté parce que les mécanismes requis sont toujours en flux.

Les fonctions SPI renvoient un résultat positif en cas de succès (soit par une valeur de retour entière, soit dans la variable globale `SPI_result` comme décrit ci-dessous). En cas d'erreur, un résultat négatif ou `NULL` sera retourné.

Les fichiers de code source qui utilisent SPI doivent inclure le fichier d'en-tête `executor/spi.h`.

45.1. Fonctions d'interface

Nom

SPI_connect — connecter une procédure au gestionnaire SPI

Synopsis

```
int SPI_connect(void)
```

Description

SPI_connect ouvre une connexion au gestionnaire SPI lors de l'appel d'une procédure. Vous devez appeler cette fonction si vous voulez lancer des commandes au travers du SPI. Certaines fonctions SPI utilitaires peuvent être appelées à partir de procédures non connectées.

Si votre procédure est déjà connectée, SPI_connect retournera le code d'erreur SPI_ERROR_CONNECT. Cela peut arriver si une procédure qui a appelé SPI_connect appelle directement une autre procédure qui appelle SPI_connect. Bien que des appels récursifs au gestionnaire SPI soient permis lorsqu'une commande SQL appelée au travers du SPI invoque une autre fonction qui utilise SPI, les appels directement intégrés à SPI_connect et SPI_finish sont interdits (mais voir SPI_push et SPI_pop).

Valeur de retour

SPI_OK_CONNECT
en cas de succès

SPI_ERROR_CONNECT
en cas d'échec

Nom

SPI_finish — déconnecter une procédure du gestionnaire SPI

Synopsis

```
int SPI_finish(void)
```

Description

SPI_finish ferme une connexion existante au gestionnaire SPI. Vous devez appeler cette fonction après avoir terminé les opérations SPI souhaitées pendant l'invocation courante de votre procédure. Vous n'avez pas à vous préoccuper de ceci, sauf si vous terminez la transaction via elog(ERROR). Dans ce cas, SPI terminera automatiquement.

Si SPI_finish est appelée sans avoir une connexion valable, elle retournera SPI_ERROR_UNCONNECTED. Il n'y a pas de problème fondamental avec cela ; le gestionnaire SPI n'a simplement rien à faire.

Valeur de retour

SPI_OK_FINISH

si déconnectée correctement

SPI_ERROR_UNCONNECTED

si appel à partir d'une procédure non connectée

Nom

SPI_push — pousse la pile SPI pour autoriser une utilisation récursive de SPI

Synopsis

```
void SPI_push(void)
```

Description

SPI_push devrait être appelé avant d'exécuter une autre procédure qui pourrait elle-même souhaiter utiliser SPI. Après SPI_push, SPI n'est plus dans un état « connecté » et les appels de fonction SPI seront rejettés sauf si un nouveau SPI_connect est exécuté. Ceci nous assure une séparation propre entre l'état SPI de votre procédure et celui d'une autre procédure que vous appelez. Après le retour de cette dernière,appelez SPI_pop pour restaurer l'accès à votre propre état SPI.

Notez que SPI_execute et les fonctions relatives font automatiquement l'équivalent de SPI_push avant de repasser le contrôle au moteur d'exécution SQL, donc il n'est pas nécessaire de vous inquiéter de cela lors de l'utilisation de ces fonctions. Vous aurez besoin d'appeler SPI_push et SPI_pop seulement quand vous appelez directement un code arbitraire qui pourrait contenir des appels SPI_connect.

Nom

SPI_pop — récupère la pile SPI pour revenir de l'utilisation récursive de SPI

Synopsis

```
void SPI_pop(void)
```

Description

SPI_pop enlève l'environnement précédent de la pile d'appel SPI. Voir SPI_push.

Nom

`SPI_execute` — exécute une commande

Synopsis

```
int SPI_execute(const char * command, bool read_only, long count)
```

Description

`SPI_exec` lance la commande SQL spécifiée pour `count` lignes. Si `read_only` est `true`, la commande doit être en lecture seule et la surcharge de l'exécution est quelque peu réduite.

Cette fonction ne devrait être appelée qu'à partir d'une procédure connectée.

Si `count` vaut zéro, alors la commande est exécutée pour toutes les lignes auxquelles elle s'applique. Si `count` est supérieur à 0, alors pas plus de `count` lignes seront récupérées. L'exécution s'arrêtera quand le compte est atteint, un peu comme l'ajout d'une clause `LIMIT` à une requête. Par exemple :

```
SPI_execute("SELECT * FROM foo", true, 5);
```

récupérera 5 lignes tout au plus à partir de la table. Notez qu'une telle limite n'est efficace qu'à partir du moment où la requête renvoie des lignes. Par exemple :

```
SPI_execute("INSERT INTO foo SELECT * FROM bar", false, 5);
```

insérera toutes les lignes de bar, en ignorant le paramètre `count`. Cependant, avec

```
SPI_execute("INSERT INTO foo SELECT * FROM bar RETURNING *", false, 5);
```

au plus cinq lignes seront insérées car l'exécution s'arrêtera après la cinquième ligne renvoyée par `RETURNING`.

Vous pourriez passer plusieurs commandes dans une chaîne. `SPI_execute` renvoie le résultat pour la dernière commande exécutée. La limite `count` s'applique à chaque commande séparément (même si seul le dernier résultat sera renvoyé). La limite n'est pas appliquée à toute commande cachée générée par les règles.

Quand `read_only` vaut `false`, `SPI_execute` incrémente le compteur de la commande et calcule une nouvelle *image* avant d'exécuter chaque commande dans la chaîne. L'image n'est pas réellement modifiée si le niveau d'isolation de la transaction en cours est `SERIALIZABLE` ou `REPEATABLE READ` mais, en mode `READ COMMITTED`, la mise à jour de l'image permet à chaque commande de voir les résultats des transactions nouvellement validées à partir des autres sessions. Ceci est essentiel pour un comportement cohérent quand les commandes modifient la base de données.

Quand `read_only` vaut `true`, `SPI_execute` ne met à jour ni l'image ni le compteur de commandes, et il autorise seulement les commandes `SELECT` dans la chaîne des commandes. Elles sont exécutées en utilisant l'image précédemment établie par la requête englobante. Ce mode d'exécution est un peu plus rapide que le mode lecture/écriture à cause de l'élimination de la surcharge par commande. Il autorise aussi directement la construction des fonctions `stable` comme les exécutions successives utiliseront toutes la même image, il n'y aura aucune modification dans les résultats.

Il n'est généralement pas conseillé de mixer les commandes en lecture seule et les commandes en lecture/écriture à l'intérieur d'une seule fonction utilisant SPI ; ceci pourrait causer un comportement portant confusion car les requêtes en mode lecture seule devraient ne pas voir les résultats de toute mise à jour de la base de données effectuées par les requêtes en lecture/écriture.

Le nombre réel de lignes pour lesquelles la (dernière) commande a été lancée est retourné dans la variable globale `SPI_processed`. Si la valeur de retour de la fonction est `SPI_OK_SELECT`, `SPI_OK_INSERT_RETURNING`, `SPI_OK_DELETE_RETURNING` ou `SPI_OK_UPDATE_RETURNING`, alors vous pouvez utiliser le pointeur global `SPItupleTable *SPI_tuptable` pour accéder aux lignes de résultat. Quelques commandes (comme `EXPLAIN`) renvoient aussi des ensembles de lignes et `SPI_tuptable` contiendra aussi le résultat dans ces cas. Certaines commandes utilitaires (`COPY`, `CREATE TABLE AS`) ne renvoient pas un ensemble de lignes, donc `SPI_tuptable` est `NULL`, mais elles renvoient malgré tout le nombre de lignes traitées dans `SPI_processed`.

La structure `SPItupleTable` est définie comme suit :

```
typedef struct
{
    MemoryContext tuptabcxt;      /* contexte mémoire de la table de résultat */
    uint64        alloced;        /* nombre de valeurs allouées */
```

```

    uint64      free;           /* nombre de valeurs libres */
    TupleDesc   tupdesc;       /* descripteur de rangées */
    HeapTuple  *vals;          /* rangées */
} SPITupleTable;

```

vals est un tableau de pointeurs vers des lignes (le nombre d'entrées valables est donné par `SPI_processed`). *tupdesc* est un descripteur de ligne que vous pouvez passer aux fonctions SPI qui traitent des lignes. *tuptabcxt*, *alloced* et *free* sont des champs internes non conçus pour être utilisés par des routines SPI appelantes.

`SPI_finish` libère tous les SPITupleTables allouées pendant la procédure courante. Vous pouvez libérer une table de résultats donnée plus tôt, si vous en avez terminé avec elle, en appelant `SPI_freetuptable`.

Arguments

```

const char * command
    chaîne contenant la commande à exécuter

bool read_only
    true en cas d'exécution en lecture seule

long count
    nombre maximum de lignes à traiter ou 0 pour aucune limite

```

Valeur de retour

Si l'exécution de la commande a réussi, alors l'une des valeurs (positives) suivantes sera renvoyée :

```

SPI_OK_SELECT
    si un SELECT (mais pas SELECT INTO) a été lancé

SPI_OK_SELINTO
    si un SELECT INTO a été lancé

SPI_OK_INSERT
    si un INSERT a été lancé

SPI_OK_DELETE
    si un DELETE a été lancé

SPI_OK_UPDATE
    si un UPDATE a été lancé

SPI_OK_INSERT_RETURNING
    si un INSERT RETURNING a été lancé

SPI_OK_DELETE_RETURNING
    si un DELETE RETURNING a été lancé

SPI_OK_UPDATE_RETURNING
    si un UPDATE RETURNING a été lancé

SPI_OK/utility
    si une commande utilitaire (c'est-à-dire CREATE TABLE) a été lancée

SPI_OK_REWRITTEN
    si la commande a été réécrite dans un autre style de commande (c'est-à-dire que UPDATE devient un INSERT) par une règle.

```

Sur une erreur, l'une des valeurs négatives suivante est renvoyée :

```

SPI_ERROR_ARGUMENT
    si command est NULL ou count est inférieur à 0

SPI_ERROR_COPY
    si COPY TO stdout ou COPY FROM stdin ont été tentés

SPI_ERROR_TRANSACTION
    Si une commande de manipulation de transaction a été tentée (BEGIN, COMMIT, ROLLBACK, SAVEPOINT, PRE-

```

PARE TRANSACTION, COMMIT PREPARED, ROLLBACK PREPARED ou toute variante de ces dernières)

SPI_ERROR_OPUNKNOWN

si le type de commande est inconnu (ce qui ne devrait pas arriver)

SPI_ERROR_UNCONNECTED

si appel à partir d'une procédure non connectée

Notes

Toutes les fonctions d'exécution de requêtes SPI changent à la fois `SPI_processed` et `SPI_tuptable` (juste le pointeur, pas le contenu de la structure). Sauvegardez ces deux variables globales dans des variables locales de procédures si vous voulez accéder à la table des résultats de `SPI_execute` ou d'une fonction d'exécution de requêtes sur plusieurs appels.

Nom

SPI_exec — exécute une commande en lecture/écriture

Synopsis

```
int SPI_exec(const char * command, long count)
```

Description

SPI_exec est identique à SPI_execute, mais le paramètre *read_only* de ce dernier est bloqué sur la valeur `false`.

Arguments

`const char * command`
chaîne contenant la commande à exécuter

`long count`
nombre maximum de lignes à renvoyer ou 0 pour aucune limite

Valeur de retour

Voir SPI_execute.

Nom

SPI_execute_with_args — exécute une commande avec des paramètres hors ligne

Synopsis

```
int SPI_execute_with_args(const char *command,
                           int nargs, Oid *argtypes,
                           Datum *values, const char *nulls,
                           bool read_only, long count)
```

Description

SPI_execute_with_args exécute une commande qui pourrait inclure des références à des paramètres fournis en externe. Le texte de commande fait référence à un paramètre avec \$*n* et l'appel spécifie les types et valeurs des données pour chaque symbole de ce type. *read_only* et *count* ont la même interprétation que dans SPI_execute.

Le principal avantage de cette routine comparé à SPI_execute est que les valeurs de données peuvent être insérées dans la commande sans mise entre guillemets et échappements, et donc avec beaucoup moins de risques d'attaques du type injection SQL.

Des résultats similaires peuvent être réalisés avec SPI_prepare suivi par SPI_execute_plan ; néanmoins, lors de l'utilisation de cette fonction, le plan de requête est toujours personnalisé avec les valeurs de paramètres spécifiques fournies. Pour une exécution simple, cette fonction doit être préférée. Si la même commande doit être exécutée avec plusieurs paramètres différents, chaque méthode peut être la plus rapide, le coût de la planification pouvant contre-balancer les bénéfices des plans personnalisés.

Arguments

```
const char * command
    chaîne de commande

int nargs
    nombre de paramètres en entrée ($1, $2, etc.)

Oid * argtypes
    un tableau de longueur nargs, contenant les OID des types de données des paramètres

Datum * values
    un tableau de longueur nargs, containing des valeurs réelles des paramètres

const char * nulls
    un tableau décrivant les paramètres NULL

Si nulls vaut NULL, alors SPI_execute_with_args suppose qu'aucun paramètre n'est NULL. Dans le cas contraire, chaque entrée du tableau nulls doit valoir ' ' si le paramètre correspondant est non NULL et 'n' si le paramètre correspondant est NULL (dans ce dernier cas, la valeur réelle de l'entrée values correspondante n'a pas d'importance). Notez que nulls n'est pas une chaîne de texte. C'est un tableau et, de ce fait, il n'a pas besoin d'un caractère de fin '\0'.

bool read_only
    true pour les exécutions en lecture seule

long count
    nombre maximum de lignes à renvoyer ou 0 pour aucune limite
```

Valeur de retour

La valeur de retour est identique à celle de SPI_execute.

SPI_processed et SPI_tuptable sont configurés comme dans SPI_execute en cas de succès.

Nom

`SPI_prepare` — prépare une instruction sans l'exécuter tout de suite

Synopsis

```
SPIPlanStr SPI_prepare(const char * command, int nargs, Oid * argtypes)
```

Description

`SPI_prepare` crée et retourne une requête préparée pour la commande spécifiée mais ne lance pas la commande. La requête préparée peut être appelée plusieurs fois en utilisant `SPI_execute_plan`.

Lorsque la même commande ou une commande semblable doit être lancée à plusieurs reprises, il est généralement avantageux de réaliser une analyse du plan d'exécution une fois et de ré-utiliser le plan d'exécution pour la commande. `SPI_prepare` convertit une chaîne de commande en une requête préparée qui encapsule le résultat de l'analyse du plan. La requête préparée fournit aussi une place pour mettre en cache un plan d'exécution s'il s'avère que la génération d'un plan personnalisé pour chaque exécution n'est pas utile.

Une commande préparée peut être généralisée en utilisant les paramètres (\$1, \$2, etc.) en lieu et place de ce qui serait des constantes dans une commande normale. Les valeurs actuelles des paramètres sont alors spécifiées lorsque `SPI_executeplan` est appelée. Ceci permet à la commande préparée d'être utilisée sur une plage plus grande de situations que cela ne serait possible sans paramètres.

La requête renvoyée par `SPI_prepare` ne peut être utilisé que dans l'invocation courante de la procédure puisque `SPI_finish` libère la mémoire allouée pour la requête. Mais l'instruction peut être sauvegardée plus longtemps par l'utilisation des fonctions `SPI_keepplan` ou `SPI_saveplan`.

Arguments

```
const char * command  
chaîne contenant la commande à planifier  
  
int nargs  
nombre de paramètres d'entrée ($1, $2, etc.)  
  
Oid * argtypes  
pointeur vers un tableau contenant les OID des types de données des paramètres
```

Valeurs de retour

`SPI_prepare` retourne un pointeur non nul vers un plan d'exécution. En cas d'erreur, NULL sera retourné et `SPI_result` sera positionnée à un des mêmes codes d'erreur utilisés par `SPI_execute` sauf qu'il est positionné à `SPI_ERROR_ARGUMENT` si `command` est NULL ou si `nargs` est inférieur à 0 ou si `nargs` est supérieur à 0 et `typesargs` est NULL.

Notes

Si aucun paramètre n'est défini, un plan générique sera créé lors de la première utilisation de `SPI_execute_plan`, et utilisé aussi pour toutes les exécutions suivantes. Si des paramètres sont fournis, les premières utilisations de `SPI_execute_plan` généreront des plans personnalisés qui sont spécifiques aux valeurs fournies pour les paramètres. Après suffisamment d'utilisation de la même requête préparée, `SPI_execute_plan` construira un plan générique et, si ce n'est pas beaucoup plus coûteux que les plans personnalisés, cette fonction commencera à utiliser le plan générique au lieu de re-planifier à chaque fois. Si le comportement par défaut n'est pas tenable, vous pouvez le modifier en passant le drapeau `CURSOR_OPT_GENERIC_PLAN` ou `CURSOR_OPT_CUSTOM_PLAN` à `SPI_prepare_cursor` pour forcer l'utilisation, respectivement, de plans génériques ou personnalisés.

Bien que le but principal d'une requête préparée est dévier les étapes d'analyser et de planification d'une requête, PostgreSQL™ forcera l'analyse et la planification de la requête avant de l'utiliser quand les objets de la base utilisés dans la requête ont subi des changements de définition (à partir de requêtes DDL) depuis la dernière utilisation de la requête préparée. De plus, si la valeur de `search_path` change d'une exécution à une autre, la requête sera de nouveau planifiée en utilisant le nouveau `search_path` (ce dernier comportement est une nouveauté de la version 9.3 de PostgreSQL™). Voir `PREPARE(7)` pour plus d'informations sur le comportement des requêtes préparées.

Cette fonction doit seulement être appelée à partir d'une procédure connectée.

SPIPlanPtr est déclaré comme un pointeur vers un type de structure opaque dans `spi.h`. Il est déconseillé d'essayer d'accéder à son contenu directement car cela rend votre code plus fragile aux futures versions de PostgreSQL™.

Le nom SPIPlanPtr est historique principalement car la structure des données ne contient plus nécessairement un plan d'exécution.

Nom

SPI_prepare_cursor — prépare une requête, sans l'exécuter pour l'instant

Synopsis

```
SPIPlanPtr SPI_prepare_cursor(const char * command, int nargs, Oid * argtypes, int cursorOptions)
```

Description

SPI_prepare_cursor est identique à SPI_prepare, sauf qu'il permet aussi la spécification du paramètre des « options du curseur » du planificateur. Il s'agit d'un champ de bits dont les valeurs sont indiquées dans nodes/parsenodes.h pour le champ *options* de DeclareCursorStmt. SPI_prepare utilise zéro pour les options du curseur.

Arguments

```
const char * command  
chaîne commande  
int nargs  
nombre de paramètres en entrée ($1, $2, etc.)  
Oid * argtypes  
pointeur vers un tableau contenant l'OID des types de données des paramètres  
int cursorOptions  
champ de bits précisant les options du curseur ; zéro est le comportement par défaut
```

Valeur de retour

SPI_prepare_cursor a les mêmes conventions pour la valeur de retour que SPI_prepare.

Notes

Les bits utiles pour *cursorOptions* incluent CURSOR_OPT_NO_SCROLL, CURSOR_OPT_FAST_PLAN, CURSOR_OPT_GENERIC_PLAN et CURSOR_OPT_CUSTOM_PLAN. Notez en particulier que CURSOR_OPT_HOLD est ignoré.

Nom

SPI_prepare_params — prépare une requête, mais sans l'exécuter

Synopsis

```
SPIPlanPtr SPI_prepare_params(const char * command,
                               ParserSetupHook parserSetup,
                               void * parserSetupArg,
                               int cursorOptions)
```

Description

SPI_prepare_params crée et renvoie une requête préparée pour la commande indiquée mais n'exécute pas la commande. Cette fonction est équivalente à SPI_prepare_cursor avec en plus le fait que l'appelant peut indiquer des fonctions pour contrôler l'analyse de références de paramètres externes.

Arguments

```
const char * command
    chaîne correspondant à la commande

ParserSetupHook parserSetup
    fonction de configuration de l'analyseur

void * parserSetupArg
    argument passé à parserSetup

int cursorOptions
    masque de bits des options du curseur, sous la forme d'un entier ; zéro indique le comportement par défaut
```

Code de retour

SPI_prepare_params a les mêmes conventions de retour que SPI_prepare.

Nom

SPI_getargcount — renvoie le nombre d'arguments nécessaire à une requête par SPI_prepare

Synopsis

```
int SPI_getargcount(SPIPlanPtr plan)
```

Description

SPI_getargcount renvoie le nombre d'arguments nécessaires pour exécuter une requête préparée par SPI_prepare.

Arguments

SPIPlanPtr *plan*
requête préparée (renvoyée par SPI_prepare)

Code de retour

Le nombre d'arguments attendus par le *plan*. Si *plan* est NULL ou invalide, SPI_result est initialisé à SPI_ERROR_ARGUMENT et -1 est renvoyé.

Nom

`SPI_getargtypeid` — renvoie l'OID du type de données pour un argument de la requête préparée par `SPI_prepare`

Synopsis

```
Oid SPI_getargtypeid(SPIPlanPtr plan, int argIndex)
```

Description

`SPI_getargtypeid` renvoie l'OID représentant le type pour le `argIndex`-ième argument d'une requête préparée par `SPI_prepare`. Le premier argument se trouve à l'index zéro.

Arguments

`SPIPlanPtr plan`

requête préparée (renvoyée par `SPI_prepare`)

`int argIndex`

index de l'argument (à partir de zéro)

Code de retour

L'OID du type de l'argument à l'index donné. Si le `plan` est NULL ou invalide, ou `argIndex` inférieur à 0 ou pas moins que le nombre d'arguments déclaré pour le `plan`, `SPI_result` est initialisé à `SPI_ERROR_ARGUMENT` et `InvalidOid` est renvoyé.

Nom

SPI_is_cursor_plan — renvoie true si la requête préparée par SPI_prepare peut être utilisé avec SPI_cursor_open

Synopsis

```
bool SPI_is_cursor_plan(SPIPlanPtr plan)
```

Description

SPI_is_cursor_plan renvoie true si une requête préparée par SPI_prepare peut être passé comme un argument à SPI_cursor_open ou false si ce n'est pas le cas. Les critères sont que le *plan* représente une seule commande et que cette commande renvoie des lignes à l'appelant ; par exemple, **SELECT** est autorisé sauf s'il contient une clause **INTO** et **UPDATE** est autorisé seulement s'il contient un **RETURNING**

Arguments

SPIPlanPtr *plan*
requête préparée (renvoyée par SPI_prepare)

Valeur de retour

true ou false pour indiquer si *plan* peut produire un curseur ou non, avec SPI_result initialisé à zéro. S'il nest pas possible de déterminer la réponse (par exemple, si le *plan* vaut NULL ou est invalide, ou s'il est appelé en étant déconnecté de SPI), alors SPI_result est configuré avec un code d'erreur convenable et false est renvoyé.

Nom

SPI_execute_plan — exécute une requête préparée par SPI_prepare

Synopsis

```
int SPI_execute_plan(SPIPlanPtr plan, Datum * values, const char * nulls, bool  
read_only, long count)
```

Description

SPI_execute_plan exécute une requête préparée par SPI_prepare ou une fonction du même type. *read_only* et *count* ont la même interprétation que dans SPI_execute.

Arguments

SPIPlanPtr *plan*

requête préparée (retournée par SPI_prepare)

Datum **values*

Un tableau des vraies valeurs des paramètres. Doit avoir la même longueur que le nombre d'arguments de la requête.

const char * *nulls*

Un tableau décrivant les paramètres nuls. Doit avoir la même longueur que le nombre d'arguments de la requête.

Si *nulls* vaut NULL, alors SPI_execute_plan suppose qu'aucun paramètre n'est NULL. Dans le cas contraire, chaque entrée du tableau *nulls* doit valoir ' ' si le paramètre correspondant est non NULL et '\n' si le paramètre correspondant est NULL (dans ce dernier cas, la valeur réelle de l'entrée *values* correspondante n'a pas d'importance). Notez que *nulls* n'est pas une chaîne de texte. C'est un tableau et, de ce fait, il n'a pas besoin d'un caractère de fin '\0'.

bool *read_only*

true pour une exécution en lecture seule

long *count*

nombre maximum de lignes à renvoyer ou 0 pour aucune ligne à renvoyer

Valeur de retour

La valeur de retour est la même que pour SPI_execute avec les résultats d'erreurs (négatif) possibles :

SPI_ERROR_ARGUMENT

si *plan* est NULL ou invalide ou *count* est inférieur à 0

SPI_ERROR_PARAM

si *values* est NULL et *plan* est préparé avec des paramètres

SPI_processed et SPI_tuptable sont positionnés comme dans SPI_execute en cas de réussite.

Nom

SPI_execute_plan_with_paramlist — exécute une requête préparée par SPI_prepare

Synopsis

```
int SPI_execute_plan_with_paramlist(SPIPlanPtr plan,
                                     ParamListInfo params,
                                     bool read_only,
                                     long count)
```

Description

SPI_execute_plan_with_paramlist exécute une requête préparée par SPI_prepare. Cette fonction est l'équivalent de SPI_execute_plan, sauf que les informations sur les valeurs des paramètres à passer à la requête sont présentées différemment. La représentation ParamListInfo peut être utilisée pour passer des valeurs qui sont déjà disponibles dans ce format. Elle supporte aussi l'utilisation d'ensemble de paramètres dynamiques indiqués via des fonctions dans ParamListInfo.

Arguments

SPIPlanPtr *plan*
requête préparée (renvoyée par SPI_prepare)

ParamListInfo *params*
structure de données contenant les types et valeurs de paramètres ; NULL si aucune structure

bool *read_only*
true pour une exécution en lecture seule

long *count*
nombre maximum de lignes à renvoyer ou 0 pour aucune ligne à renvoyer

Code de retour

La valeur de retour est identique à celle de SPI_execute_plan.

SPI_processed et SPI_tuptable sont initialisés de la même façon que pour SPI_execute_plan en cas de réussite.

Nom

SPI_execp — exécute une requête en mode lecture/écriture

Synopsis

```
int SPI_execp(SPIPlanPtr plan, Datum * values, const char * nulls, long count)
```

Description

SPI_execp est identique à SPI_execute_plan mais le paramètre *read_only* de ce dernier vaut toujours false.

Arguments

SPIPlanPtr *plan*

requête préparée (renvoyée par SPI_prepare)

Datum * *values*

Un tableau des vraies valeurs de paramètre. Doit avoir la même longueur que le nombre d'arguments de la requête.

const char * *nulls*

Un tableau décrivant les paramètres NULL. Doit avoir la même longueur que le nombre d'arguments de la requête.

Si *nulls* vaut NULL, alors SPI_executep suppose qu'aucun paramètre n'est NULL. Dans le cas contraire, chaque entrée du tableau *nulls* doit valoir ' ' si le paramètre correspondant est non NULL et 'n' si le paramètre correspondant est NULL (dans ce dernier cas, la valeur réelle de l'entrée *values* correspondante n'a pas d'importance). Notez que *nulls* n'est pas une chaîne de texte. C'est un tableau et, de ce fait, il n'a pas besoin d'un caractère de fin '\0'.

long *count*

nombre maximum de lignes à renvoyer ou 0 pour aucune ligne à renvoyer

Valeur de retour

Voir SPI_execute_plan.

SPI_processed et SPI_tuptable sont initialisées comme dans SPI_execute en cas de succès.

Nom

SPI_cursor_open — met en place un curseur en utilisant une requête créée avec SPI_prepare

Synopsis

```
Portal SPI_cursor_open(const char * name, SPIPlanPtr plan,
Datum * values, const char * nulls,
bool read_only)
```

Description

SPI_cursor_open met en place un curseur (en interne, un portail) qui lancera une requête préparée par SPI_prepare. Les paramètres ont la même signification que les paramètres correspondant à SPI_execute_plan.

Utiliser un curseur au lieu de lancer une requête directement a deux avantages. Premièrement, les lignes de résultats peuvent être récupérées un certain nombre à la fois, évitant la saturation de mémoire pour les requêtes qui retournent trop de lignes. Deuxièmement, un portail peut survivre à la procédure courante (elle peut, en fait, vivre jusqu'à la fin de la transaction courante). Renvoyer le nom du portail à l'appelant de la procédure donne un moyen de retourner une série de ligne en tant que résultat.

Les données passées seront copiées dans le portail du curseur, donc il peut être libéré alors que le curseur existe toujours.

Arguments

const char * name

nom pour le portail ou NULL pour laisser le système choisir un nom

SPIPlanPtr plan

requête préparée (retournée par SPI_prepare)

Datum * values

Un tableau des valeurs de paramètres actuelles. Doit avoir la même longueur que le nombre d'arguments de la requête.

const char *nulls

Un tableau décrivant quels paramètres sont NULL. Doit avoir la même longueur que le nombre d'arguments de la requête.

Si nulls vaut NULL, alors SPI_cursor_open suppose qu'aucun paramètre n'est NULL. Dans le cas contraire, chaque entrée du tableau nulls doit valoir ' ' si le paramètre correspondant est non NULL et 'n' si le paramètre correspondant est NULL (dans ce dernier cas, la valeur réelle de l'entrée values correspondante n'a pas d'importance). Notez que nulls n'est pas une chaîne de texte. C'est un tableau et, de ce fait, il n'a pas besoin d'un caractère de fin '\0'.

bool read_only

true pour les exécutions en lecture seule

Valeur de retour

Pointeur vers le portail contenant le curseur. Notez qu'il n'y a pas de convention pour le renvoi d'une erreur ; toute erreur sera rapportée via elog.

Nom

SPI_cursor_open_with_args — ouvre un curseur en utilisant une requête et des paramètres

Synopsis

```
Portal SPI_cursor_open_with_args(const char *name,
                                  const char *command,
                                  int nargs, Oid *argtypes,
                                  Datum *values, const char *nulls,
                                  bool read_only, int cursorOptions)
```

Description

SPI_cursor_open_with_args initialise un curseur (en interne, un portail) qui exécutera la requête spécifié. La plupart des paramètres ont la même signification que les paramètres correspondant de SPI_prepare_cursor et SPI_cursor_open.

Pour une exécution seule, cette fonction sera préférée à SPI_prepare_cursor suivie de SPI_cursor_open. Si la même commande doit être exécutée avec plusieurs paramètres différents, il n'y a pas de différences sur les deux méthodes, la replanification a un coût mais bénéficie de plans personnalisés.

Les données passées seront copiées dans le portail du curseur, donc elles seront libérées alors que le curseur existe toujours.

Arguments

```
const char * name
    nom du portail, ou NULL pour que le système sélectionne un nom de lui-même

const char * command
    chaîne de commande

int nargs
    nombre de paramètres en entrée ($1, $2, etc.)

Oid * argtypes
    un tableau de longueur nargs, contenant les OID des types de données des paramètres

Datum * values
    un tableau de longueur nargs, containing des valeurs actuelles des paramètres

const char * nulls
    un tableau de longueur nargs, décrivant les paramètres NULL

Si nulls vaut NULL, alors SPI_cursor_open_with_args suppose qu'aucun paramètre n'est NULL. Dans le cas contraire, chaque entrée du tableau nulls doit valoir ' ' si le paramètre correspondant est non NULL et 'n' si le paramètre correspondant est NULL (dans ce dernier cas, la valeur réelle de l'entrée values correspondante n'a pas d'importance). Notez que nulls n'est pas une chaîne de texte. C'est un tableau et, de ce fait, il n'a pas besoin d'un caractère de fin '\0'.

bool read_only
    true pour une exécution en lecture seule

int cursorOptions
    masque de bits des options du curseur : zéro cause le comportement par défaut
```

Valeur de retour

Pointeur du portail contenant le curseur. Notez qu'il n'y a pas de convention pour le renvoi des erreurs ; toute erreur sera rapportée par elog.

Nom

SPI_cursor_open_with_paramlist — ouvre un curseur en utilisant les paramètres

Synopsis

```
Portal SPI_cursor_open_with_paramlist(const char *name,
                                       SPIPlanPtr plan,
                                       ParamListInfo params,
                                       bool read_only)
```

Description

SPI_cursor_open_with_paramlist prépare un curseur (en interne un portail), qui exécutera une requête préparée par SPI_prepare. Cette fonction est équivalente à SPI_cursor_open sauf que les informations sur les valeurs des paramètres passées à la requête sont présentées différemment. La représentation de ParamListInfo peut être utile pour fournir des valeurs déjà disponibles dans ce format. Elle supporte aussi l'utilisation d'ensemble de paramètres dynamiques via des fonctions spécifiées dans ParamListInfo.

Les données passées en paramètre seront copiées dans le portail du curseur et peuvent donc être libérées alors que le curseur existe toujours.

Arguments

```
const char * name
    nom d'un portail ou NULL pour que le système en choisisse un lui-même

SPIPlanPtr plan
    requête préparée (renvoyée par SPI_prepare)

ParamListInfo params
    structure de données contenant les types et valeurs de paramètres ; NULL sinon

bool read_only
    true pour une exécution en lecture seule
```

Valeur de retour

Pointeur vers le portail contenant le curseur. Notez qu'il n'existe pas de convention pour le retour d'erreur ; toute erreur sera renvoyée via elog.

Nom

SPI_cursor_find — recherche un curseur existant par nom

Synopsis

```
Portal SPI_cursor_find(const char * name)
```

Description

SPI_cursor_find recherche un portail par nom. Ceci est principalement utile pour résoudre un nom de curseur renvoyé en tant que texte par une autre fonction.

Arguments

const char * <i>name</i>
nom du portail

Valeur de retour

Pointeur vers le portail portant le nom spécifié ou NULL si aucun n'a été trouvé

Nom

SPI_cursor_fetch — extrait des lignes à partir d'un curseur

Synopsis

```
void SPI_cursor_fetch(Portal portal, bool forward, long count)
```

Description

SPI_cursor_fetch extrait des lignes à partir d'un curseur. Ceci est équivalent à un sous-ensemble de la commande SQL **FETCH** (voir SPI_scroll_cursor_fetch pour plus de détails).

Arguments

Portal portal

portail contenant le curseur

bool forward

vrai pour une extraction en avant, faux pour une extraction en arrière

long count

nombre maximum de lignes à récupérer

Valeur de retour

SPI_processed et SPI_tuptable sont positionnés comme dans SPI_execute en cas de réussite.

Notes

Récupérer en sens inverse pourrait échouer si le plan du curseur n'était pas créé avec l'option CURSOR_OPT_SCROLL.

Nom

SPI_cursor_move — déplace un curseur

Synopsis

```
void SPI_cursor_move(Portal portal, bool forward, long count)
```

Description

SPI_cursor_move saute un certain nombre de lignes dans un curseur. Ceci est équivalent à un sous-ensemble de la commande SQL **MOVE** (voir SPI_scroll_cursor_move pour plus de détails).

Arguments

Portal portal

portail contenant le curseur

bool forward

vrai pour un saut en avant, faux pour un saut en arrière

long count

nombre maximum de lignes à déplacer

Notes

Se déplacer en sens inverse pourrait échouer si le plan du curseur n'a pas été créé avec l'option CURSOR_OPT_SCROLL option.

Nom

SPI_scroll_cursor_fetch — récupère quelques lignes à partir d'un curseur

Synopsis

```
void SPI_scroll_cursor_fetch(Portal portal, FetchDirection direction, long count)
```

Description

SPI_scroll_cursor_fetch récupère quelques lignes à partir d'un curseur. C'est équivalent à la commande SQL **FETCH**.

Arguments

Portal *portal*

portail contenant le curseur

FetchDirection *direction*

un parmi FETCH_FORWARD, FETCH_BACKWARD, FETCH_ABSOLUTE ou FETCH_RELATIVE

long *count*

nombre de lignes à récupérer pour FETCH_FORWARD ou FETCH_BACKWARD ; nombre de lignes absolu à récupérer pour FETCH_ABSOLUTE ; ou nombre de lignes relatif à récupérer pour FETCH_RELATIVE

Valeur de retour

SPI_processed et SPI_tuptable sont configurés comme SPI_execute en cas de succès.

Notes

Voir la commande SQL **FETCH(7)** pour des détails sur l'interprétation des paramètres *direction* et *count*.

Les valeurs de direction autres que FETCH_FORWARD peuvent échouer si le plan du curseur n'a pas été créé avec l'option CURSOR_OPT_SCROLL.

Nom

SPI_scroll_cursor_move — déplacer un curseur

Synopsis

```
void SPI_scroll_cursor_move(Portal portal, FetchDirection direction, long count)
```

Description

SPI_scroll_cursor_move ignore un certain nombre de lignes dans un curseur. C'est l'équivalent de la commande SQL **MOVE**.

Arguments

Portal *portal*

portail contenant le curseur

FetchDirection *direction*

un parmi FETCH_FORWARD, FETCH_BACKWARD, FETCH_ABSOLUTE et FETCH_RELATIVE

long *count*

nombre de lignes à déplacer pour FETCH_FORWARD ou FETCH_BACKWARD ; nombre de lignes absolu à déplacer pour FETCH_ABSOLUTE ; ou nombre de lignes relatif à déplacer pour FETCH_RELATIVE

Valeur de retour

SPI_processed est configuré comme SPI_execute en cas de succès. SPI_tuptable est configuré à NULL car aucune ligne n'est renvoyée par cette fonction.

Notes

Voir la commande SQL FETCH(7) pour des détails sur l'interprétation des paramètres *direction* et *count*.

Les valeurs de direction autres que FETCH_FORWARD peuvent échouer si le plan du curseur n'a pas été créé avec l'option CURSOR_OPT_SCROLL.

Nom

SPI_cursor_close — ferme un curseur

Synopsis

```
void SPI_cursor_close(Portal portal)
```

Description

SPI_cursor_close ferme un curseur créé précédemment et libère la mémoire du portail.

Tous les curseurs ouverts sont fermés automatiquement à la fin de la transaction. SPI_cursor_close n'a besoin d'être invoqué que s'il est désirable de libérer les ressources plus tôt.

Arguments

Portal portal
portail contenant le curseur

Nom

SPI_keepplan — sauvegarde une instruction préparée

Synopsis

```
int SPI_keepplan(SPIPlanPtr plan)
```

Description

SPI_keepplan sauvegarde une instruction passée (préparée par SPI_prepare) pour qu'elle ne soit pas libérée par SPI_finish ou par le gestionnaire des transactions. Cela vous donne la possibilité de ré-utiliser les instructions préparées dans les prochains appels à votre procédure dans la session courante.

Arguments

SPIPlanPtr *plan*
l'instruction préparée à sauvegarder

Valeur de retour

0 en cas de succès ; SPI_ERROR_ARGUMENT si *plan* vaut NULL ou est invalide

Notes

L'instruction passée est relocalisée dans un stockage permanent par l'ajustement de pointeur (pas de copie de données requise). Si vous souhaitez la supprimer plus tard, utilisez SPI_freeplan.

Nom

SPI_saveplan — sauvegarde une requête préparée

Synopsis

```
SPIPlanPtr SPI_saveplan(SPIPlanPtr plan)
```

Description

SPI_saveplan copie une instruction passée (préparée par SPI_prepare) en mémoire qui ne serait pas libérée par SPI_finish ou par le gestionnaire de transactions, et renvoie un pointeur vers l'instruction copiée. Cela vous donne la possibilité de réutiliser des instructions préparées dans les appels suivants de votre procédure dans la session courante.

Arguments

SPIPlanPtr *plan*
la requête préparée à sauvegarder

Valeur de retour

Pointeur vers la requête copiée ; NULL en cas d'échec. En cas d'erreur, SPI_result est positionnée comme suit :

SPI_ERROR_ARGUMENT
si *plan* est NULL ou invalide
SPI_ERROR_UNCONNECTED
si appelé d'une procédure non connectée

Notes

La requête passée n'est pas libérée, donc vous pouvez souhaiter exécuter SPI_freeplan sur ce dernier pour éviter des pertes mémoire jusqu'à SPI_finish.

Dans la plupart des cas, SPI_keepplan est préférée à cette fonction car elle accomplit largement le même résultat sans avoir besoin de copier physiquement la structure de données des instructions préparées.

45.2. Fonctions de support d'interface

Les fonctions décrites ici donnent une interface pour extraire les informations des séries de résultats renvoyés par SPI_execute et les autres fonctions SPI.

Toutes les fonctions décrites dans cette section peuvent être utilisées par toutes les procédures, connectées et non connectées.

Nom

SPI_fname — détermine le nom de colonne pour le numéro de colonne spécifié

Synopsis

```
char * SPI_fname(TupleDesc rowdesc, int colnumber)
```

Description

SPI_fname retourne une copie du nom de colonne d'une colonne spécifiée (vous pouvez utiliser `pfree` pour libérer la copie du nom lorsque vous n'en avez plus besoin).

Arguments

`TupleDesc rowdesc`
description de rangée d'entrée

`int colnumber`
nombre de colonne (le compte commence à 1)

Valeur de retour

Le nom de colonne ; NULL si `colnumber` est hors de portée. SPI_result est positionnée à SPI_ERROR_NOATTRIBUTE en cas d'échec.

Nom

SPI_fnumber — détermine le numéro de colonne pour le nom de colonne spécifiée

Synopsis

```
int SPI_fnumber(TupleDesc rowdesc, const char * colname)
```

Description

SPI_fnumber renvoie le numéro de colonne pour la colonne portant le nom spécifié.

Si *colname* référence à une colonne système (c'est-à-dire *oid*), alors le numéro de colonne négatif approprié sera renvoyé. L'appelant devra faire attention à tester la valeur de retour pour égalité exacte à SPI_ERROR_NOATTRIBUTE pour détecter une erreur ; tester le résultat pour une valeur inférieure ou égale à 0 n'est pas correcte sauf si les colonnes systèmes doivent être rejetées.

Arguments

TupleDesc rowdesc
description de la rangée d'entrée

*const char * colname*
nom de colonne

Valeur de retour

Numéro de colonne (le compte commence à 1) ou SPI_ERROR_NOATTRIBUTE si la colonne nommée n'est trouvée.

Nom

SPI_getvalue — renvoie la valeur de chaîne de la colonne spécifiée

Synopsis

```
char * SPI_getvalue(HeapTuple row, TupleDesc rowdesc, int colnumber)
```

Description

SPI_getvalue retourne la représentation chaîne de la valeur de la colonne spécifiée.

Le résultat est retourné en mémoire allouée en utilisant `palloc` (vous pouvez utiliser `pfree` pour libérer la mémoire lorsque vous n'en avez plus besoin).

Arguments

HeapTuple *row*
ligne d'entrée à examiner

TupleDesc *rowdesc*
description de la ligne en entrée

int *colnumber*
numéro de colonne (le compte commence à 1)

Valeur de retour

Valeur de colonne ou NULL si la colonne est NULL, si *colnumber* est hors de portée (SPI_result est positionnée à SPI_ERROR_NOATTRIBUTE) ou si aucune fonction de sortie n'est disponible (SPI_result est positionnée à SPI_ERROR_NOOUTFUNC).

Nom

SPI_getbinval — retourne la valeur binaire de la colonne spécifiée

Synopsis

```
Datum SPI_getbinval(HeapTuple row, TupleDesc rowdesc, int colnumber, bool * isNULL)
```

Description

SPI_getbinval retourne la valeur de la colonne spécifiée dans le format interne (en tant que type Datum).

Cette fonction n'alloue pas de nouvel espace pour le datum. Dans le cas d'un type de données passé par référence, la valeur de retour sera un pointeur dans la ligne passée.

Arguments

HeapTuple *row*
ligne d'entrée à examiner

TupleDesc *rowdesc*
description de la ligne d'entrée

int *colnumber*
numéro de colonne (le compte commence à 1)

bool * *isNULL*
indique une valeur NULL dans la colonne

Valeur de retour

La valeur binaire de la colonne est retournée. La variable vers laquelle pointe *isNULL* est positionnée à vrai si la colonne est NULL et sinon à faux.

SPI_result est positionnée à SPI_ERROR_NOATTRIBUTE en cas d'erreur.

Nom

SPI_gettype — retourne le nom du type de donnée de la colonne spécifiée

Synopsis

```
char * SPI_gettype(TupleDesc rowdesc, int colnumber)
```

Description

SPI_gettype retourne une copie du nom du type de donnée de la colonne spécifiée (vous pouvez utiliser `pfree` pour libérer la copie du nom lorsque vous n'en avez plus besoin).

Arguments

`TupleDesc rowdesc`
description de ligne d'entrée

`int colnumber`
numéro de colonne (le compte commence à 1)

Valeur de retour

Le nom de type de donnée de la colonne spécifiée ou `NULL` en cas d'erreur. `SPI_result` est positionnée à `SPI_ERROR_NOATTRIBUTE` en cas d'erreur.

Nom

SPI_gettypeid — retourne l'OID de type de donnée de la colonne spécifiée

Synopsis

```
Oid SPI_gettypeid(TupleDesc rowdesc, int colnumber)
```

Description

SPI_gettypeid retourne l'OID du type de donnée de la colonne spécifiée.

Arguments

TupleDesc rowdesc

description de ligne d'entrée

int colnumber

numéro de colonne (le compte commence à 1)

Valeur de retour

L'OID du type de donnée de la colonne spécifiée ou InvalidOid en cas d'erreur. En cas d'erreur, SPI_result est positionnée à SPI_ERROR_NOATTRIBUTE.

Nom

SPI_getrelname — retourne le nom de la relation spécifiée

Synopsis

```
char * SPI_getrelname(Relation rel)
```

Description

SPI_getrelname retourne une copie du nom de la relation spécifiée (vous pouvez utiliser `pfree` pour libérer la copie du nom lorsque vous n'en avez plus besoin).

Arguments

`Relation rel`
relation d'entrée

Valeur de retour

Le nom de la relation spécifiée.

Nom

SPI_getnspname — renvoie l'espace de noms de la relation spécifiée

Synopsis

```
char * SPI_getnspname(Relation rel)
```

Description

SPI_getnspname renvoie une copie du nom de l'espace de nom auquel appartient la Relation spécifiée. Ceci est équivalent au schéma de la relation. Vous devriez libérer (`pfree`) la valeur de retour de cette fonction lorsque vous en avez fini avec elle.

Arguments

Relation *rel*
relation en entrée

Valeur de retour

Le nom de l'espace de noms de la relation spécifiée.

45.3. Gestion de la mémoire

PostgreSQL™ alloue de la mémoire dans des *contextes mémoire* qui donnent une méthode pratique pour gérer les allocations faites dans plusieurs endroits qui ont besoin de vivre pour des durées différentes. Détruire un contexte libère toute la mémoire qui y était allouée. Donc, il n'est pas nécessaire de garder la trace des objets individuels pour éviter les fuites de mémoire ; à la place, seul un petit nombre de contextes doivent être gérés. `malloc` et les fonctions liées allouent de la mémoire du contexte « courant ».

`SPI_connect` crée un nouveau contexte mémoire et le rend courant. `SPI_finish` restaure le contexte mémoire précédent et détruit le contexte créé par `SPI_connect`. Ces actions garantissent que les allocations temporaires de mémoire faites dans votre procédure soient réclamées lors de la sortie de la procédure, évitant les fuites de mémoire.

En revanche, si votre procédure a besoin de renvoyer un objet dans de la mémoire allouée (tel que la valeur d'un type de donné passé par référence), vous ne pouvez pas allouer cette mémoire en utilisant `malloc`, au moins pas tant que vous êtes connecté à SPI. Si vous essayez, l'objet sera désalloué par `SPI_finish` et votre procédure ne fonctionnera pas de manière fiable. Pour résoudre ce problème, utilisez `SPI_malloc` pour allouer de la mémoire pour votre objet de retour. `SPI_malloc` alloue de la mémoire dans le « contexte de mémoire courant », c'est-à-dire le contexte de mémoire qui était courant lorsque `SPI_connect` a été appelée, ce qui est précisément le bon contexte pour une valeur renvoyée à partir de votre procédure.

Si `SPI_malloc` est appelé pendant que la procédure n'est pas connectée à SPI, alors il agit de la même manière qu'un `malloc` normal. Avant qu'une procédure ne se connecte au gestionnaire SPI, toutes les allocations faites par la procédure via `malloc` ou par une fonction utilitaire SPI sont faites dans le contexte de mémoire courant.

Quand `SPI_connect` est appelée, le contexte privé de la procédure, qui est créée par `SPI_connect`, est nommé le contexte courant. Toute allocation faite par `malloc`, `repalloc` ou une fonction utilitaire SPI (à part pour `SPI_copytuple`, `SPI_returntuple`, `SPI_modifytuple`, et `SPI_malloc`) sont faites dans ce contexte. Quand une procédure se déconnecte du gestionnaire SPI (via `SPI_finish`), le contexte courant est restauré au contexte de mémoire courant et toutes les allocations faites dans le contexte de mémoire de la procédure sont libérées et ne peuvent plus être utilisées.

Toutes les fonctions couvertes dans cette section peuvent être utilisées par des procédures connectées comme non connectées. Dans une procédure non connectée, elles agissent de la même façon que les fonctions serveur sous-jacentes (`malloc`, etc.).

Nom

SPI_palloc — alloue de la mémoire dans le contexte de mémoire courant

Synopsis

```
void * SPI_palloc(Size size)
```

Description

SPI_palloc alloue de la mémoire dans le contexte de mémoire courant.

Arguments

Size size
taille en octets du stockage à allouer

Valeur de retour

Pointeur vers le nouvel espace de stockage de la taille spécifiée

Nom

SPI_realloc — ré-alloue de la mémoire dans le contexte de mémoire courant

Synopsis

```
void * SPI_realloc(void * pointer, Size size)
```

Description

SPI_realloc change la taille d'un segment de mémoire alloué auparavant en utilisant SPI_malloc.

Cette fonction n'est plus différente du realloc standard. Elle n'est gardée que pour la compatibilité du code existant.

Arguments

*void * pointer*
pointeur vers l'espace de stockage à modifier

Size size
taille en octets du stockage à allouer

Valeur de retour

Pointeur vers le nouvel espace de stockage de taille spécifiée avec le contenu copié de l'espace existant

Nom

SPI_pfree — libère de la mémoire dans le contexte de mémoire courant

Synopsis

```
void SPI_pfree(void * pointer)
```

Description

SPI_pfree libère de la mémoire allouée auparavant par SPI_palloc ou SPI_realloc.

Cette fonction n'est plus différente du pfree standard. Elle n'est conservée que pour la compatibilité du code existant.

Arguments

```
void * pointer  
pointeur vers l'espace de stockage à libérer
```

Nom

SPI_copytuple — effectue une copie d'une ligne dans le contexte de mémoire courant

Synopsis

```
HeapTuple SPI_copytuple(HeapTuple row)
```

Description

SPI_copytuple crée une copie d'une ligne dans le contexte de mémoire courant. Ceci est normalement utilisé pour renvoyer une ligne modifiée à partir d'un déclencheur. Dans une fonction déclarée pour renvoyer un type composite, utilisez SPI_returntuple à la place.

Arguments

HeapTuple <i>row</i>	ligne à copier
----------------------	----------------

Valeur de retour

la ligne copiée ; NULL seulement si *row* est NULL

Nom

SPI_returntuple — prépare le renvoi d'une ligne en tant que Datum

Synopsis

```
HeapTupleHeader SPI_returntuple(HeapTuple row, TupleDesc rowdesc)
```

Description

SPI_returntuple crée une copie d'une ligne dans le contexte de l'exécuteur supérieur, la renvoyant sous la forme d'une ligne de type Datum. Le pointeur renvoyé a seulement besoin d'être converti en Datum via `PointerGetDatum` avant d'être renvoyé.

Notez que ceci devrait être utilisé pour les fonctions qui déclarent renvoyer des types composites. Ce n'est pas utilisé pour les déclencheurs ; utilisez pour renvoyer une ligne modifiée dans un déclencheur.

Arguments

HeapTuple *row*
ligne à copier

TupleDesc *rowdesc*
descripteur pour la ligne (passez le même descripteur chaque fois pour un cache plus efficace)

Valeur de retour

HeapTupleHeader pointant vers la ligne copiée ; NULL seulement si *row* ou *rowdesc* est NULL

Nom

SPI_modifytuple — crée une ligne en remplaçant les champs sélectionnés d'une ligne donnée

Synopsis

```
HeapTuple SPI_modifytuple(Relation rel, HeapTuple row, int ncolumns, Datum * values,  
const char * nulls)
```

Description

SPI_modifytuple crée une nouvelle ligne en retirant les nouvelles valeurs pour les colonnes sélectionnées et en copiant les colonnes de la ligne d'origine à d'autres positions. La ligne d'entrée n'est pas modifiée.

Arguments

Relation rel

Utilisé seulement en tant que source du descripteur de ligne pour la ligne (passez une relation plutôt qu'un descripteur de ligne est une erreur).

HeapTuple row
rangée à modifier

int ncolumns
nombre de numéros de colonnes à changer

*int * colnum*
tableau de longueur *ncolumns*, contenant les numéros de colonnes à modifier (le numéro des colonnes commence à 1)

*Datum * values*
tableau de longueur *ncolumns*, contenant les nouvelles valeurs pour les colonnes spécifiées

*const char * nulls*
tableau de longueur *ncolumns*, décrivant les nouvelles valeurs NULL

Si *nulls* vaut NULL, alors SPI_modifytuple suppose qu'aucune valeur n'est NULL. Dans le cas contraire, chaque entrée du tableau *nulls* doit valoir ' ' si la nouvelle valeur correspondante est non NULL et 'n' si la nouvelle valeur correspondante est NULL (dans ce dernier cas, la valeur réelle de l'entrée *values* correspondante n'a pas d'importance). Notez que *nulls* n'est pas une chaîne de texte. C'est un tableau et, de ce fait, il n'a pas besoin d'un caractère de fin '\0'.

Valeur de retour

nouvelle ligne avec modifications, allouée dans le contexte de mémoire courant ; NULL seulement si *row* est NULL

En cas d'erreur, SPI_result est positionnée comme suit :

SPI_ERROR_ARGUMENT

si *rel* est NULL ou si *row* est NULL ou si *ncolumns* est inférieur ou égal à 0 ou si *nocolonne* est NULL ou si *values* est NULL.

SPI_ERROR_NOATTRIBUTE

si *nocolonne* contient un numéro de colonne invalide (inférieur ou égal à 0 ou supérieur au numéro de colonne dans *row*)

Nom

SPI_freetuple — libère une ligne allouée dans le contexte de mémoire courant

Synopsis

```
void SPI_freetuple(HeapTuple row)
```

Description

SPI_freetuple libère une rangée allouée auparavant dans le contexte de mémoire courant.

Cette fonction n'est plus différente du standard `heap_freetuple`. Elle est gardée juste pour la compatibilité du code existant.

Arguments

HeapTuple row	rangée à libérer
---------------	------------------

Nom

SPI_freetuptable — libère une série de lignes créée par SPI_execute ou une fonction semblable

Synopsis

```
void SPI_freetuptable(SPITupleTable * tuptable)
```

Description

SPI_freetuptable libère une série de lignes créée auparavant par une fonction d'exécution de commandes SPI, tel que SPI_execute. Par conséquent, cette fonction est souvent appelée avec la variable globale SPI_tupletable comme argument.

Cette fonction est utile si une procédure SPI a besoin d'exécuter de multiples commandes et ne veut pas garder les résultats de commandes précédentes en mémoire jusqu'à sa fin. Notez que toute série de lignes non libérées est libérée quand même lors de SPI_finish. De plus, si une sous-transaction est commencée puis annulée lors de l'exécution d'une procédure SPI, SPI libère automatiquement tous les ensembles de lignes créés lors de l'exécution de la sous-transaction.

À partir de PostgreSQL™ 9.3, SPI_freetuptable contient la logique de sécurité pour protéger contre les demandes dupliquées de suppression à partir du même ensemble de lignes. Avec les versions précédentes, les suppressions dupliquées auraient amenées à des crashes.

Arguments

SPITupleTable * *tuptable*
pointeur vers la série de lignes à libérer, ou NULL pour ne rien faire

Nom

SPI_freeplan — libère une requête préparée sauvegardée auparavant

Synopsis

```
int SPI_freeplan(SPIPlanPtr plan)
```

Description

SPI_freeplan libère une requête préparée retournée auparavant par SPI_prepare ou sauvegardée par SPI_keepplan ou SPI_saveplan.

Arguments

SPIPlanPtr *plan*
pointeur vers la requête à libérer

Valeur de retour

0 en cas de succès ; SPI_ERROR_ARGUMENT si *plan* est NULL ou invalide.

45.4. Visibilité des modifications de données

Les règles suivantes gouvernent la visibilité des modifications de données dans les fonctions qui utilisent SPI (ou tout autre fonction C) :

- Pendant l'exécution de la commande SQL, toute modification de données faite par la commande est invisible à la commande. Par exemple, dans la commande :

```
INSERT INTO a SELECT * FROM a;
```

les lignes insérées sont invisibles à la partie **SELECT**.

- Les modifications effectuées par une commande C sont visibles par toutes les commandes qui sont lancées après C, peu importe qu'elles soient lancées à l'intérieur de C (pendant l'exécution de C) ou après que C soit terminée.
- Les commandes exécutées via SPI à l'intérieur d'une fonction appelée par une commande SQL (soit une fonction ordinaire soit un déclencheur) suivent une des règles ci-dessus suivant le commutateur lecture/écriture passé à SPI. Les commandes exécutées en mode lecture seule suivent la première règle : elles ne peuvent pas voir les modifications de la commande appelante. Les commandes exécutées en mode lecture/écriture suivent la deuxième règle : elles peuvent voir toutes les modifications réalisées jusqu'à maintenant.
- Tous les langages standards de procédures initialisent le mode lecture/écriture suivant l'attribut de volatilité de la fonction. Les commandes des fonctions STABLE et IMMUTABLE sont réalisées en mode lecture seule alors que les fonctions VOLATILE sont réalisées en mode lecture/écriture. Alors que les auteurs de fonctions C sont capables de violer cette convention, il est peu probable que cela soit une bonne idée de le faire.

La section suivante contient un exemple qui illustre l'application de ces règles.

45.5. Exemples

Cette section contient un exemple très simple d'utilisation de SPI. La procédure execq prend une commande SQL comme premier argument et un compteur de lignes comme second, exécute la commande en utilisant SPI_exec et renvoie le nombre de lignes qui ont été traitées par la commande. Vous trouverez des exemples plus complexes pour SPI dans l'arborescence source dans `src/test/regress/regress.c` et dans le module spi.

```
#include "postgres.h"  
  
#include "executor/spi.h"  
#include "utils/builtins.h"  
  
#ifdef PG_MODULE_MAGIC
```

```

PG_MODULE_MAGIC;
#endif

int64 execq(text *sql, int cnt);

int64
execq(text *sql, int cnt)
{
    char *command;
    int ret;
    int64 proc;

    /* Convertir l'objet texte donné en chaîne C */
    command = text_to_cstring(sql);

    SPI_connect();

    ret = SPI_exec(command, cnt);

    proc = SPI_processed;
    /*
     * Si des lignes ont été récupérées,
     * alors les afficher via elog(INFO).
     */
    if (ret > 0 && SPI_tuptable != NULL)
    {
        TupleDesc tupdesc = SPI_tuptable->tupdesc;
        SPITupleTable *tuptable = SPI_tuptable;
        char buf[8192];
        int64 j;

        for (j = 0; j < proc; j++)
        {
            HeapTuple tuple = tuptable->vals[j];
            int i;

            for (i = 1, buf[0] = 0; i <= tupdesc->natts; i++)
                snprintf(buf + strlen(buf), sizeof(buf) - strlen(buf), " %s%s",
                         SPI_getvalue(tuple, tupdesc, i),
                         (i == tupdesc->natts) ? " " : " | ");
            elog(INFO, "EXECQ: %s", buf);
        }
    }

    SPI_finish();
    pfree(command);

    return (proc);
}

```

(Cette fonction utilisera la convention d'appel version 0 pour rendre l'exemple plus simple à comprendre. Dans des applications réelles, vous devriez utiliser la nouvelle interface version 1.)

Voici comment déclarer la fonction après l'avoir compilée en une bibliothèque partagée (les détails sont dans Section 36.9.6, « Compiler et lier des fonctions chargées dynamiquement ») :

```

CREATE FUNCTION execq(text, integer) RETURNS int8
    AS 'filename'
    LANGUAGE C STRICT;

```

Voici une session d'exemple :

```

=> SELECT execq('CREATE TABLE a (x integer)', 0);
execq
-----
      0
(1 row)

```

```
=> INSERT INTO a VALUES (execq('INSERT INTO a VALUES (0)', 0));
INSERT 0 1
=> SELECT execq('SELECT * FROM a', 0);
INFO: EXECQ: 0      -- inséré par execq
INFO: EXECQ: 1      -- retourné par execq et inséré par l'INSERT précédent

execq
-----
2
(1 row)

=> SELECT execq('INSERT INTO a SELECT x + 2 FROM a', 1);
execq
-----
1
(1 row)

=> SELECT execq('SELECT * FROM a', 10);
INFO: EXECQ: 0
INFO: EXECQ: 1
INFO: EXECQ: 2      -- 0 + 2, une seule ligne insérée - comme spécifié

execq
-----
3           -- 10 est la valeur max seulement, 3 est le nombre réel de rangées
(1 row)

=> DELETE FROM a;
DELETE 3
=> INSERT INTO a VALUES (execq('SELECT * FROM a', 0) + 1);
INSERT 0 1
=> SELECT * FROM a;
x
---
1           -- aucune rangée dans a (0) + 1
(1 row)

=> INSERT INTO a VALUES (execq('SELECT * FROM a', 0) + 1);
INFO: EXECQ: 1
INSERT 0 1
=> SELECT * FROM a;
x
---
1
2           -- il y a une rangée dans a + 1
(2 rows)

-- Ceci montre la règle de visibilité de modifications de données :

=> INSERT INTO a SELECT execq('SELECT * FROM a', 0) * x FROM a;
INFO: EXECQ: 1
INFO: EXECQ: 2
INFO: EXECQ: 1
INFO: EXECQ: 2
INFO: EXECQ: 2
INSERT 0 2
=> SELECT * FROM a;
x
---
1
2
2           -- 2 rangées * 1 (x dans la première rangée)
6           -- 3 rangées (2 + 1 juste insérée) * 2 (x dans la deuxième rangée)
(4 rows)
                                ^^^^^^^^
                                rangées visible à execq() dans des invocations différentes
```

Chapitre 46. Processus en tâche de fond (background worker)

PostgreSQL peut être étendu pour lancer du code utilisateur dans des processus séparés. Ces processus sont démarrés, arrêtés et supervisés par **postgres**, ce qui leur permet d'avoir un cycle de vie étroitement lié au statut du serveur. Ces processus ont des options pour s'attacher à la zone de mémoire partagée de PostgreSQL™ et pour se connecter aux bases de manière interne ; ils peuvent également exécuter de multiples transactions séquentiellement, comme n'importe quel processus client standard connecté au serveur. De plus, en se liant avec la bibliothèque libpq, ils peuvent se connecter au serveur et se comporter comme une application cliente standard.



Avertissement

Il y a de considérables risques de robustesse et sécurité lorsque l'on utilise des processus background worker. En effet, ceux-ci étant écrit en langage C, ils ont un accès total aux données. Les administrateurs désirant activer des modules incluant des processus background worker devraient prendre énormément de précautions. Seuls les modules soigneusement testés devraient être autorisés à lancer des processus background worker.

Les processus en tâche de fond peuvent être initialisés au moment où PostgreSQL™ est démarré en incluant le nom du module dans `shared_preload_libraries`. Un module qui souhaite fonctionner comme un processus en tâche de fond peut s'enregistrer en appelant `RegisterBackgroundWorker(BackgroundWorker *worker)` dans son `_PG_init()`. Les processus en tâche de fond peuvent également être démarrés après que le système ait démarré et soit en fonctionnement en appelant la fonction `RegisterDynamicBackgroundWorker(BackgroundWorker *worker, BackgroundWorkerHandle **handle)`. À la différence de `RegisterBackgroundWorker`, qui ne peut être appelée que depuis le postmaster, `RegisterDynamicBackgroundWorker` doit être appelée depuis un processus client standard.

La structure `BackgroundWorker` est définie ainsi :

```
typedef void (*bgworker_main_type)(Datum main_arg);
typedef struct BackgroundWorker
{
    char          bgw_name[BGW_MAXLEN];
    int           bgw_flags;
    BgWorkerStartTime bgw_start_time;
    int           bgw_restart_time;           /* in seconds, or BGW_NEVER_RESTART */
    bgworker_main_type bgw_main;
    char          bgw_library_name[BGW_MAXLEN]; /* only if bgw_main is NULL */
    char          bgw_function_name[BGW_MAXLEN]; /* only if bgw_main is NULL */
    Datum         bgw_main_arg;
    char          bgw_extra[BGW_EXTRALEN];
    int           bgw_notify_pid;
} BackgroundWorker;
```

`bgw_name` est une chaîne de caractères à utiliser dans les messages de trace, liste de processus et autres listes similaires.

`bgw_flags` est un masque de bit OR indiquant les capacités que veut le module. Les valeurs possibles sont

BGWORKER_SHMEM_ACCESS

Réclame un accès à la mémoire partagée. Les processus sans accès à la mémoire partagée ne peuvent pas accéder aux structures de données partagées de PostgreSQL™, tels que les verrous (lourds ou légers), la mémoire partagée et toute structure de données personnalisée que le processus pourrait vouloir créer et utiliser.

BGWORKER_BACKEND_DATABASE_CONNECTION

Réclame la capacité à établir une connexion à une base à partir de laquelle il peut ensuite exécuter des transactions et des requêtes. Un processus en tâche de fond utilisant `BGWORKER_BACKEND_DATABASE_CONNECTION` pour se connecter à une base doit aussi s'attacher à la mémoire partagée en utilisant `BGWORKER_SHMEM_ACCESS`. Dans le cas contraire, son démarrage échouera.

`bgw_start_time` spécifie l'état du serveur dans lequel **postgres** devrait démarrer le processus ; les valeurs possibles sont `BgWorkerStart_PostmasterStart` (démarrer dès que **postgres** lui-même a fini sa propre initialisation ; les processus réclamant cela ne sont pas éligibles à une connexion à la base de données), `BgWorkerStart_ConsistentState` (démarrer dès qu'un état cohérent a été atteint sur un serveur esclave en lecture seule, permettant aux processus de se connecter

aux bases et d'exécuter des requêtes en lecture seule), et `BgWorkerStart_RecoveryFinished` (démarrer dès que le système est entré dans un état de lecture-écriture normal). Notez que les deux dernières valeurs sont équivalentes sur un serveur qui n'est pas un esclave en lecture seule. Notez également que ces valeurs indiquent uniquement quand les processus doivent être démarrés ; ils ne s'arrêtent pas quand un état différent est atteint.

`bgw_restart_time` est un intervalle, en secondes, que `postgres` doit attendre avant de redémarrer un processus, si celui-ci a subi un arrêt brutal. Cet intervalle peut être une valeur positive ou `BGW_NEVER_RESTART`, indiquant de ne pas redémarrer le processus suite à un arrêt brutal.

`bgw_main` est un pointeur vers la fonction à lancer quand le processus est démarré. Ce champ peut seulement être utilisé de façon sûre pour lancer des fonctions au niveau du moteur car les bibliothèques partagées pourraient être chargées à des adresses différentes pour les différents processus. Ceci arrivera sur toutes les plateformes quand la bibliothèque est chargée en utilisant tout mécanisme autre que `shared_preload_libraries`. Même quand ce mécanisme est utilisé, les variations de disposition des espaces d'adressage interviendront toujours sur Windows et quand `EXEC_BACKEND` est utilisé. De ce fait, la plupart des utilisateurs de cette API configurera ce champ à `NULL`. S'il n'est pas `NULL`, il est prioritaire à `bgw_library_name` et `bgw_function_name`.

`bgw_library_name` est le nom d'une bibliothèque dans laquelle le point d'entrée initial pour le processus en tâche de fond devrait être recherché. La bibliothèque nommée sera chargée dynamiquement par le processus en tâche de fond et `bgw_function_name` sera utiliser pour identifier la fonction à appeler. S'il charge une fonction du code du moteur, il faudrait plutôt configurer `bgw_main`.

`bgw_function_name` est le nom d'une fonction dans une bibliothèque chargée dynamiquement qui devrait être utilisée comme point d'entrée initial pour un nouveau processus en tâche de fond.

`bgw_main_arg` est l'argument Datum de la fonction principale du processus. Que cette fonction soit spécifiée ou non via `bgw_main` ou via la combinaison de `bgw_library_name` et `bgw_function_name`, cette fonction principale devrait prendre un seul argument de type Datum et renvoyer void. `bgw_main_arg` sera passé comme argument. De plus, la variable globale `MyBgworkerEntry` pointe vers une copie de la structure `BackgroundWorker` passé au moment de l'enregistrement ; le processus pourrait trouver utile d'examiner cette structure.

Sur Windows (et partout où `EXEC_BACKEND` est défini) ou dans des processus en tâche de fond dynamiques, il n'est pas sûre de passer un Datum par référence, il faut le passe par valeur. Si un argument est requis, il est plus sûr de passer un `int32` ou toute autre petite valeur et l'utiliser comme un index d'un tableau alloué en mémoire partagée. Si une valeur comme un `cstring` ou un `text` est passée, alors le pointeur ne sera pas valide à partir du nouveau processus en tâche de fond.

`bgw_extra` peut contenir des données supplémentaires à fournir au background worker. Contrairement à `bgw_main_arg`, cette donnée n'est pas fourni comme argument de la fonction principale du processus. Elle est accessible via la variable `MyBgworkerEntry`, comme discuté ci-dessus.

`bgw_notify_pid` est le PID d'un processus client PostgreSQL auquel le postmaster devrait envoyer un signal `SIGUSR1` quand le processus est démarré ou quitte. Il devrait valoir 0 pour les processus en tâche de fond enregistrés lors du démarrage du postmaster, ou quand le processus client enregistrant le processus en tâche de fond ne souhaite pas attendre que le processus en tâche de fond ne démarre. Sinon, il devrait être initialisé à `MyProcPid`.

Une fois démarré, le processus peut se connecter à une base en appelant `BackgroundWorkerInitializeConnection(char *dbname, char *username)` ou `BackgroundWorkerInitializeConnectionByOid(Oid dboid, Oid useroid)`. Cela autorise le processus à exécuter des transactions et des requêtes en utilisant l'interface SPI. Si `dbname` vaut `NULL` ou que `dboid` vaut `InvalidOid`, la session n'est pas connectée à une base en particulier, mais les catalogues partagés peuvent être accédés. Si `username` vaut `NULL` ou que `useroid` vaut `InvalidOid`, le processus sera démarré avec le super utilisateur créé durant `initdb`. Un background worker ne peut être appellé que par une de ces deux fonctions, et seulement une fois. Il n'est pas possible de changer de base de données.

Les signaux sont initialement bloqués jusqu'à ce que le contrôle atteigne la fonction `bgw_main`, et doivent être débloqués par elle ; cela permet une personnalisation des gestionnaires de signaux du processus, si nécessaire. Les signaux peuvent être débloqués dans le nouveau processus en appellant `BackgroundWorkerUnblockSignals` et bloqués en appelant `BackgroundWorkerBlockSignals`.

Si `bgw_restart_time` est configuré à `BGW_NEVER_RESTART` pour un processus en tâche de fond ou s'il quitte avec un code de sortie 0, ou encore s'il est terminé par `TerminateBackgroundWorker`, il sera automatiquement désenregistré par le postmaster lors de sa sortie. Sinon, il sera redémarré après que la période de temps configurée via `bgw_restart_time`, ou immédiatement si le postmaster réinitialise l'instance à cause d'une défaillance d'un processus client. Les processus en tâche de fond qui nécessitent de suspendre leur exécution seulement temporairement devraient utiliser un sommeil interruptible plutôt que de quitter. Vérifiez que le drapeau `WL_POSTMASTER_DEATH` est positionné lors de l'appel à cette fonction, et vérifiez le code retour pour une sortie rapide dans le cas d'urgence où `postgres` lui-même se termine.

Quand un processus en tâche de fond est enregistré en utilisant la fonction `RegisterDynamicBackgroundWorker`, le processus client effectuant cet enregistrement peut obtenir des informations concernant le statut du processus en tâche de fond. Les

processus clients souhaitant faire cela devraient fournir l'adresse d'un `BackgroundWorkerHandle *` comme second argument pour `RegisterDynamicBackgroundWorker`. Si l'enregistrement du processus en tâche de fond est réussi, ce pointeur sera initialisé avec un handle opaque qui peut alors être fourni à `GetBackgroundWorkerPid(BackgroundWorkerHandle *, pid_t *)` ou `TerminateBackgroundWorker(BackgroundWorkerHandle *)`. `GetBackgroundWorkerPid` peut être utilisé pour interroger le statut du processus en tâche de fond : une valeur de retour valant `BGWH_NOT_YET_STARTED` indique que le processus en tâche de fond n'a pas encore été démarré par le postmaster; `BGWH_STOPPED` indique qu'il a été démarré mais n'est plus en fonctionnement; et `BGWH_STARTED` indique qu'il est actuellement en fonctionnement. Dans le dernier cas, le PID sera également renvoyé via le deuxième argument. `TerminateBackgroundWorker` demande postmaster d'envoyer un signal `SIGTERM` au processus en tâche de fond s'il est en train de fonctionner, et de le désenregistrer dès qu'il ne sera plus en fonctionnement.

Dans certains cas, un processus qui enregistre un processus en tâche de fond peut souhaiter attendre le démarrage du processus en tâche de fond. Ceci peut être fait en initialisant `bgw_notify_pid` à `MyProcPid` et en fournissant ensuite le `BackgroundWorkerHandle *` obtenu au moment de l'enregistrement à la fonction `WaitForBackgroundWorkerStartup(BackgroundWorkerHandle *handle, pid_t *)`. Cette fonction bloquera jusqu'à ce que le postmaster ait tenté de démarrer le processus en tâche de fond, ou jusqu'à l'arrêt du postmaster. Si le processus en tâche de fond est en fonctionnement, la valeur renournée sera `BGWH_STARTED`, et le PID sera écrit à l'adresse fournie. Sinon, la valeur de retour sera `BGWH_STOPPED` ou `BGWH_POSTMASTER_DIED`.

Si un processus en tâche de fond envoie des notifications asynchrones avec la commande **NOTIFY** via SPI, il devrait appeler `ProcessCompletedNotifies` explicitement après avoir validé la transaction englobante pour que les notifications soient envoyées. Si un processus en tâche de fond se déclare pour recevoir des notifications asynchrones avec **LISTEN** via SPI, le processus tracera les notifications. Cependant, il n'existe pas de façon programmé pour que le processus intercepte et réponde à ces notifications.

Le module contrib `src/test/modules/worker_spi` contient un exemple fonctionnel, qui démontre quelques techniques utiles.

Le nombre maximum de processus en tâche de fond enregistré est limité par `max_worker_processes`.

Chapitre 47. Décodage logique (Logical Decoding)

PostgreSQL fournit une infrastructure pour envoyer par flux les modifications effectuées en SQL à des consommateurs externes. Cette fonctionnalité peut être utilisée dans plusieurs buts, y compris pour des solutions de réPLICATION ou d'audit.

Les changements sont envoyés dans des flux identifiés par des slots de réPLICATION logique.

Le format dans lequel ces changements sont envoyés est déterminé par le plugin de sortie utilisé. Un plugin d'exemple est fourni dans la distribution de PostgreSQL, et des plugins additionnels peuvent être écrits pour étendre le choix de format de sortie disponible sans modifier une seule ligne de code du moteur. Chaque plugin de sortie a accès à chaque nouvelle ligne individuelle produite par **INSERT**, ainsi que les nouvelles versions de lignes créées par **UPDATE**. La disponibilité des anciennes version de ligne dépend de l'identité de replica configuré (voir **REPLICA_IDENTITY**).

Les changements peuvent être consommés soit en utilisant le protocole de réPLICATION par flux (voir Section 51.4, « Protocole de réPLICATION en continu » et Section 47.3, « Interface du protocole de réPLICATION par flux »), ou par l'appel de fonctions en SQL (voir Section 47.4, « Interface SQL de décodage logique »). Il est également possible d'écrire de nouvelles méthodes de consommation de sortie d'un slot de réPLICATION sans modifier une seule ligne de code du moteur (voir Section 47.7, « Écrivains de sortie de décodage logique »).

47.1. Exemples de décodage logique

L'exemple suivant explique le contrôle du décodage logique en utilisant l'interface SQL.

Avant de pouvoir utiliser le décodage logique, il est nécessaire de positionner `wal_level` à `logical` et `max_replication_slots` à au moins 1. Il sera alors possible de se connecter à la base de données cible (dans l'exemple suivant, `postgres`) en tant que super utilisateur.

```
postgres=# -- Créer un slot nommé 'regression_slot' utilisant le plugin de sortie
'test_decoding'
postgres=# SELECT * FROM pg_create_logical_replication_slot('regression_slot',
'test_decoding');
   slot_name    | xlog_position
-----+-----
 regression_slot | 0/16B1970
(1 row)

postgres=# SELECT slot_name, plugin, slot_type, database, active, restart_lsn,
confirmed_flush_lsn FROM pg_replication_slots;
   slot_name    |   plugin    | slot_type | database | active | restart_lsn |
confirmed_flush_lsn
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
 regression_slot | test_decoding | logical   | postgres  | f      | 0/16A4408 |
0/16A4440
(1 row)

postgres=# -- Il n'y a pas encore de changement à voir
postgres=# SELECT * FROM pg_logical_slot_get_changes('regression_slot', NULL, NULL);
 location | xid | data
-----+-----+-----+
(0 rows)

postgres=# CREATE TABLE data(id serial primary key, data text);
CREATE TABLE

postgres=# -- le DDL n'est pas répliqué, donc seule la transaction est visible
postgres=# SELECT * FROM pg_logical_slot_get_changes('regression_slot', NULL, NULL);
 location | xid | data
-----+-----+-----+
 0/16D5D48 | 688 | BEGIN 688
 0/16E0380 | 688 | COMMIT 688
(2 rows)

postgres=# -- Une fois les changements lus, ils sont consommés et ne seront pas
renvoyés
postgres=# -- dans un appel ultérieur :
postgres=# SELECT * FROM pg_logical_slot_get_changes('regression_slot', NULL, NULL);
 location | xid | data
```

```

-----+-----+-----+
(0 rows)

postgres=# BEGIN;
postgres=# INSERT INTO data(data) VALUES('1');
postgres=# INSERT INTO data(data) VALUES('2');
postgres=# COMMIT;

postgres=# SELECT * FROM pg_logical_slot_get_changes('regression_slot', NULL, NULL);
location | xid | data
-----+-----+-----+
0/16E0478 | 689 | BEGIN 689
0/16E0478 | 689 | table public.data: INSERT: id[integer]:1 data[text]:'1'
0/16E0580 | 689 | table public.data: INSERT: id[integer]:2 data[text]:'2'
0/16E0650 | 689 | COMMIT 689
(4 rows)

postgres=# INSERT INTO data(data) VALUES('3');

postgres=# -- Le prochain appel à pg_logical_slot_peek_changes() envoie de nouveau les
mêmes modifications
postgres=# SELECT * FROM pg_logical_slot_peek_changes('regression_slot', NULL, NULL);
location | xid | data
-----+-----+-----+
0/16E09C0 | 690 | BEGIN 690
0/16E09C0 | 690 | table public.data: INSERT: id[integer]:3 data[text]:'3'
0/16E0B90 | 690 | COMMIT 690
(3 rows)

postgres=# -- Il est également possible de prévisualiser le flux de changement sans le
consommer
postgres=# SELECT * FROM pg_logical_slot_peek_changes('regression_slot', NULL, NULL);
location | xid | data
-----+-----+-----+
0/16E09C0 | 690 | BEGIN 690
0/16E09C0 | 690 | table public.data: INSERT: id[integer]:3 data[text]:'3'
0/16E0B90 | 690 | COMMIT 690
(3 rows)

postgres=# -- des options peuvent être fournies au plugin de sortir pour influer sur le
formatage
postgres=# SELECT * FROM pg_logical_slot_peek_changes('regression_slot', NULL, NULL,
'include-timestamp', 'on');
location | xid | data
-----+-----+-----+
0/16E09C0 | 690 | BEGIN 690
0/16E09C0 | 690 | table public.data: INSERT: id[integer]:3 data[text]:'3'
0/16E0B90 | 690 | COMMIT 690 (at 2014-02-27 16:41:51.863092+01)
(3 rows)

postgres=# -- Il ne faut pas oublier de détruire un slot une fois qu'on n'en a plus
besoin
postgres=# -- afin qu'il ne consomme plus de ressources sur le serveur :
postgres=# SELECT pg_drop_replication_slot('regression_slot');
pg_drop_replication_slot
-----
(1 row)

```

L'exemple suivant montre comment le décodage logique est contrôlé avec le protocole de réPLICATION en flux, en utilisant l'outil `pg_recvlogical(1)` fourni avec la distribution PostgreSQL. Il requiert que l'authentification du client soit configuré pour autoriser une connexion de réPLICATION (voir Section 26.2.5.1, « Authentification ») et que le paramètre `max_wal_senders` soit configuré suffisamment haut pour qu'une nouvelle connexion soit acceptée.

```
$ pg_recvlogical -d postgres --slot test --create-slot
$ pg_recvlogical -d postgres --slot test --start -f -
Control+Z
```

```
$ psql -d postgres -c "INSERT INTO data(data) VALUES('4') ;"
$ fg
BEGIN 693
table public.data: INSERT: id[integer]:4 data[text]:'4'
COMMIT 693
Control+C
$ pg_recvlogical -d postgres --slot test --drop-slot
```

47.2. Concepts de décodage logique

47.2.1. Décodage logique

Le décodage logique correspond au processus d'extraction de tous les changements persistants sur une table d'une base de données dans un format cohérent et simple à comprendre, qui peut être interprété sans une connaissance détaillée de l'état interne de la base de données.

Dans PostgreSQL™, le décodage logique est implémenté en décодant le contenu des journaux de transaction (WAL), qui décrivent les changements au niveau stockage, dans un format spécifique tel que le flux de lignes ou des ordres SQL.

47.2.2. Slots de réPLICATION

Dans le contexte de la réPLICATION logique, un slot représente un flux de changements qui peut être rejoué par un client, dans l'ordre dans lequel ils ont été effectués sur le serveur d'origine. Chaque slot envoie dans ce flux une séquence de changements d'une unique base.



Note

PostgreSQL™ possède également des slots de réPLICATION (voir Section 26.2.5, « Streaming Replication »), mais ceux-ci sont utilisés de manière un peu différente ici.

Les slots de réPLICATION ont un identifiant qui est unique à travers toutes les bases d'une instance PostgreSQL™. Les slots persistent indépendamment de la connexion les utilisant et sont résistants à un arrêt brutal.

Un slot logique émettra chaque modification une fois en temps normal. La position actuelle de chaque slot est enregistré seulement lors d'un checkpoint, donc dans le cas d'un crash, le slot pourrait revenir à un ancien LSN, qui sera donc la cause d'un renvoi des changements récents au redémarrage du serveur. Les clients de décodage logique sont responsables de la bonne gestion de ce fait et doivent éviter les mauvais effets dûs à la gestion du même message plusieurs fois. Les clients peuvent souhaiter enregistrer le dernier LSN qu'ils ont vu lors du décodage pour ignorer toute donnée répétée ou (lors de l'utilisation du protocole de réPLICATION) demander que le décodage commence à partir de ce LSN plutôt que de laisser le serveur déterminer le point de démarrage. La fonctionnalité Replication Progress Tracking est conçue dans ce but, voir les origines de réPLICATION.

De nombreux slots indépendants peuvent exister pour une même base. Chaque slot possède son propre état, autorisant différents consommateurs à recevoir des changements depuis différents points dans le flux de changement de la base. Pour la plupart des utilisations, un slot séparé sera requis pour chaque consommateur.

Un slot de réPLICATION logique ne sait rien sur l'état du ou des destinataire(s). Il est même possible d'avoir plusieurs destinataires différents utilisant un même slot à des moments différents; ils ne recevront que les changements à partir de là où le dernier destinataire a arrêté de les consommer. Un seul destinataire peut consommer les changements d'un slot à un instant donné.



Note

Les slots de réPLICATION persistent après un arrêt brutal et ne connaissent rien de l'état de leur(s) consommateur(s). Ils empêcheront la suppression automatique des ressources nécessaires même si aucune connexion ne les utilise. Cela consomme de l'espace car aucun des journaux de transactions et aucune des lignes des catalogues systèmes requis ne peuvent être supprimés par VACUUM tant qu'ils sont requis par un slot de réPLICATION. Par conséquent, si un slot n'est plus nécessaire, il devrait être supprimé.

47.2.3. Plugins de sortie

Les plugins de sortie transforment les données depuis la représentation interne dans les journaux de transactions (WAL) vers le format dont le consommateur d'un slot de réPLICATION a besoin.

47.2.4. Instantanés exportés

Quand un nouveau slot de réPLICATION est créé avec l'interface de la réPLICATION en flux, un instantané est exporté (voir Section 9.26.5, « Fonctions de synchronisation des images de base »), qui montrera exactement l'état de la base de données après lequel tous les changements seront inclus dans le flux de changement. Cela peut être utilisé pour créer un nouveau réPLICAT en utilisant `SET TRANSACTION SNAPSHOT` pour lire l'état de la base au moment où le slot a été créé. Cette transaction peut alors être utilisée pour exporter l'état de la base à ce point dans le temps, lequel peut ensuite être mis à jour en utilisant le contenu des slots sans perdre le moindre changement.

47.3. Interface du protocole de réPLICATION par flux

Les commandes

- `CREATE_REPLICATION_SLOT nom_slot LOGICAL plugin_sortie`
- `DROP_REPLICATION_SLOT nom_slot`
- `START_REPLICATION SLOT nom_slot LOGICAL ...`

sont utilisées pour, respectivement, créer, supprimer et envoyer les modifications à partir d'un slot de réPLICATION. Ces commandes sont seulement disponibles à partir d'une connexion de réPLICATION ; elles ne peuvent pas être utilisées sur une connexion standard, qui n'accepte que les commandes SQL. Voir Section 51.4, « Protocole de réPLICATION en continu » pour les détails sur ces commandes.

L'outil `pg_recvlogical(1)` peut être utilisé pour commander le décodage logique sur une connexion de réPLICATION en flux. (Il utilise ces commandes en interne.)

47.4. Interface SQL de décodage logique

Voir Section 9.26.6, « Fonctions de réPLICATION » pour une documentation détaillée sur l'API de niveau SQL afin d'interagir avec le décodage logique.

La réPLICATION synchrone (voir Section 26.2.8, « RéPLICATION synchrone ») est uniquement supportée sur des slots de réPLICATION utilisés au travers de l'interface de réPLICATION en flux. L'interface de fonction et autres interfaces additionnelles ne faisant pas partie du moteur ne gèrent pas la réPLICATION synchrone.

47.5. Catalogues systèmes liés au décodage logique

Les vues `pg_replication_slots` et `pg_stat_replication` fournissent respectivement des informations sur l'état courant des slots de réPLICATION et des connexions de réPLICATION en flux. Ces vues s'appliquent à la fois à la réPLICATION physique et logique.

47.6. Plugins de sortie de décodage logique

Un exemple de plugin de sortie peut être trouvé dans le sous-répertoire `contrib/test_decoding` de l'arborescence du code source de PostgreSQL.

47.6.1. Fonction d'initialisation

Un plugin de sortie est chargé en chargeant dynamiquement une bibliothèque partagée avec comme nom de base le nom du plugin de sortie. Le chemin de recherche de bibliothèque habituel est utilisé pour localiser cette bibliothèque. Pour fournir les callbacks de plugins de sortie requis et pour indiquer que la bibliothèque est effectivement un plugin de sortie, elle doit fournir une fonction nommée `_PG_output_plugin_init`. Une structure est passée à cette fonction qui doit la remplir avec les pointeurs des fonctions de callback pour chaque action individuelle.

```
typedef struct OutputPluginCallbacks
{
    LogicalDecodeStartupCB startup_cb;
    LogicalDecodeBeginCB begin_cb;
    LogicalDecodeChangeCB change_cb;
    LogicalDecodeCommitCB commit_cb;
    LogicalDecodeMessageCB message_cb;
    LogicalDecodeFilterByOriginCB filter_by_origin_cb;
    LogicalDecodeShutdownCB shutdown_cb;
} OutputPluginCallbacks;
```

```
typedef void (*LogicalOutputPluginInit) (struct OutputPluginCallbacks *cb);
```

Les callbacks `begin_cb`, `change_cb` et `commit_cb` sont obligatoires, alors que `startup_cb`, `filter_by_origin_cb` et `shutdown_cb` sont facultatifs.

47.6.2. Capacités

Pour décoder, formatter et sortir les changements, les plugins de sortie peuvent utiliser une grande partie de l'infrastructure habituelle des processus clients, y compris l'appel aux fonctions de sortie. Les accès en lecture seule aux relations est permis du moment que les relations accédées ont été créées par `initdb` dans le schéma `pg_catalog`, ou ont été marqués comme tables du catalogue pour l'utilisateur en utilisant :

```
ALTER TABLE table_catalogue_utilisateur SET (user_catalog_table = true);
CREATE TABLE autre_table_catalogue(data text) WITH (user_catalog_table = true);
```

Toute action menant à une affectation d'identifiant de transaction est interdite. Cela inclut, entre autres, l'écriture dans des tables, l'exécution de changements DDL et l'appel à `txid_current()`.

47.6.3. Modes de sortie

Les fonctions callbacks des plugins en sortie peuvent renvoyer des données au consommateur dans des formats pratiquement arbitraires. Pour certains cas d'utilisation, comme la visualisation des changements en SQL, le renvoi des données dans un type de données qui peut contenir des données arbitraires (par exemple du `bytea`) est complexe. Si le plugin en sortie renvoie seulement les données au format texte dans l'encodage du serveur, il peut déclarer cela en configurant `OutputPluginOptions.output_type` à `OUTPUT_PLUGIN_TEXTUAL_OUTPUT` au lieu de `OUTPUT_PLUGIN_BINARY_OUTPUT` dans la fonction callback de démarrage. Dans ce cas, toutes les données doivent être dans l'encodage du serveur pour qu'un champ de type `text` puisse les contenir. Ceci est vérifié dans les constructions comprenant les assertions.

47.6.4. Callbacks de plugin de sortie

Un plugin de sortie est notifié des changements arrivant au travers de différents callbacks qu'il doit fournir.

Les transactions concurrentes sont décodées dans l'ordre dans lequel elles sont validées, et seuls les changements appartenant à une transaction spécifique sont décodés entre les callbacks `begin` et `commit`. Les transactions qui ont été explicitement ou implicitement annulées ne sont jamais décodées. Les savepoints validés sont inclus dans la transaction les contenant, dans l'ordre dans lequel ils ont été effectués dans la transaction.



Note

Seules les transactions qui ont été synchronisées sur disque de manière sûre seront décodées. Cela peut amener à ce qu'un `COMMIT` ne soit pas immédiatement décodé lors d'un appel à `pg_logical_slot_get_changes()` juste après celui-ci quand `synchronous_commit` est positionné à `off`.

47.6.4.1. Callback de démarrage

Le callback facultatif `startup_cb` est appelé chaque fois qu'un slot de réPLICATION est créé ou qu'on lui demande de fournir les flux de changement, indépendamment du nombre de changements qui sont prêt à être fournis.

```
typedef void (*LogicalDecodeStartupCB) (struct LogicalDecodingContext *ctx,
                                         OutputPluginOptions *options,
                                         bool is_init);
```

Le paramètre `is_init` sera positionné à `true` quand le slot de réPLICATION est créé, et à `false` sinon. `options` pointe vers une structure d'options que le plugin de sortie peut positionner :

```
typedef struct OutputPluginOptions
{
    OutputPluginOutputType output_type;
} OutputPluginOptions;
```

`output_type` doit être positionné soit à `OUTPUT_PLUGIN_TEXTUAL_OUTPUT` ou à `OUT-`

PUT_PLUGIN_BINARY_OUTPUT. Voir aussi Section 47.6.3, « Modes de sortie ».

Le callback de démarrage devrait valider les options présentes dans `ctx->output_plugin_options`. Si le plugin de sortie a besoin d'avoir un état, il peut utiliser `ctx->output_plugin_private` pour le stocker.

47.6.4.2. Callback d'arrêt

Le callback facultatif `shutdown_cb` est appelé chaque fois qu'un slot de réPLICATION anciennement actif n'est plus utilisé et peut être utilisé pour désallouer les ressources privées du plugin de sortie. Le slot n'est pas nécessairement supprimé, le flux est juste arrêté.

```
typedef void (*LogicalDecodeShutdownCB) (struct LogicalDecodingContext *ctx);
```

47.6.4.3. Callback de début de transaction

Le callback obligatoire `begin_cb` est appelé chaque fois que le début d'une transaction validée a été décodé. Les transactions annulées et leur contenu ne sont pas décodés.

```
typedef void (*LogicalDecodeBeginCB) (struct LogicalDecodingContext *ctx,
                                      ReorderBufferTXN *txn);
```

Le paramètre `txn` contient des métadonnées sur la transaction, comme l'heure à laquelle elle a été validée et son XID.

47.6.4.4. Callback de fin de transaction

Le callback obligatoire `commit_cb` est appelé chaque fois qu'une transaction validée a été décodée. Le callback `change_cb` aura été appelé avant cela pour chacune des lignes modifiées, s'il y en a eu.

```
typedef void (*LogicalDecodeCommitCB) (struct LogicalDecodingContext *ctx,
                                       ReorderBufferTXN *txn,
                                       XLogRecPtr commit_lsn);
```

47.6.4.5. Callback de modification

Le callback obligatoire `change_cb` est appelé pour chacune des modifications de ligne au sein d'une transaction, qu'il s'agisse d'un **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE**. Même si la commande d'origine a modifié plusieurs ligne en une seule instruction, le callback sera appelé pour chaque ligne individuellement.

```
typedef void (*LogicalDecodeChangeCB) (struct LogicalDecodingContext *ctx,
                                       ReorderBufferTXN *txn,
                                       Relation relation,
                                       ReorderBufferChange *change);
```

Les paramètres `ctx` et `txn` ont le même contenu que pour les callbacks `begin_cb` et `commit_cb`, mais en plus le descripteur de relation `relation` pointe vers la relation à laquelle appartient la ligne et une structure `change` décrivant les modifications de ligne y est passée.



Note

Seules les changements dans les tables définies par les utilisateurs qui sont journalisées (voir UNLOGGED) et non temporaires (voir TEMPORARY ou TEMP) peuvent être extraite avec le décodage logique.

47.6.4.6. Fonction de filtre sur l'origine

La fonction optionnelle `filter_by_origin_cb` est appelée pour déterminer si les données rejouées à partir de `origin_id` ont un intérêt pour le plugin de sortie.

```
typedef bool (*LogicalDecodeFilterByOriginCB) (
    struct LogicalDecodingContext *ctx,
    RepNodeId origin_id
```

```
) ;
```

Le paramètre `ctx` a le même contenu que pour les autres fonctions. Aucune information mais l'origine est disponible. Pour signaler que les changements provenant du nœud sont hors de propos, elle renvoie true, ce qui permet de les filtrer. Elle renvoie false dans les autres cas. Les autres fonctions ne seront pas appelées pour les transactions et changements qui ont été filtrées.

Ceci est utile pour implémenter des solutions de réPLICATION en cascade ou des solutions de réPLICATION multi-directionnelles. Filtrer par rapport à l'origine permet d'empêcher la réPLICATION dans les deux sens des mêmes modifications dans ce type de configuration. Quand les transactions et les modifications contiennent aussi des informations sur l'origine, le filtre via cette fonction est beaucoup plus efficace.

47.6.4.7. Fonctions personnalisées de message générique

La fonction (callback) `message_cb` est appelée quand un message de décodage logique a été décodé.

```
typedef void (*LogicalDecodeMessageCB) (
    struct LogicalDecodingContext *,
    ReorderBufferTXN *txn,
    XLogRecPtr message_lsn,
    bool transactional,
    const char *prefix,
    Size message_size,
    const char *message
);
```

Le paramètre `txn` contient des méta-informations sur la transaction, comme l'horodatage à laquelle la transaction a été validée et son identifiant (XID). Notez néanmoins qu'il peut être NULL quand le message n'est pas transactionnel et que le XID n'a pas encore été affecté dans la transaction qui a tracé le message. Le `lsn` a la position du message dans les WAL. Le paramètre `transactional` indique si le message a été envoyé de façon transactionnelle ou non. Le paramètre `prefix` est un préfixe arbitraire terminé par un caractère nul qui peut être utilisé pour identifier les messages intéressants pour le plugin courant. Et enfin, le paramètre `message` détient le message réel de taille `message_size`.

Une attention particulière doit être portée à l'unicité du préfixe que le plugin de sortie trouve intéressant. Utiliser le nom de l'extension ou du plugin de sortie est souvent un bon choix.

47.6.5. Fonction pour produire une sortie

Pour pouvoir produire une sortie, les plugins de sortie peuvent écrire des données dans le tampon de sortie `StringInfo` dans `ctx->out` dans les callbacks `begin_cb`, `commit_cb` ou `change_cb`. Avant d'écrire dans le tampon de sortie, `OutputPluginWrite(ctx, last_write)` doit avoir été appelé pour effectuer l'écriture. `last_write` indique si une écriture particulière était la dernière écriture du callback.

L'exemple suivant montre comment sortir des données pour le consommateur d'un plugin de sortie :

```
OutputPluginPrepareWrite(ctx, true);
appendStringInfo(ctx->out, "BEGIN %u", txn->xid);
OutputPluginWrite(ctx, true);
```

47.7. Écrivains de sortie de décodage logique

Il est possible d'ajouter d'autres méthodes de sortie pour le décodage logique. Pour plus de détails, voir `src/backend/replication/logical/logicalfuncs.c`. Principalement, trois fonctions doivent être fournies : une pour lire les journaux de transactions, une pour préparer l'écriture de sortie et une pour préparer la sortie (voir Section 47.6.5, « Fonction pour produire une sortie »).

47.8. Support de la réPLICATION synchrone pour le décodage logique

Le décodage logique peut être utilisé pour construire des solutions de réPLICATION synchrone avec la même interface utilisateur que la réPLICATION synchrone de la réPLICATION par flux. Pour cela, l'interface de réPLICATION en flux (voir Section 47.3, « Interface du protocole de réPLICATION par flux ») doit être utilisée pour renvoyer par flux les données. Les clients doivent envoyer des messages `Standby status update (F)` (voir Section 51.4, « Protocole de réPLICATION en continu »), tout comme le font les clients de réPLICATION par flux.



Note

Un réplicat synchrone recevant des changements grâce au décodage logique fonctionnera dans le cadre d'une seule base de données. Puisque, à l'opposé de cela, *synchronous_standby_names* est actuellement commun à toutes les instances, cela signifie que cette technique ne marchera pas convenablement si plus d'une base de l'instance est utilisée activement.

Chapitre 48. Tracer la progression de la réPLICATION

Les origines de réPLICATION ont pour but de rendre plus simple les solutions de réPLICATION logique utilisant le décodage logique. Elles fournissent une solution à deux problèmes habituels :

- comment suivre la progression de la réPLICATION de manière fiable ;
- comment modifier le comportement de la réPLICATION basée sur l'origine d'une ligne ; par exemple pour empêcher les boucles dans les configurations de réPLICATION bidirectionnelle.

Les origines de réPLICATION n'ont que deux propriétés, un nom et un OID. Le nom, qui doit être utilisé pour faire référence à l'origine entre les systèmes, est une donnée libre de type text. Il doit être utilisé d'une façon qui rend improbable les conflits entre des origines de réPLICATION créées par différentes solutions de réPLICATION, par exemple en préfixant le nom avec celui de la solution de réPLICATION. L'OID est utilisé seulement pour éviter d'avoir à stocker la version longue dans les situations où l'espace consommé est critique. Il ne doit jamais être partagé entre plusieurs systèmes.

Les origines de réPLICATION peuvent être créées en utilisant la fonction `pg_replication_origin_create()`, supprimées avec la fonction `pg_replication_origin_drop()` et consultées dans le catalogue système `pg_replication_origin`.

Une partie non triviale de la construction d'une solution de réPLICATION est le suivi de la progression de la réPLICATION d'une manière fiable. Quand le processus d'application des modifications ou l'instance complète meurt, il doit être possible de savoir jusqu'où les données ont été répliquées. Les solutions naïves, comme la mise à jour d'une ligne pour chaque transaction rejouée, ont leurs problèmes, comme une surcharge à l'exécution et une fragmentation de la base de données.

En utilisant l'infrastructure d'origine de réPLICATION, une session peut être marquée comme rejouant depuis un nœud distant (en utilisant la fonction `pg_replication_origin_session_setup()`). De plus, le LSN et l'horodatage de la validation de toute transaction source peuvent être configurés, transaction par transaction, en utilisant `pg_replication_origin_xact_setup()`. Si cela est fait, la progression de la réPLICATION sera conservée de manière pérenne, même en cas de crash. La progression du rejet pour toutes les origines de réPLICATION peut être visualisée dans la vue `pg_replication_origin_status`. Le progrès d'une origine précise, par exemple lors de la reprise de la réPLICATION, peut se faire en utilisant la fonction `pg_replication_origin_progress()` pour toute origine ou la fonction `pg_replication_origin_session_progress()` pour l'origine configurée dans la session courante.

Dans les topologies de réPLICATION plus complexes que la réPLICATION d'un système vers un autre système, un autre problème peut être la difficulté d'éviter la réPLICATION de lignes déjà rejouées. Ceci peut mener à des cycles et une mauvaise efficacité dans la réPLICATION. Les origines de réPLICATION fournissent un mécanisme optionnel pour reconnaître et empêcher cela. Lorsqu'elles sont configurées en utilisant les fonctions évoquées dans le paragraphe précédent, chaque modification et chaque transaction passée aux fonctions de rappel (*callbacks*) des plugins en sortie (voir Section 47.6, « Plugins de sortie de décodage logique ») générées par la session sont tracées avec l'origine de réPLICATION de la session qui les a générées. Ceci permet de les traiter différemment par le plugin de sortie, et par exemple d'ignorer toutes les lignes qui ne proviennent pas de l'origine. De plus, la fonction de rappel `filter_by_origin_cb` peut être utilisée pour filtrer le flux de modifications de décodage logique basé sur la source. Bien que moins flexible, le filtre via cette fonction est considérablement plus efficace que le filtre d'un plugin de sortie.

Partie VI. Référence

Les points abordés dans ce référentiel ont pour objectif de fournir, de manière concise, un résumé précis, complet, formel et faisant autorité sur leurs sujets respectifs. Des informations complémentaires sur l'utilisation de PostgreSQL™ sont présentées, dans d'autres parties de cet ouvrage, sous la forme de descriptions, de tutoriels ou d'exemples. On pourra se reporter à la liste de références croisées disponible sur chaque page de référence.

Les entrées du référentiel sont également disponibles sous la forme de pages « man » traditionnelles.

Commandes SQL

Cette partie regroupe les informations de référence concernant les commandes SQL reconnues par PostgreSQL™. Généralement, on désigne par « SQL » le langage ; toute information sur la structure et la compatibilité standard de chaque commande peut être trouvée sur les pages référencées.

Nom

ABORT — Interrompre la transaction en cours

Synopsis

```
ABORT [ WORK | TRANSACTION ]
```

Description

ABORT annule la transaction en cours et toutes les mises à jour effectuées pendant cette transaction. Cette commande a un comportement identique à la commande SQL ROLLBACK(7). Elle n'est présente que pour des raisons historiques.

Paramètres

WORK, TRANSACTION

Mots-clé optionnels. Ils n'ont aucun effet.

Notes

COMMIT(7) est utilisé pour terminer avec succès une transaction.

Exécuter **ABORT** à l'extérieur de toute transaction provoque un message d'avertissement mais ne cause aucun dégât.

Exemples

Annuler toutes les modifications :

```
ABORT;
```

Compatibilité

Cette commande est une extension PostgreSQL™ présente pour des raisons historiques. **ROLLBACK** est la commande équivalente du standard SQL.

Voir aussi

BEGIN(7), COMMIT(7), ROLLBACK(7)

Nom

ALTER AGGREGATE — Modifier la définition d'une fonction d'agrégat

Synopsis

```
+ALTER AGGREGATE nom ( signature_agrégat ) RENAME TO nouveau_nom
ALTER AGGREGATE nom ( signature_agrégat )
    OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
ALTER AGGREGATE nom ( signature_agrégat ) SET SCHEMA nouveau_schéma

where signature_agrégat is:

* |
[ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [ , ... ] |
[ [ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [ , ... ] ] ORDER BY [ mode_arg ] [ nom_arg ]
type_arg [ , ... ]
```

Description

ALTER AGGREGATE change la définition d'une fonction d'agrégat.

Seul le propriétaire de la fonction d'agrégat peut utiliser **ALTER AGGREGATE**. Pour modifier le schéma d'une fonction d'agrégat, il est nécessaire de posséder le droit CREATE sur le nouveau schéma. Pour modifier le propriétaire de la fonction, il faut être un membre direct ou indirect du nouveau rôle propriétaire, rôle qui doit en outre posséder le droit CREATE sur le schéma de la fonction d'agrégat. Ces restrictions assurent que la modification du propriétaire ne permet pas d'aller au-delà de ce que permet la suppression et la recréation d'une fonction d'agrégat. Toutefois, un superutilisateur peut modifier la possession de n'importe quelle fonction d'agrégat.

Paramètres

nom

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de la fonction d'agrégat.

mode_arg

Le mode d'un argument : IN or VARIADIC. La valeur par défaut est IN.

nom_arg

Le nom d'un argument. Notez que **ALTER AGGREGATE** ne fait pas réellement attention aux noms des arguments car seuls les types de données des arguments sont nécessaires pour déterminer l'identité de la fonction d'agrégat.

type_arg

Un type de données en entrée sur lequel la fonction d'agrégat opère. Pour référencer une fonction d'agrégat sans argument, écrivez * à la place de la liste des argument specifications. Pour référencer une fonction d'agrégat avec ensemble trié, ajoutez ORDER BY entre les spécifications des arguments direct et agrégé.

nouveau_nom

Le nouveau nom de la fonction d'agrégat.

nouveau_propriétaire

Le nouveau propriétaire de la fonction d'agrégat.

nouveau_schéma

Le nouveau schéma de la fonction d'agrégat.

Notes

La syntaxe recommandée pour référencer un agrégat dont l'ensemble est trié revient à écrire ORDER BY entre les spécifications de l'argument direct et de l'argument agrégé, dans le même style que CREATE AGGREGATE(7). Néanmoins, cela fonctionnera aussi d'omettre ORDER BY en plaçant uniquement les spécifications de l'argument direct et de l'argument agrégé. Dans cette forme abrégée, si VARIADIC "any" a été utilisé à la fois dans l'argument direct et l'argument agrégé, écrire VARIADIC "any" seulement une fois.

Exemples

Renommer la fonction d'agrégat mamoyenne de type integer en ma_moyenne :

```
ALTER AGGREGATE mamoyenne(integer) RENAME TO ma_moyenne;
```

Changer le propriétaire de la fonction d'agrégat mamoyenne de type integer en joe :

```
ALTER AGGREGATE mamoyenne(integer) OWNER TO joe;
```

Pour déplacer l'agrégat mon_pourcentage dont l'argument direct est de type float8 et l'argument agrégé de type integer dans le schéma mon_schema :

```
ALTER AGGREGATE mamoyenne(integer) SET SCHEMA mon_schema;
ALTER AGGREGATE mon_pourcentage(float8 ORDER BY integer) SET SCHEMA mon_schema;
```

Ceci fonctionne aussi :

```
ALTER AGGREGATE mon_pourcentage(float8, integer) SET SCHEMA mon_schema;
```

Compatibilité

Il n'y a pas de commande **ALTER AGGREGATE** dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE AGGREGATE\(7\)](#), [DROP AGGREGATE\(7\)](#)

Nom

ALTER COLLATION — modifie la définition d'une collation

Synopsis

```
ALTER COLLATION nom RENAME TO nouveau_nom
ALTER COLLATION nom OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
ALTER COLLATION nom SET SCHEMA nouveau_schéma
```

Description

ALTER COLLATION modifie la définition d'une collation.

Pour pouvoir utiliser la commande **ALTER COLLATION**, vous devez être propriétaire de la collation. Pour en modifier le propriétaire, vous devez également être un membre direct ou indirect du nouveau rôle propriétaire, et ce rôle doit détenir le privilège CREATE sur le schéma de la collation. (Ces restrictions ont pour effet que vous ne pouvez effectuer aucune modification de propriétaire qui serait impossible en supprimant et en recréant la collation. Cependant, un super-utilisateur peut modifier le propriétaire de n'importe quelle collation, quoi qu'il arrive.)

Paramètres

nom

Le nom (éventuellement précédé par le schéma) d'une collation existante.

nouveau_nom

Le nouveau nom de la collation.

nouveau_propriétaire

Le nouveau propriétaire de la collation.

nouveau_schéma

Le nouveau schéma de la collation.

Exemples

Pour renommer la collation `de_DE` en `german`:

```
ALTER COLLATION "de_DE" RENAME TO german;
```

Pour donner la propriété de la collation `en_US` en `joe`:

```
ALTER COLLATION "en_US" OWNER TO joe;
```

Compatibilité

Il n'y a pas de commande **ALTER COLLATION** dans le standard SQL.

Voir également

[CREATE COLLATION\(7\)](#), [DROP COLLATION\(7\)](#)

Nom

ALTER CONVERSION — Modifier la définition d'une conversion

Synopsis

```
ALTER CONVERSION nom RENAME TO nouveau_nom
ALTER CONVERSION nom OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
ALTER CONVERSION nom SET SCHEMA nouveau_schéma
```

Description

ALTER CONVERSION modifie la définition d'une conversion.

Seul le propriétaire de la conversion peut utiliser **ALTER CONVERSION**. Pour changer le propriétaire, il faut aussi être un membre direct ou indirect du nouveau rôle propriétaire et ce rôle doit avoir le droit CREATE sur le schéma de la conversion. Ces restrictions assurent que le changement de propriétaire ne va pas au-delà de ce qui peut être obtenu en supprimant et en re-créant la conversion. Toutefois, un superutilisateur peut changer le propriétaire de n'importe quelle conversion.

Paramètres

nom

Le nom de la conversion.

nouveau_nom

Le nouveau nom de la conversion.

nouveau_propriétaire

Le nouveau propriétaire de la conversion.

nouveau_schéma

Le nouveau schéma de la conversion.

Exemples

Renommer la conversion iso_8859_1_to_utf8 en latin1_to_unicode :

```
ALTER CONVERSION iso_8859_1_to_utf8 RENAME TO latin1_to_unicode;
```

Changer le propriétaire de la conversion iso_8859_1_to_utf8 en joe :

```
ALTER CONVERSION iso_8859_1_to_utf8 OWNER TO joe;
```

Compatibilité

Il n'y a pas d'instruction **ALTER CONVERSION** dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE CONVERSION\(7\)](#), [DROP CONVERSION\(7\)](#)

Nom

ALTER DATABASE — Modifier une base de données

Synopsis

```
ALTER DATABASE nom [ [ WITH ] option [ ... ] ]
```

où *option* peut être :

```
ALLOW_CONNECTIONS allowconn
CONNECTION LIMIT limite_connexion
IS_TEMPLATE istemplate
```

```
ALTER DATABASE nom RENAME TO nouveau_nom
```

```
ALTER DATABASE nom OWNER TO { nouveau_PROPRIETAIRE | CURRENT_USER | SESSION_USER }
```

```
ALTER DATABASE nom SET TABLESPACE nouveau_tablespace
```

```
ALTER DATABASE nom SET paramètre { TO | = } { valeur | DEFAULT }
```

```
ALTER DATABASE nom SET paramètre FROM CURRENT
```

```
ALTER DATABASE nom RESET paramètre
```

```
ALTER DATABASE nom RESET ALL
```

Description

ALTER DATABASE modifie les attributs d'une base de données.

La première forme modifie certains paramètres d'une base de données (voir ci-dessous pour les détails). Seul le propriétaire de la base de données ou un superutilisateur peut modifier ces paramètres.

La deuxième forme permet de renommer la base. Seul le propriétaire ou un superutilisateur peut renommer une base. Un propriétaire qui n'est pas superutilisateur doit en outre posséder le droit CREATEDB. La base en cours d'utilisation ne peut pas être renommée (on se connectera à une base différente pour réaliser cette opération).

La troisième forme change le propriétaire de la base de données. Pour changer le propriétaire, il faut être propriétaire de la base de données et membre direct ou indirect du nouveau rôle propriétaire. Le droit CREATEDB est également requis (les superutilisateurs ont automatiquement tous ces droits).

La quatrième forme change le tablespace par défaut de la base de données. Seuls le propriétaire de la base de données et un superutilisateur peuvent le faire ; vous devez aussi avoir le droit CREATE pour le nouveau tablespace. Cette commande déplace physiquement toutes tables et index actuellement dans l'ancien tablespace par défaut de la base de données vers le nouveau tablespace. Le nouveau tablespace par défaut doit être vide pour cette base de données, et personne ne peut être connecté à la base de données. Les tables et index placés dans d'autres tablespaces ne sont pas affectés.

Les formes restantes modifient la valeur par défaut d'un paramètre de configuration pour une base PostgreSQL™. Par la suite, à chaque fois qu'une nouvelle session est lancée, la valeur spécifique devient la valeur par défaut de la session. Les valeurs par défaut de la base deviennent les valeurs par défaut de la session. En fait, elles surchargent tout paramètre présent dans `postgresql.conf` ou indiqué sur la ligne de commande de `postgres`. Seul le propriétaire de la base de données ou un superutilisateur peut modifier les valeurs par défaut de la session pour une base. Certaines variables ne peuvent pas être configurées de cette façon pour une base de données ou peuvent seulement être configurées par un superutilisateur.

Paramètres

nom

Le nom de la base dont les attributs sont à modifier.

allowconn

Personne ne peut se connecter à cette base de données lorsque cette option est à false.

limite_connexion

Le nombre de connexions concurrentes sur la base de données. -1 signifie aucune limite.

istemplate

À true, cette base peut être clonée par tout utilisateur ayant l'attribut CREATEDB. À false, seuls les superutilisateurs et le

propriétaire de la base de données peuvent la cloner.

nouveau_nom

Le nouveau nom de la base.

nouveau_propriétaire

Le nouveau propriétaire de la base.

nouveau_tablespace

Le nouveau tablespace par défaut de la base de données.

paramètre, valeur

Configure cette valeur comme valeur par défaut de la base pour le paramètre de configuration précisée. Si *valeur* indique DEFAULT ou, de façon équivalente, si RESET est utilisé, le paramétrage en cours pour cette base est supprimée, donc la valeur système est utilisée pour les nouvelles sessions. Utiliser RESET ALL permet de supprimer tous les paramètres spécifiques de cette base. SET FROM CURRENT sauvegarde la valeur actuelle du paramètre en tant que valeur spécifique de la base.

Voir SET(7) et Chapitre 19, Configuration du serveur pour plus d'informations sur les noms de paramètres et valeurs autorisées.

Notes

Il est possible de lier une valeur de session par défaut à un rôle plutôt qu'à une base. Voir ALTER ROLE(7) à ce propos. En cas de conflit, les configurations spécifiques au rôle l'emportent sur celles spécifiques à la base.

Exemples

Désactiver les parcours d'index par défaut de la base test :

```
ALTER DATABASE test SET enable_indexscan TO off;
```

Compatibilité

La commande **ALTER DATABASE** est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE DATABASE\(7\)](#), [DROP DATABASE\(7\)](#), [SET\(7\)](#), [CREATE TABLESPACE\(7\)](#)

Nom

ALTER DEFAULT PRIVILEGES — définit les droits d'accès par défaut

Synopsis

```
ALTER DEFAULT PRIVILEGES
  [ FOR { ROLE | USER } cible_rôle [, ...]
  [ IN SCHEMA nom_schéma [, ...] ]
grant_ou_revoke_réduit

where grant_ou_revoke_réduit is one of:

GRANT { { SELECT | INSERT | UPDATE | DELETE | TRUNCATE | REFERENCES | TRIGGER }
        [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON TABLES
       TO { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { { USAGE | SELECT | UPDATE }
        [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON SEQUENCES
       TO { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { EXECUTE | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON FUNCTIONS
       TO { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { USAGE | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON TYPES
       TO { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { { SELECT | INSERT | UPDATE | DELETE | TRUNCATE | REFERENCES | TRIGGER }
  [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] }
  ON TABLES
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { { USAGE | SELECT | UPDATE }
  [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] }
  ON SEQUENCES
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { EXECUTE | ALL [ PRIVILEGES ] }
  ON FUNCTIONS
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { USAGE | ALL [ PRIVILEGES ] }
  ON TYPES
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

ALTER DEFAULT PRIVILEGES vous permet de configurer les droits qui seront appliqués aux objets qui seront créés dans le futur. (Cela ne modifie pas les droits affectés à des objets déjà existants.) Actuellement, seuls les droits pour les tables (ceci incluant les vues et les tables distantes), les séquences, les fonctions et les types (domaines inclus) peuvent être modifiés.

Vous pouvez modifier les droits par défaut seulement pour les objets qui seront créés par vous ou par des rôles dont vous êtes membres. Les droits peuvent être configurés de manière globale (c'est-à-dire pour tous les objets de la base de données) ou pour

les objets des schémas indiqués. Les droits par défaut spécifiques par schéma sont ajoutés aux droits par défaut globaux pour le type d'objet particulier.

Comme indiqué dans GRANT(7), les droits par défaut de tout type d'objet donnent tous les droits au propriétaire de l'objet et peut aussi donner certains droits à PUBLIC. Néanmoins, ce comportement peut être changé par une modification des droits par défaut globaux avec **ALTER DEFAULT PRIVILEGES**.

Paramètres

cible_rôle

Le nom d'un rôle existant dont le rôle actuel est membre. Si FOR ROLE est omis, le rôle courant est utilisé.

nom_schéma

Le nom d'un schéma existant. Si précisé, les droits par défaut sont modifiés pour les objets créés après dans ce schéma. Si IN SCHEMA est omis, les droits globaux par défaut sont modifiés.

nom_rôle

Le nom d'un rôle existant pour donner ou reprendre les droits. Ce paramètre, et tous les autres paramètres dans grant_ou_revoke_réduit, agissent de la façon décrite dans GRANT(7) ou REVOKE(7), sauf qu'un permet de configurer les droits pour une classe complète d'objets plutôt que pour des objets nommés spécifiques.

Notes

Utilisez la commande \ddp de psql(1) pour obtenir des informations sur les droits par défaut. La signification des valeurs de droit est identique à celles utilisées par \dp et est expliquée dans GRANT(7).

Si vous souhaitez supprimer un rôle dont les droits par défaut ont été modifiés, il est nécessaire d'inverser les modifications dans ses droits par défaut ou d'utiliser **DROP OWNED BY** pour supprimer l'entrée des droits par défaut pour le rôle.

Exemples

Donner le droit SELECT à tout le monde pour toutes les tables (et vues) que vous pourriez créer plus tard dans le schéma mon_schema, et permettre au rôle webuser d'utiliser en plus INSERT :

```
ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA mon_schema GRANT SELECT ON TABLES TO PUBLIC;
ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA mon_schema GRANT INSERT ON TABLES TO webuser;
```

Annuler ce qui a été fait ci-dessus, pour que les tables créées par la suite n'aient pas plus de droits qu'en standard :

```
ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA myschema REVOKE SELECT ON TABLES FROM PUBLIC;
ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA myschema REVOKE INSERT ON TABLES FROM webuser;
```

Supprimer le droit public EXECUTE qui est normalement donné aux fonctions, pour toutes les fonctions créées après coup par le rôle admin :

```
ALTER DEFAULT PRIVILEGES FOR ROLE admin REVOKE EXECUTE ON FUNCTIONS FROM PUBLIC;
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** dans le standard SQL.

Voir aussi

GRANT(7), REVOKE(7)

Nom

ALTER DOMAIN — Modifier la définition d'un domaine

Synopsis

```
ALTER DOMAIN nom
    { SET DEFAULT expression | DROP DEFAULT }
ALTER DOMAIN nom
    { SET | DROP } NOT NULL
ALTER DOMAIN nom
    ADD contrainte_de_domaine [ NOT VALID ]
ALTER DOMAIN nom
    DROP CONSTRAINT [ IF EXISTS ] nom_de_contrainte [ RESTRICT | CASCADE ]
ALTER DOMAIN nom
    RENAME CONSTRAINT nom_de_contrainte TO nouveau_nom_de_contrainte
ALTER DOMAIN nom
    VALIDATE CONSTRAINT nom_de_contrainte
ALTER DOMAIN nom
    OWNER TO { nouveau_proprietaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
ALTER DOMAIN nom
    RENAME TO nouveau_nom
ALTER DOMAIN nom
    SET SCHEMA nouveau_schema
```

Description

ALTER DOMAIN modifie la définition d'un domaine. Il existe plusieurs sous-formes :

SET/DROP DEFAULT

Ces formes positionnent ou suppriment la valeur par défaut d'un domaine. Les valeurs par défaut ne s'appliquent qu'aux commandes **INSERT** ultérieures ; les colonnes d'une table qui utilise déjà le domaine ne sont pas affectées.

SET/DROP NOT NULL

Ces formes agissent sur l'acceptation ou le rejet des valeurs NULL par un domaine. SET NOT NULL ne peut être utilisé que si les colonnes qui utilisent le domaine contiennent des valeurs non nulles.

ADD *contrainte de domaine* [NOT VALID]

Cette forme ajoute une nouvelle contrainte à un domaine avec la même syntaxe que CREATE DOMAIN(7). Lorsqu'une nouvelle contrainte est ajoutée à un domaine, toutes les colonnes utilisant ce domaine seront vérifiées avec cette nouvelle contrainte. Cette vérification initiale peut être annulée en ajoutant l'option NOT VALID lors de l'ajout de la nouvelle contrainte ; la contrainte pourra à nouveau être activée en utilisant la commande **ALTER DOMAIN ... VALIDATE CONSTRAINT**. Les lignes nouvellement ajoutées ou modifiées sont toujours vérifiées pour l'ensemble des contraintes, y compris celles marquées NOT VALID. À noter enfin que l'option NOT VALID n'est acceptée que pour les contraintes de type CHECK.

DROP CONSTRAINT [IF EXISTS]

Cette forme supprime les contraintes sur un domaine. Si l'option IF EXISTS est spécifiée et que la contrainte n'existe pas, aucune erreur n'est retournée. Dans ce cas, un simple message d'avertissement est retourné.

RENAME CONSTRAINT

Cette forme modifie le nom de la contrainte d'un domaine.

VALIDATE CONSTRAINT

Cette forme valide une contrainte ajoutée précédemment avec l'option NOT VALID, c'est-à-dire qu'elle vérifie que les données de chaque colonne utilisant le domaine satisfont la contrainte spécifiée.

OWNER

Cette forme change le propriétaire du domaine.

RENAME

Cette forme modifie le nom du domaine.

SET SCHEMA

Cette forme change le schéma du domaine. Toute contrainte associée au domaine est déplacée dans le nouveau schéma.

Seul le propriétaire de la fonction d'agrégat peut utiliser **ALTER AGGREGATE**.

Seul le propriétaire du domaine peut utiliser **ALTER DOMAIN**. Pour modifier le schéma d'un domaine, le droit CREATE sur le nouveau schéma est également requis. Pour modifier le propriétaire, il faut être un membre direct ou indirect du nouveau rôle propriétaire et ce rôle doit avoir le droit CREATE sur le schéma du domaine. Ces restrictions assurent que la modification du propriétaire n'agissent pas au-delà de ce qui est réalisable en supprimant et en re-créant le domaine. Toutefois, un superutilisateur peut modifier le propriétaire de n'importe quel domaine.

Paramètres

nom

Le nom du domaine à modifier.

contrainte_de_domaine

Nouvelle contrainte de domaine pour le domaine.

nom_de_contrainte

Le nom d'une contrainte à supprimer ou renommer.

NOT VALID

Ne vérifie pas la validité de la contrainte appliquée aux données des colonnes existantes.

CASCADE

Les objets qui dépendent de la contrainte sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

La contrainte n'est pas supprimée si des objets en dépendent. C'est le comportement par défaut.

nouveau_nom

Le nouveau nom du domaine.

nouveau_nom_de_contrainte

Le nouveau nom de la contrainte.

nouveauProprietaire

Le nom de l'utilisateur nouveau propriétaire du domaine.

nouveau_schema

Le nouveau schéma du domaine.

Notes

Actuellement, **ALTER DOMAIN ADD CONSTRAINT**, **ALTER DOMAIN VALIDATE CONSTRAINT** et **ALTER DOMAIN SET NOT NULL** échoueront si le domaine nommé ou tout domaine dérivé est utilisé pour une colonne de type composite dans toute table de la base de données. Il se pourrait que cela soit amélioré pour vérifier la nouvelle contrainte sur ce type de colonnes intégrées.

Exemples

Ajouter une contrainte NOT NULL à un domaine :

```
ALTER DOMAIN codezip SET NOT NULL;
```

Supprimer une contrainte NOT NULL d'un domaine :

```
ALTER DOMAIN codezip DROP NOT NULL;
```

Ajouter une contrainte de contrôle à un domaine :

```
ALTER DOMAIN codezip ADD CONSTRAINT verif_zip CHECK (char_length(VALUE) = 5);
```

Supprimer une contrainte de contrôle d'un domaine :

```
ALTER DOMAIN codezip DROP CONSTRAINT verif_zip;
```

Pour renommer une contrainte de contrôle d'un domaine :

```
ALTER DOMAIN codezip RENAME CONSTRAINT verif_zip TO zip_verif;
```

Déplacer le domaine dans un schéma différent :

```
ALTER DOMAIN zipcode SET SCHEMA customers;
```

Compatibilité

ALTER DOMAIN se conforme au standard SQL, à l'exception des variantes OWNER, RENAME, SET SCHEMA et VALIDATE CONSTRAINT, qui sont des extensions PostgreSQL™. L'option NOT VALID de la variante ADD CONSTRAINT est elle-aussi une extension de PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE DOMAIN\(7\)](#), [DROP DOMAIN\(7\)](#)

Nom

ALTER EVENT TRIGGER — modifier la définition d'un trigger sur un événement

Synopsis

```
ALTER EVENT TRIGGER nom DISABLE  
ALTER EVENT TRIGGER nom ENABLE [ REPLICIA | ALWAYS ]  
ALTER EVENT TRIGGER nom OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }  
ALTER EVENT TRIGGER nom RENAME TO nouveau_nom
```

Description

ALTER EVENT TRIGGER modifie les propriétés d'un trigger sur événement existant.

Vous devez être superutilisateur pour modifier un trigger sur événement.

Paramètres

nom

Le nom d'un trigger existant à modifier.

nouveau_propriétaire

Le nom d'utilisateur du nouveau propriétaire du trigger sur événement.

nouveau_nom

Le nouveau nom du trigger sur événement.

DISABLE/ENABLE [REPLICIA | ALWAYS] TRIGGER

Ces formes configurent le déclenchement des triggers sur événement. Un trigger désactivé est toujours connu du système mais il n'est pas exécuté si un événement intervient. Voir aussi session_replication_role.

Compatibilité

Il n'existe pas de commande **ALTER EVENT TRIGGER** dans le standard SQL.

Voir aussi

CREATE EVENT TRIGGER(7), DROP EVENT TRIGGER(7)

Nom

ALTER EXTENSION — modifie la définition d'une extension

Synopsis

```
ALTER EXTENSION nom UPDATE [ TO nouvelle_version ]
ALTER EXTENSION nom SET SCHEMA nouveau_schéma
ALTER EXTENSION nom ADD objet_membre
ALTER EXTENSION nom DROP objet_membre
```

où *objet_membre* peut être :

```
ACCESS METHOD nom_objet |
AGGREGATE nom_agrégat ( signature_agrégat ) |
CAST (type_source AS type_cible) |
COLLATION nom_objet |
CONVERSION nom_objet |
DOMAIN nom_objet |
EVENT TRIGGER nom_objet |
FOREIGN DATA WRAPPER nom_objet |
FOREIGN TABLE nom_objet |
FUNCTION nom_fonction ( [ [ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [ , ... ] ] ) |
MATERIALIZED VIEW nom_objet |
OPERATOR nom_opérateur (type_gauche, type_droit) |
OPERATOR CLASS nom_objet USING méthode_indexage |
OPERATOR FAMILY nom_objet USING méthode_indexage |
[ PROCEDURAL ] LANGUAGE nom_objet |
SCHEMA nom_objet |
SEQUENCE nom_objet |
SERVER nom_objet |
TABLE nom_objet |
TEXT SEARCH CONFIGURATION nom_objet |
TEXT SEARCH DICTIONARY nom_objet |
TEXT SEARCH PARSER nom_objet |
TEXT SEARCH TEMPLATE nom_objet |
TRANSFORM FOR nom_type LANGUAGE nom_langage |
TYPE nom_objet |
VIEW nom_objet
```

et *signature_agrégat* est :

```
* |
[ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [ , ... ] |
[ [ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [ , ... ] ] ORDER BY [ mode_arg ] [ nom_arg ]
type_arg [ , ... ]
```

Description

ALTER EXTENSION modifie la définition d'une extension. Il existe plusieurs variantes :

UPDATE

Met à jour l'extension avec une nouvelle version. L'extension doit fournir le script de mise à jour adéquat (voire un ensemble de scripts) qui peut modifier la version en cours vers la version demandée.

SET SCHEMA

Déplace les objets de l'extension vers un autre schéma. L'extension doit permettre que ses objets soient déplacés pour que cette commande fonctionne.

ADD *objet_membre*

Ajoute un objet existant à l'extension. Cette commande est utilisée principalement dans les scripts de mise à jour d'extensions. L'objet concerné sera alors considéré comme appartenant à l'extension. Cela signifie principalement que l'objet ne pourra être supprimé qu'en supprimant l'extension.

DROP *objet_membre*

Supprime un objet de l'extension. Cette commande est utilisée principalement dans les scripts de mise à jour d'extensions. L'objet n'est pas supprimé : il n'appartient simplement plus à l'extension.

Voir aussi Section 36.15, « Empaqueter des objets dans une extension » pour des informations complémentaires sur les extensions.

Seul le propriétaire de l'extension peut utiliser la commande **ALTER EXTENSION** pour supprimer l'extension. Les options ADD ou DROP nécessitent en complément d'être le propriétaire de l'objet concerné par l'ajout ou la suppression.

Paramètres

nom

Le nom de l'extension concernée.

nouvelle_version

La nouvelle version de l'extension à installer. Il peut autant s'agir d'un identifiant que d'une chaîne de caractère. Si cette version n'est pas spécifiée, la commande **ALTER EXTENSION UPDATE** va utiliser tous les éléments de la version par défaut mentionnés dans le fichier de contrôle de l'extension.

nouveau_schéma

Le nouveau schéma vers lequel déplacer l'extension.

nom_objet, nom_aggregat, nom_fonction, nom_opérateur

Le nom d'un objet qui sera ajouté ou retiré de l'extension. Les noms de tables, agrégats, domaines, tables distantes, fonctions, opérateurs, classes d'opérateurs, familles d'opérateurs, séquences, objets de recherche de texte, types et vues peuvent être qualifiés du nom du schéma.

type_source

Le nom d'un type de données source d'un transtypepage.

type_cible

Le nom du type de donnée cible d'un transtypepage.

mode_arg

Le mode du paramètre d'une fonction ou d'un agrégat : IN, OUT, INOUT ou VARIADIC. La valeur par défaut est IN. Notez que la commande **ALTER EXTENSION** ne tient en réalité pas compte des paramètres dont le mode est OUT, car les paramètres en entrée sont suffisants pour déterminer la signature de la fonction. Il est ainsi possible de ne spécifier que les paramètres de mode IN, INOUT et VARIADIC.

nom_arg

Le nom du paramètre de la fonction ou de l'agrégat concerné. Notez que la commande **ALTER EXTENSION** ne tient pas compte en réalité des noms de paramètre, car les types de données sont suffisants pour déterminer la signature de la méthode.

type_arg

Le(s) type(s) de donnée des paramètres de la fonction ou de l'agrégat concerné (éventuellement qualifié du nom du schéma).

type_gauche, type_droit

Le type de données des arguments (éventuellement qualifié du nom du schéma). Écrire NONE pour l'argument manquant d'un opérateur préfixé ou postfixé.

PROCEDURAL

Le mot clé PROCEDURAL n'est pas nécessaire. Il peut être omis.

nom_type

Le nom du type de données pour la transformation.

nom_language

Le nom du langage pour la transformation.

Exemples

Pour mettre à jour l'extension hstore à la version 2.0 :

```
ALTER EXTENSION hstore UPDATE TO '2.0';
```

Pour modifier le schéma de l'extension hstore vers utils :

```
ALTER EXTENSION hstore SET SCHEMA utils;
```

Pour ajouter une procédure stockée existante à l'extension hstore :

```
ALTER EXTENSION hstore ADD FUNCTION populate_record(anyelement, hstore);
```

Compatibilité

ALTER EXTENSION est une extension de PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE EXTENSION\(7\)](#), [DROP EXTENSION\(7\)](#)

Nom

ALTER FOREIGN DATA WRAPPER — modifier la définition d'un wrapper de données distantes

Synopsis

```
ALTER FOREIGN DATA WRAPPER nom
    [ HANDLER fonction_handler | NO HANDLER ]
    [ VALIDATOR fonction_validation | NO VALIDATOR ]
    [ OPTIONS ( [ ADD | SET | DROP ] option [ 'valeur' ] [, ...] ) ]
ALTER FOREIGN DATA WRAPPER nom OWNER TO { nouveauProprietaire | CURRENT_USER |
SESSION_USER }
ALTER FOREIGN DATA WRAPPER nom RENAME TO nouveauNom
```

Description

ALTER FOREIGN DATA WRAPPER modifie la définition d'un wrapper de données distantes. La première forme de la commande modifie les fonctions de support ou les options génériques du wrapper de données distantes (au moins une clause est nécessaire). La seconde forme modifie le propriétaire du wrapper de données distantes.

Seuls les superutilisateurs peuvent modifier les wrappers de données distantes. De plus, seuls les superutilisateurs peuvent être propriétaire de wrappers de données distantes.

Paramètres

nom

Le nom d'un wrapper de données distantes existant.

HANDLER *fonction_handler*

Spécifie une nouvelle fonction de gestion pour le wrapper de données distantes.

NO HANDLER

Cette clause est utilisée pour spécifier que le wrapper de données distantes ne doit plus avoir de fonction de gestion.

Notez que les tables distantes qui utilisent un wrapper de données distantes, sans fonction de gestion, ne peuvent pas être utilisées.

VALIDATOR *fonction_validation*

Indique une fonction de validation pour le wrapper de données distantes.

Notez qu'il est possible que des options pré-existantes du wrapper de données distantes, ou de ses serveurs, correspondances d'utilisateurs ou tables distantes, soient invalides d'après le nouveau validateur. PostgreSQL™ ne vérifie pas ça. C'est à l'utilisateur de s'assurer que ces options sont correctes avant d'utiliser le wrapper de données distantes modifié. Néanmoins, toute option précisée dans cette commande **ALTER FOREIGN DATA WRAPPER** seront vérifiées en utilisant le nouveau validateur.

NO VALIDATOR

Cette option est utilisée pour spécifier que le wrapper de données distantes n'aura plus de fonction de validation.

OPTIONS ([ADD | SET | DROP] *option* ['valeur'] [, ...])

Modifie les options du wrapper de données distantes. ADD, SET et DROP spécifient l'action à réaliser. ADD est pris par défaut si aucune opération n'est explicitement spécifiée. Les noms des options doivent être uniques ; les noms et valeurs sont validés en utilisant la fonction de validation du wrapper de données distantes.

nouveauProprietaire

Le nom du nouveau propriétaire du wrapper de données distantes.

nouveauNom

Le nouveau nom du wrapper de données distantes.

Exemples

Modifier wrapper de données distantes dbi, ajouter l'option foo, supprimer bar :

```
ALTER FOREIGN DATA WRAPPER dbi OPTIONS (ADD foo '1', DROP 'bar');
```

Modifier la fonction de validation du wrapper de données distantes dbi en bob.myvalidator :

```
ALTER FOREIGN DATA WRAPPER dbi VALIDATOR bob.myvalidator;
```

Compatibilité

ALTER FOREIGN DATA WRAPPER se conforme à ISO/IEC 9075-9 (SQL/MED). Néanmoins, les clauses HANDLER, VALIDATOR, OWNER TO et RENAME sont des extensions.

Voir aussi

[CREATE FOREIGN DATA WRAPPER\(7\)](#), [DROP FOREIGN DATA WRAPPER\(7\)](#)

Nom

ALTER FOREIGN TABLE — modifie la définition de la table distante

Synopsis

```
ALTER FOREIGN TABLE [ IF EXISTS ] [ ONLY ] nom [ * ]
    action [, ... ]
ALTER FOREIGN TABLE [ IF EXISTS ] [ ONLY ] nom [ * ]
    RENAME [ COLUMN ] nom_colonne TO nouveau_nom_colonne
ALTER FOREIGN TABLE [ IF EXISTS ] nom
    RENAME TO nouveau_nom
ALTER FOREIGN TABLE [ IF EXISTS ] nom
    SET SCHEMA nouveau_schéma
```

où *action* peut être :

```
ADD [ COLUMN ] nom_colonne type_données [ COLLATE collation ] [
constrainte_colonne [ ... ] ]
DROP [ COLUMN ] [ IF EXISTS ] nom_colonne [ RESTRICT | CASCADE ]
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne [ SET DATA ] TYPE type_données [ COLLATE collation ]
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne SET DEFAULT expression
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne DROP DEFAULT
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne { SET | DROP } NOT NULL
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne SET STATISTICS integer
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne SET ( option_attribut = valeur [, ...] )
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne RESET ( option_attribut [, ...] )
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne SET STORAGE { PLAIN | EXTERNAL | EXTENDED | MAIN }
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne OPTIONS ( [ ADD | SET | DROP ] option ['valeur'] [, ...] )
...
ADD constrainte_table [ NOT VALID ]
VALIDATE CONSTRAINT nom_constrainte
DROP CONSTRAINT [ IF EXISTS ] nom_constrainte [ RESTRICT | CASCADE ]
DISABLE TRIGGER [ nom_trigger | ALL | USER ]
ENABLE TRIGGER [ nom_trigger | ALL | USER ]
ENABLE REPLICA TRIGGER nom_trigger
ENABLE ALWAYS TRIGGER nom_trigger
SET WITH OIDS
SET WITHOUT OIDS
INHERIT table_parent
NO INHERIT table_parent
OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
OPTIONS ( [ ADD | SET | DROP ] option ['valeur'] [, ...] )
```

Description

ALTER FOREIGN TABLE modifie la définition d'une table distante existante. Il existe plusieurs variantes :

ADD COLUMN

Ajoute une nouvelle colonne à la table distante en utilisant une syntaxe identique à celle de CREATE FOREIGN TABLE(7). Contrairement au comportement de l'ajout d'une colonne à une table, rien ne se passe au niveau stockage : cette action déclare simplement qu'une nouvelle colonne est accessible via la table distante.

DROP COLUMN [IF EXISTS]

Supprime une colonne de la table. L'option CASCADE doit être utilisée lorsque des objets en dehors de la table dépendent de cette colonne, comme par exemple des références de clés étrangères ou des vues. Si IF EXISTS est indiqué et que la colonne n'existe pas, aucune erreur n'est renvoyée. Dans ce cas, un message d'avertissement est envoyé à la place.

SET DATA TYPE

Change le type d'une colonne de la table. Là-aussi, cela n'a aucun effet sur le stockage sous-jacent : cette action change simplement le type de la colonne, d'après PostgreSQL™.

SET/DROP DEFAULT

Ces clauses ajoutent ou suppriment une valeur par défaut pour une colonne. Les valeurs par défaut s'appliquent seulement pour les prochaines commandes **INSERT** et **UPDATE** ; elles ne changent rien aux lignes déjà présentes dans la table.

SET/DROP NOT NULL

Autorise / refuse l'ajout de valeurs NULL dans la colonne. SET NOT NULL ne peut être utilisé que si la colonne ne contient pas de valeurs NULL.

SET STATISTICS

Cette clause définit pour chaque colonne l'objectif de collecte de statistiques pour les opérations d'ANALYZE(7) ultérieures. Voir les clauses correspondantes de l'instruction ALTER TABLE(7) pour plus de détails.

SET (option_attribut = valeur [, . . .]), RESET (option_attribut [, . . .])

Cette clause définit ou met à zéro des options propres à une colonne. Voir les clauses correspondantes de l'instruction ALTER TABLE(7) pour plus de détails.

SET STORAGE

Cette clause configure le mode de stockage pour une colonne. Voir la clause similaire de ALTER TABLE(7) pour plus de détails. Notez que le mode de stockage n'a d'effet que si le wrapper de données distantes choisit de le prendre en compte.

ADD contrainte_table [NOT VALID]

Cette clause ajoute une nouvelle contrainte à une table distante, en utilisant la même syntaxe que CREATE FOREIGN TABLE(7). Seules les contraintes CHECK sont actuellement supportées.

Contrairement à l'ajout d'une contrainte sur une table standard, rien n'est tenté pour vérifier que la contrainte est vraie ; en fait, cette action déclare uniquement certaines conditions qui seront supposées vraies pour toutes les lignes de la table distante. (Voir la discussion dans CREATE FOREIGN TABLE(7).) Si la contrainte est marquée NOT VALID, alors elle n'est considérée vraie mais est enregistrée pour une utilisation future.

VALIDATE CONSTRAINT

Cette clause marque la validité d'une contrainte précédemment invalide (NOT VALID). Aucune vérification n'est effectuée pour s'assurer de la véracité de cette indication. Les prochaines requêtes supposeront que les données respectent cette contrainte.

DROP CONSTRAINT [IF EXISTS]

Cette clause supprime la contrainte indiquée sur la table distante. Si la clause IF EXISTS est précisée et que la contrainte n'existe pas, aucune erreur n'est renvoyée mais un message d'information apparaît.

DISABLE/ENABLE [REPLICIA | ALWAYS] TRIGGER

Ces syntaxes configurent le déclenchement des triggers positionnés sur la table distante. Voir la syntaxe similaire de ALTER TABLE(7) pour plus de détails.

OWNER

Change le propriétaire d'une table distante. Le nouveau propriétaire est celui passé en paramètre.

RENAME

Change le nom d'une table distante ou le nom d'une colonne individuelle de la table distante. Cela n'a aucun effet sur la donnée stockée.

SET SCHEMA

Déplace la table distante dans un autre schéma.

OPTIONS ([ADD | SET | DROP] option ['value'] [, . . .])

Modifie les options de la table distante et de ses colonnes. L'action à effectuer est spécifiée par ADD (ajout), SET (définition) ou DROP (suppression). Si aucune action n'est mentionnée, ADD est utilisée.

Les noms des options autorisées et leurs valeurs sont spécifiques à chaque wrapper de données distantes. L'utilisation répétée de la même option n'est pas autorisée (bien qu'il soit possible qu'une option de table et de colonne aie le même nom). Les noms d'option et leur valeur sont en outre validées par la bibliothèque du wrapper de données distantes.

À l'exception de RENAME et SET SCHEMA, toutes les actions peuvent être combinées en une liste de modifications appliquées parallèlement. Par exemple, il est possible d'ajouter plusieurs colonnes et/ou de modifier plusieurs colonnes en une seule commande.

Il faut être propriétaire de la table pour utiliser **ALTER FOREIGN TABLE**. Pour modifier le schéma d'une table, le droit CREATE sur le nouveau schéma est requis. Pour modifier le propriétaire de la table, il est nécessaire d'être un membre direct ou indirect du nouveau rôle et ce dernier doit avoir le droit CREATE sur le schéma de la table (ces restrictions assurent que la modification du propriétaire ne diffère en rien de ce qu'il est possible de faire par la suppression et la re-création de la table). Néanmoins, dans tous les cas, un superutilisateur peut modifier le propriétaire de n'importe quelle table). Pour ajouter une colonne ou modifier un type de colonne, vous devez aussi détenir le droit USAGE sur le type de donnée.

Paramètres

nom

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de la table à modifier.

nom_colonne

Le nom d'une colonne, existante ou nouvelle.

nouveau_nom_colonne

Le nouveau nom d'une colonne existante.

nouveau_nom

Le nouveau nom de la table.

type_données

Le type de données de la nouvelle colonne, ou le nouveau type de données d'une colonne existante.

CASCADE

Les objets qui dépendent de la colonne ou de la contrainte supprimée sont automatiquement supprimés (par exemple, les vues référençant la colonne), ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

La colonne ou la contrainte n'est pas supprimée si des objets en dépendent. C'est le comportement par défaut.

nom_trigger

Nom du trigger à activer ou désactiver.

ALL

Désactive ou active tous les triggers appartenant à la table distante. (Ceci requiert l'attribut superutilisateur si un des triggers est un trigger interne. Le moteur n'ajoute pas de tels triggers sur les tables distantes mais du code externe pourrait le faire.)

USER

Désactive ou active tous les triggers appartenant à la table distante, sauf pour les triggers internes.

nouveau_propriétaire

Le nom d'utilisateur du nouveau propriétaire de la table distante.

nouveau_schéma

Le nom du schéma vers lequel la table distante sera déplacée.

Notes

Le mot clé COLUMN n'est pas nécessaire. Il peut être omis.

La cohérence avec le serveur distant n'est pas vérifiée lorsqu'une colonne est ajoutée ou supprimée avec la commande ADD COLUMN ou DROP COLUMN, lorsqu'une contrainte CHECK ou NOT NULL est ajoutée, ou encore lorsqu'un type de colonne est modifié avec l'action SET DATA TYPE. Il est ainsi de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer que la définition de la table distante est compatible avec celle du serveur distant.

Voir la commande CREATE FOREIGN TABLE(7) pour une description plus complète des paramètres valides.

Exemples

Pour interdire les valeurs NULL sur une colonne :

```
ALTER FOREIGN TABLE distributeurs ALTER COLUMN rue SET NOT NULL;
```

Pour modifier les options d'une table distante :

```
ALTER FOREIGN TABLE mon_schema.distributeurs OPTIONS (ADD opt1 'valeur', SET opt2, 'valeur2', DROP opt3 'valeur3');
```

Compatibilité

Les actions ADD, DROP, et SET DATA TYPE sont conformes au standard SQL. Les autres actions sont des extensions PostgreSQL™ du standard SQL. De plus, la possibilité de combiner de multiples modifications en une seule commande **ALTER FOREIGN TABLE** est une extension PostgreSQL™.

La commande **ALTER FOREIGN TABLE DROP COLUMN** peut être utilisée pour supprimer jusqu'à la dernière colonne d'une table distante, permettant ainsi d'obtenir une table sans colonne. Il s'agit d'une extension du standard SQL, qui ne permet pas de gérer des tables sans colonnes.

Nom

ALTER FUNCTION — Modifier la définition d'une fonction

Synopsis

```
ALTER FUNCTION nom ( [ [ modearg ] [ nomarg ] typearg [, ...] ] )
    action [ ... ] [ RESTRICT ]
ALTER FUNCTION nom ( [ [ modearg ] [ nomarg ] typearg [, ...] ] )
    RENAME TO nouveau_nom
ALTER FUNCTION nom ( [ [ modearg ] [ nomarg ] typearg [, ...] ] )
    OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
ALTER FUNCTION nom ( [ [ modearg ] [ nomarg ] typearg [, ...] ] )
    SET SCHEMA nouveau_schema
ALTER FUNCTION nom ( [ [ modearg ] [ nomarg ] typearg [, ...] ] )
    DEPENDS ON EXTENSION nom_extension
```

où *action* peut être :

```
CALLED ON NULL INPUT | RETURNS NULL ON NULL INPUT | STRICT
IMMUTABLE | STABLE | VOLATILE | [ NOT ] LEAKPROOF
[ EXTERNAL ] SECURITY INVOKER | [ EXTERNAL ] SECURITY DEFINER
PARALLEL { UNSAFE | RESTRICTED | SAFE }
COST cout_execution
ROWS nb_lignes_resultat
SET parametre { TO | = } { valeur | DEFAULT }
SET parametre FROM CURRENT
RESET parametre
RESET ALL
```

Description

ALTER FUNCTION modifie la définition d'une fonction.

Seul le propriétaire de la fonction peut utiliser **ALTER FUNCTION**. Le privilège CREATE sur le nouveau schéma est requis pour pouvoir changer le schéma de la fonction. Pour modifier le propriétaire, il est nécessaire d'être membre direct ou indirect du nouveau rôle propriétaire. Ce dernier doit posséder le droit CREATE sur le schéma de la fonction. Ces restrictions assurent que la modification du propriétaire n'a pas d'effets autres que ceux obtenus par la suppression et la re-création de la fonction ; toutefois, un superutilisateur peut modifier le propriétaire de n'importe quelle fonction.

Paramètres

nom

Le nom de la fonction.

modearg

Le mode d'un argument : IN, OUT, INOUT ou VARIADIC. En cas d'omission, la valeur par défaut est IN. **ALTER FUNCTION** ne tient pas compte des arguments OUT, car seuls les arguments en entrée sont nécessaires pour déterminer l'identité de la fonction. Les arguments IN, INOUT et VARIADIC sont donc suffisants.

nomarg

Le nom d'un argument. **ALTER FUNCTION** ne tient pas compte des noms des arguments, car seuls les types de données des arguments sont nécessaires pour déterminer l'identité d'une fonction.

typearg

Le(s) type(s) de données des arguments de la fonction (éventuellement qualifié(s) du nom du schéma).

nouveau_nom

Le nouveau nom de la fonction.

nouveau_proprietaire

Le nouveau propriétaire de la fonction. Si cette fonction est marquée SECURITY DEFINER, elle s'exécute par la suite sous cette identité.

nouveau_schema

Le nouveau schéma de la fonction.

extension_name

Le nom de l'extension dont la fonction dépend.

CALLED ON NULL INPUT, RETURNS NULL ON NULL INPUT, STRICT

CALLED ON NULL INPUT modifie la fonction pour qu'elle puisse être appelée avec des arguments NULL. RETURNS NULL ON NULL INPUT et STRICT modifie la fonction pour qu'elle ne soit pas appelée si un des arguments est NULL ; un résultat NULL est alors automatiquement déterminé. Voir CREATE FUNCTION(7) pour plus d'informations.

IMMUTABLE, STABLE, VOLATILE

Modifie la volatilité de la fonction. Voir CREATE FUNCTION(7) pour plus d'informations.

[EXTERNAL] SECURITY INVOKER, [EXTERNAL] SECURITY DEFINER

Précise si la fonction doit être appelée avec les droits de l'utilisateur qui l'a créée. Le mot clé EXTERNAL, ignoré, existe pour des raisons de compatibilité SQL. Voir CREATE FUNCTION(7) pour plus d'informations.

PARALLEL

Indique si la fonction peut être exécutée en parallèle. Voir CREATE FUNCTION(7) pour les détails.

LEAKPROOF

Indique si la fonction doit être considérée comme étant étanche (*leakproof*). Voir CREATE FUNCTION(7) pour plus d'informations.

COST cout_execution

Modifie l'estimation du coût d'exécution de la fonction. Voir CREATE FUNCTION(7) pour plus d'informations.

ROWS nb_lignes_resultat

Modifie l'estimation du nombre de lignes renvoyées par une fonction SRF. Voir CREATE FUNCTION(7) pour plus d'informations.

parametre, valeur

Ajoute ou modifie l'initialisation d'un paramètre de configuration lorsque la fonction est appelée. Si *valeur* est DEFAULT ou, de façon équivalente, si RESET est utilisé, le paramètre local de la fonction est supprimée pour que la fonction s'exécute avec la valeur par défaut du paramètre. Utiliser RESET ALL supprime tous les valeurs spécifiques des paramètres pour cette fonction. SET FROM CURRENT sauvegarde la valeur actuelle du paramètre quand **ALTER FUNCTION** est exécuté comme valeur à appliquer lors de l'exécution de la fonction.

Voir SET(7) et Chapitre 19, Configuration du serveur pour plus d'informations sur les noms des paramètres et les valeurs autorisées.

RESTRICT

Ignoré, présent pour des raisons de conformité avec le standard SQL.

Exemples

Renommer la fonction `sqrt` pour le type integer en `square_root` :

```
ALTER FUNCTION sqrt(integer) RENAME TO square_root;
```

Changer le propriétaire de la fonction `sqrt` pour le type integer en `joe` :

```
ALTER FUNCTION sqrt(integer) OWNER TO joe;
```

Modifier le schéma de la fonction `sqrt` du type integer par `maths` :

```
ALTER FUNCTION sqrt(integer) SET SCHEMA maths;
```

Pour marquer la fonction `sqrt` du type integer comme dépendant de l'extension `mathlib` :

```
ALTER FUNCTION sqrt(integer) DEPENDS ON EXTENSION mathlib;
```

Pour ajuster automatiquement le chemin de recherche des schémas pour une fonction :

```
ALTER FUNCTION verifie_motdepasse(text) SET search_path = admin, pg_temp;
```

Pour désactiver le paramètre `search_path` d'une fonction :

```
ALTER FUNCTION verifie_motdepasse(text) RESET search_path;
```

La fonction s'exécutera maintenant avec la valeur de la session pour cette variable.

Compatibilité

La compatibilité de cette instruction avec l'instruction **ALTER FUNCTION** du standard SQL est partielle. Le standard autorise la modification d'un plus grand nombre de propriétés d'une fonction mais ne laisse pas la possibilité de renommer une fonction, de placer le commutateur `SECURITY DEFINER` sur la fonction, d'y attacher des valeurs de paramètres ou d'en modifier le propriétaire, le schéma ou la volatilité. Le standard requiert le mot clé `RESTRICT` ; il est optionnel avec PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE FUNCTION\(7\)](#), [DROP FUNCTION\(7\)](#)

Nom

ALTER GROUP — Modifier le nom d'un rôle ou la liste de ses membres

Synopsis

```
+ALTER GROUP specification_role ADD USER nom_utilisateur [ , ... ]  
ALTER GROUP specification_role DROP USER nom_utilisateur [ , ... ]
```

où *specification_role* peut valoir :

<i>nom_rôle</i>	CURRENT_USER
	SESSION_USER

```
ALTER GROUP nom_groupe RENAME TO nouveau_nom
```

Description

ALTER GROUP modifie les attributs d'un groupe d'utilisateurs. Cette commande est obsolète, mais toujours acceptée pour des raisons de compatibilité ascendante. Les groupes (et les utilisateurs) ont été remplacés par le concept plus général de rôles.

Les deux premières formes ajoutent des utilisateurs à un groupe ou en suppriment. Tout rôle peut être ici « utilisateur » ou « groupe ». Ces variantes sont réellement équivalentes à la promotion ou la révocation de l'appartenance au rôle nommé « groupe » ; il est donc préférable d'utiliser GRANT(7) et REVOKE(7) pour le faire.

La troisième forme change le nom du groupe. Elle est strictement équivalente au renommage du rôle par ALTER ROLE(7).

Paramètres

nom_groupe

Le nom du groupe (rôle) à modifier.

nom_utilisateur

Les utilisateurs (rôles) à ajouter au groupe ou à en enlever. Les utilisateurs doivent préalablement exister ; **ALTER GROUP** ne crée pas et ne détruit pas d'utilisateur.

nouveau_nom

Le nouveau nom du groupe.

Exemples

Ajouter des utilisateurs à un groupe :

```
ALTER GROUP staff ADD USER karl, john;
```

Supprimer des utilisateurs d'un groupe :

```
ALTER GROUP workers DROP USER beth;
```

Compatibilité

Il n'existe pas de relation **ALTER GROUP** en SQL standard.

Voir aussi

GRANT(7), REVOKE(7), ALTER ROLE(7)

Nom

ALTER INDEX — Modifier la définition d'un index

Synopsis

```
ALTER INDEX [ IF EXISTS ] nom RENAME TO nouveau_nom  
ALTER INDEX [ IF EXISTS ] nom SET TABLESPACE nom_espace_logique  
ALTER INDEX nom DEPENDS ON EXTENSION nom_extension  
ALTER INDEX [ IF EXISTS ] nom SET ( paramètre_stockage = valeur [, ...] )  
ALTER INDEX [ IF EXISTS ] nom RESET ( paramètre_stockage [, ...] )  
ALTER INDEX ALL IN TABLESPACE name [ OWNED BY nom_rôle [, ...] ]  
    SET TABLESPACE new_tablespace [ NOWAIT ]
```

Description

ALTER INDEX modifie la définition d'un index. Il existe plusieurs formes de l'instruction :

RENAME

La forme RENAME modifie le nom de l'index. Cela n'a aucun effet sur les données stockées.

SET TABLESPACE

Cette forme remplace le tablespace de l'index par le tablespace spécifié et déplace le(s) fichier(s) de données associé(s) à l'index dans le nouveau tablespace. Pour modifier le tablespace d'un index, vous devez être le propriétaire de l'index et avoir le droit CREATE sur le nouveau tablespace. Toutes les index d'un tablespace de la base de données actuelle peuvent être déplacés en utilisant la forme ALL IN TABLESPACE, qui verrouillera tous les index à déplacer, puis les déplacera un par un. Cette forme supporte aussi la clause OWNED BY, qui ne déplacera que les index dont les propriétaires sont indiqués. Si l'option NOWAIT est spécifié, alors la commande échouera si elle est incapable de récupérer immédiatement tous les verrous requis. Notez que les catalogues systèmes ne seront pas déplacés par cette commande. Dans ce cas, il faut utiliser ALTER DATABASE ou ALTER INDEX. Voir aussi CREATE TABLESPACE(7).

DEPENDS ON EXTENSION

Cette clause marque l'index comme dépendant de l'extension, pour qu'en cas de suppression de l'extension, l'index soit automatiquement supprimé.

SET (paramètre_stockage = valeur [, ...])

Cette forme modifie un ou plusieurs paramètres spécifiques à la méthode d'indexage de cet index. Voir CREATE INDEX(7) pour les détails sur les paramètres disponibles. Notez que le contenu de l'index ne sera pas immédiatement modifié par cette commande ; suivant le paramètre, vous pouvez avoir besoin de reconstruire l'index avec REINDEX(7) pour obtenir l'effet désiré.

RESET (paramètre_stockage [, ...])

Cette forme réinitialise un ou plusieurs paramètres de stockage spécifiques à la méthode d'indexage à leurs valeurs par défaut. Comme avec SET, un REINDEX peut être nécessaire pour mettre à jour l'index complètement.

Paramètres

IF EXISTS

Ne retourne pas d'erreur si l'index n'existe pas. Seul un message d'avertissement est retourné dans ce cas.

nom

Le nom de l'index à modifier (éventuellement qualifié du nom du schéma).

nouveau_nom

Le nouveau nom de l'index.

nom_espace_logique

Le nom du tablespace dans lequel déplacer l'index.

nom_extension

Le nom de l'extension dont l'index dépend.

paramètre_stockage

Le nom du paramètre de stockage spécifique à la méthode d'indexage.

valeur

La nouvelle valeur du paramètre de stockage spécifique à la méthode d'indexage. Cette valeur peut être un nombre ou une chaîne suivant le paramètre.

Notes

Ces opérations sont aussi possibles en utilisant ALTER TABLE(7). **ALTER INDEX** n'est en fait qu'un alias pour les formes d'**ALTER TABLE** qui s'appliquent aux index.

Auparavant, il existait une variante **ALTER INDEX OWNER** mais elle est maintenant ignorée (avec un message d'avertissement). Un index ne peut pas avoir un propriétaire différent de celui de la table. Modifier le propriétaire de la table modifie automatiquement celui de l'index.

Il est interdit de modifier toute partie d'un index du catalogue système.

Exemples

Renommer un index existant :

```
ALTER INDEX distributeurs RENAME TO fournisseurs;
```

Déplacer un index dans un autre tablespace :

```
ALTER INDEX distributeurs SET TABLESPACE espaceelogiquerapide;
```

Pour modifier le facteur de remplissage d'un index (en supposant que la méthode d'indexage le supporte) :

```
ALTER INDEX distributeurs SET (fillfactor = 75);
REINDEX INDEX distributeurs;
```

Compatibilité

ALTER INDEX est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE INDEX\(7\)](#), [REINDEX\(7\)](#)

Nom

ALTER LANGUAGE — Modifier la définition d'un langage procédural

Synopsis

```
ALTER LANGUAGE nom RENAME TO nouveau_nom
```

```
ALTER LANGUAGE nom OWNER TO { nouveau_proprietaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
```

Description

ALTER LANGUAGE modifie la définition d'un langage. Les seules fonctionnalités disponibles sont le renommage du langage et son changement de propriétaire. Vous devez être soit un super-utilisateur soit le propriétaire du langage pour utiliser **ALTER LANGUAGE**.

Paramètres

nom

Le nom du langage.

nouveau_nom

Le nouveau nom du langage.

new_owner

Le nouveau propriétaire du langage

Compatibilité

Il n'existe pas de relation **ALTER LANGUAGE** dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE LANGUAGE\(7\)](#), [DROP LANGUAGE\(7\)](#)

Nom

ALTER LARGE OBJECT — Modifier la définition d'un Large Object

Synopsis

```
ALTER LARGE OBJECT oid_large_object OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER |  
SESSION_USER }
```

Description

ALTER LARGE OBJECT modifie la définition d'un « Large Object ». La seule fonctionnalité disponible est l'affectation d'un nouveau propriétaire. Vous devez être un superutilisateur ou le propriétaire du « Large Object » pour utiliser **ALTER LARGE OBJECT**.

Paramètres

oid_large_object
OID d'un « Large Object » à modifier

nouveau_propriétaire
Le nouveau propriétaire du « Large Object »

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **ALTER LARGE OBJECT** dans le standard SQL.

Voir aussi

Chapitre 33, Objets larges

Nom

ALTER MATERIALIZED VIEW — modifier la définition d'une vue matérialisée

Synopsis

```
ALTER MATERIALIZED VIEW [ IF EXISTS ] nom
    action [, ... ]
ALTER MATERIALIZED VIEW nom
    DEPENDS ON EXTENSION nom_extension
ALTER MATERIALIZED VIEW [ IF EXISTS ] nom
    RENAME [ COLUMN ] nom_colonne TO nouveau_nom_colonne
ALTER MATERIALIZED VIEW [ IF EXISTS ] nom
    RENAME TO nouveau_nom
ALTER MATERIALIZED VIEW [ IF EXISTS ] nom
    SET SCHEMA nouveau_schéma
ALTER MATERIALIZED VIEW ALL IN TABLESPACE nom [ OWNED BY nom_role [, ... ] ]
    SET TABLESPACE nouveau_tablespace [ NOWAIT ]
```

où *action* fait partie
de :

```
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne SET STATISTICS integer
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne SET ( option_attribut = valeur [, ... ] )
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne RESET ( option_attribut [, ... ] )
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne SET STORAGE { PLAIN | EXTERNAL | EXTENDED | MAIN }
CLUSTER ON nom_index
SET WITHOUT CLUSTER
SET ( paramètre_stockage = valeur [, ... ] )
RESET ( paramètre_stockage [, ... ] )
OWNER TO { nouveauPropriétaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
```

Description

ALTER MATERIALIZED VIEW modifie les différentes propriétés d'une vue matérialisée existante.

Vous devez être le propriétaire d'une vue matérialisée pour utiliser **ALTER MATERIALIZED VIEW**. Pour changer le schéma d'une vue matérialisée, vous devez aussi avoir le droit CREATE sur le nouveau schéma. Pour modifier le propriétaire, vous devez aussi être un membre direct ou indirect du nouveau rôle propriétaire et ce rôle doit avoir le droit CREATE sur le schéma de la vue matérialisée. (Ces restrictions assurent que la modification du propriétaire ne vous permet pas plus que ce que vous pourriez faire en supprimant ou récréant la vue matérialisée. Néanmoins, un superutilisateur peut modifier le propriétaire d'une vue.)

La clause DEPENDS ON EXTENSION marque la vue matérialisée comme dépendante d'une extension. Ceci permet de supprimer la vue matérialisée quand l'extension est supprimée.

Les différentes formes et actions disponibles pour **ALTER MATERIALIZED VIEW** sont un sous-ensemble de celles disponibles pour **ALTER TABLE**, et ont la même signification quand elles sont utilisées pour les vues matérialisées. Pour plus de détails, voir les descriptions sur **ALTER TABLE(7)**.

Paramètres

nom

Nom, potentiellement qualifié du nom du schéma, d'une vue matérialisée existante.

nom_colonne

Nom d'une colonne nouvelle ou déjà existante.

nom_extension

Nom de l'extension dont dépend la vue matérialisée.

nouveau_nom_colonne

Nouveau nom d'une colonne existante.

nouveau_propriétaire

Nom utilisateur du nouveau propriétaire de la vue matérialisée.

nouveau_nom

Nouveau nom de la vue matérialisée.

nouveau_schéma

Nouveau schéma de la vue matérialisée.

Exemples

Renommer la vue matérialisée `truc` en `chose` :

```
ALTER MATERIALIZED VIEW truc RENAME TO chose;
```

Compatibilité

ALTER MATERIALIZED VIEW est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE MATERIALIZED VIEW\(7\)](#), [DROP MATERIALIZED VIEW\(7\)](#), [REFRESH MATERIALIZED VIEW\(7\)](#)

Nom

ALTER OPERATOR — Modifier la définition d'un opérateur

Synopsis

```
+ALTER OPERATOR nom ( { type_gauche | NONE } , { type_droit | NONE } )
  OWNER TO { nouveau_PROPRIÉTAIRE | CURRENT_USER | SESSION_USER }

ALTER OPERATOR nom ( { type_gauche | NONE } , { type_droit | NONE } )
  SET SCHEMA nouveau_SCHEMA

ALTER OPERATOR nom ( { type_gauche | NONE } , { type_droit | NONE } )
  SET ( { RESTRICT = { proc_res | NONE }
        | JOIN = { proc_join | NONE }
      } [ , ... ] )
```

Description

ALTER OPERATOR modifie la définition d'un opérateur.

Seul le propriétaire de l'opérateur peut utiliser **ALTER OPERATOR**. Pour modifier le propriétaire, il est nécessaire d'être un membre direct ou indirect du nouveau rôle propriétaire, et ce rôle doit avoir le droit CREATE sur le schéma de l'opérateur. Ces restrictions assurent que la modification du propriétaire produise le même résultat que la suppression et la re-création de l'opérateur ; néanmoins, un superutilisateur peut modifier le propriétaire de n'importe quel opérateur.

Paramètres

nom

Le nom de l'opérateur (éventuellement qualifié du nom du schéma).

type_gauche

Le type de données de l'opérande gauche de l'opérateur ; NONE si l'opérateur n'a pas d'opérande gauche.

type_droit

Le type de données de l'opérande droit de l'opérateur ; NONE si l'opérateur n'a pas d'opérande droit.

nouveau_PROPRIÉTAIRE

Le nouveau propriétaire de l'opérateur.

nouveau_SCHEMA

Le nouveau schéma de l'opérateur.

proc_res

La fonction d'estimation de la sélectivité de restriction pour cet opérateur ; écrire NONE pour supprimer cet estimateur.

join_proc

La fonction d'estimation de la sélectivité de jointure pour cet opérateur ; écrire NONE pour supprimer cet estimateur.

Exemples

Modifier le propriétaire d'un opérateur personnalisé `a @@ b` pour le type text :

```
ALTER OPERATOR @@ (text, text) OWNER TO joe;
```

Modifier les fonctions de sélectivité de restriction et de jointure pour un opérateur personnalisé `a && b` pour le type int[]:

```
ALTER OPERATOR && (_int4, _int4) SET (RESTRICT = _int_contsel, JOIN = _int_contjoinsel);
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instructions **ALTER OPERATOR** dans le standard SQL.

Voir aussi

CREATE OPERATOR(7), DROP OPERATOR(7)

Nom

ALTER OPERATOR CLASS — Modifier la définition d'une classe d'opérateur

Synopsis

```
ALTER OPERATOR CLASS nom USING méthode_indexage
    RENAME TO nouveau_nom

ALTER OPERATOR CLASS nom USING méthode_indexage
    OWNER TO { nouveau_PROPRIÉTAIRE | CURRENT_USER | SESSION_USER }

ALTER OPERATOR CLASS nom USING méthode_indexage
    SET SCHEMA nouveau_SCHEMA
```

Description

ALTER OPERATOR CLASS modifie la définition d'une classe d'opérateur.

Seul le propriétaire de la classe d'opérateur peut utiliser **ALTER OPERATOR CLASS**. Pour modifier le propriétaire, il est obligatoire d'être un membre direct ou indirect du nouveau rôle propriétaire. Ce rôle doit posséder le privilège CREATE sur le schéma de la classe d'opérateur. Ces restrictions assurent que la modification du propriétaire produise le même effet que celui obtenu par la suppression et la re-création de la classe d'opérateur ; néanmoins, un superutilisateur peut modifier le propriétaire de n'importe quelle classe d'opérateur.

Paramètres

nom

Le nom d'une classe d'opérateur.

méthode_indexage

Le nom de la méthode d'indexage à laquelle associer la classe d'opérateur.

nouveau_nom

Le nouveau nom de la classe d'opérateur.

nouveau_PROPRIÉTAIRE

Le nouveau propriétaire de la classe d'opérateur.

nouveau_SCHEMA

Le nouveau schéma de la classe d'opérateur.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **ALTER OPERATOR CLASS** dans le standard SQL.

Voir aussi

CREATE OPERATOR CLASS(7), DROP OPERATOR CLASS(7), ALTER OPERATOR FAMILY(7)

Nom

ALTER OPERATOR FAMILY — Modifier la définition d'une famille d'opérateur

Synopsis

```
ALTER OPERATOR FAMILY nom USING methode_indexage ADD
{   OPERATOR numéro_stratégie nom_opérateur ( type_op, type_op )
    [ FOR SEARCH | FOR ORDER BY nom_famille_tri ]
    | FUNCTION numero_support ( ( type_op [ , type_op ] ) )
        nom_fonction ( type_argument [ , ... ] )
    } [ , ... ]
ALTER OPERATOR FAMILY nom USING methode_indexage DROP
{   OPERATOR numero_stratégie ( type_op [ , type_op ] )
    | FUNCTION numero_support ( type_op [ , type_op ] )
} [ , ... ]
ALTER OPERATOR FAMILY nom USING methode_indexation
    RENAME TO nouveau_nom
ALTER OPERATOR FAMILY nom USING methode_indexation
    OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
ALTER OPERATOR FAMILY nom USING methode_indexation
    SET SCHEMA nouveau_schéma
```

Description

ALTER OPERATOR FAMILY modifie la définition d'une famille d'opérateur. Vous pouvez ajouter des opérateurs et des fonctions du support à la famille, les supprimer ou modifier le nom et le propriétaire de la famille.

Quand les opérateurs et fonctions de support sont ajoutés à une famille avec la commande ALTER OPERATOR FAMILY, ils ne font partie d'aucune classe d'opérateur spécifique à l'intérieur de la famille. Ils sont « lâches » dans la famille. Ceci indique que ces opérateurs et fonctions sont compatibles avec la sémantique de la famille mais qu'ils ne sont pas requis pour un fonctionnement correct d'un index spécifique. (Les opérateurs et fonctions qui sont ainsi nécessaires doivent être déclarés comme faisant partie d'une classe d'opérateur ; voir CREATE OPERATOR CLASS(7).) PostgreSQL™ la suppression des membres lâches d'une famille à tout moment, mais les membres d'une classe d'opérateur ne peuvent pas être supprimés sans supprimer toute la classe et les index qui en dépendent. Typiquement, les opérateurs et fonctions sur un seul type de données font partie des classes d'opérateurs car ils ont besoin de supporter un index sur ce type de données spécifique alors que les opérateurs et familles inter-types sont fait de membres lâches de la famille.

Vous devez être superutilisateur pour utiliser ALTER OPERATOR FAMILY. (Cette restriction est faite parce qu'une définition erronée d'une famille d'opérateur pourrait gêner voire même arrêter brutalement le serveur.)

ALTER OPERATOR FAMILY ne vérifie pas encore si la définition de l'opérateur de famille inclut tous les opérateurs et fonctions requis par la méthode d'indexage, ni si les opérateurs et les fonctions forment un ensemble cohérent et suffisant. C'est de la responsabilité de l'utilisateur de définir une famille d'opérateur valide.

Voir Section 36.14, « Interfacer des extensions d'index » pour plus d'informations.

Paramètres

nom

Le nom d'une famille d'opérateur (pouvant être qualifié du schéma).

methode_indexage

Le nom de la méthode d'indexage.

numero_stratégie

Le numéro de stratégie de la méthode d'indexage pour un opérateur associé avec la famille.

nom_operateur

Le nom d'un opérateur (pouvant être qualifié du schéma) associé avec la famille d'opérateur.

type_op

Dans une clause **OPERATOR**, les types de données en opérande de l'opérateur, ou **NONE** pour signifier un opérateur unaire. Contrairement à la syntaxe comparable de **CREATE OPERATOR CLASS**, les types de données en opérande doivent toujours être précisés.

Dans une clause **ADD FUNCTION**, les types de données des opérandes que la fonction est sensée supporter, si différent des types de données en entrée de la fonction. Pour les fonctions de comparaison des index B-tree et hash, il n'est pas strictement nécessaire de spécifier *op_type* car les types de données en entrée de la fonction sont toujours les bons à utiliser. Pour les fonctions de tri des index B-tree ainsi que pour toutes les fonctions des classes d'opérateur GIST, SP-GiST et GIN, il est nécessaire de spécifier le type de données en entrée qui sera utilisé par la fonction.

Dans une clause **DROP FUNCTION**, les types de données en opérande que la fonction est sensée supporter doivent être précisés. Pour les index GiST, SP-GiST et GIN, les types en question pourraient ne pas être identiques aux des arguments en entrée de la fonction.

nom_famille_tri

Le nom d'une famille d'opérateur **btree** (pouvant être qualifié du schéma) décrivant l'ordre de tri associé à l'opérateur de tri.

Si ni **FOR SEARCH** ni **FOR ORDER BY** ne sont indiqués, **FOR SEARCH** est la valeur par défaut.

numero_support

Le numéro de la procédure de support de la méthode d'indexage associé avec la famille d'opérateur.

nom_fonction

Le nom (pouvant être qualifié du schéma) d'une fonction qui est une procédure de support de la méthode d'indexage pour la famille d'opérateur.

argument_types

Les types de données pour les arguments de la fonction.

nouveau_nom

Le nouveau nom de la famille d'opérateur

nouveau_proprietaire

Le nouveau propriétaire de la famille d'opérateur

nouveau_schéma

Le nouveau schéma de la famille d'opérateur.

Les clauses **OPERATOR** et **FUNCTION** peuvent apparaître dans n'importe quel ordre.

Notes

Notez que la syntaxe **DROP** spécifie uniquement le « slot » dans la famille d'opérateur, par stratégie ou numéro de support et types de données en entrée. Le nom de l'opérateur ou de la fonction occupant le slot n'est pas mentionné. De plus, pour **DROP FUNCTION**, les types à spécifier sont les types de données en entrée que la fonction doit supporter ; pour les index GIN et GiST, ceci pourrait ne rien avoir à faire avec les types d'argument en entrée de la fonction.

Comme le processus des index ne vérifie pas les droits sur les fonctions avant de les utiliser, inclure une fonction ou un opérateur dans une famille d'opérateur est équivalent à donner le droit d'exécution à public. Ceci n'est généralement pas un problème pour les tris de fonction qui sont utiles à une famille d'opérateur.

Les opérateurs ne doivent pas être définis par des fonctions SQL. Une fonction SQL risque d'être remplacée dans la requête appellante, ce qui empêchera l'optimiseur de savoir si la requête peut utiliser un index.

Avant PostgreSQL™ 8.4, la clause **OPERATOR** pouvait inclure une option **RECHECK**. Ce n'est plus supporté parce que le fait qu'un opérateur d'index soit « à perte » est maintenant déterminé à l'exécution. Cela permet une gestion plus efficace des cas où un opérateur pourrait ou non être à perte.

Exemples

La commande exemple suivant ajoute des opérateurs inter-type de données et ajoute les fonctions de support pour une famille d'opérateur qui contient déjà les classes d'opérateur **B_tree** pour les types de données **int4** et **int2**.

```
ALTER OPERATOR FAMILY integer_ops USING btree ADD
  -- int4 vs int2
  OPERATOR 1 < (int4, int2),
  OPERATOR 2 <= (int4, int2),
  OPERATOR 3 = (int4, int2),
```

```
OPERATOR 4 >= (int4, int2) ,
OPERATOR 5 > (int4, int2) ,
FUNCTION 1 btint42cmp(int4, int2) ,

-- int2 vs int4
OPERATOR 1 < (int2, int4) ,
OPERATOR 2 <= (int2, int4) ,
OPERATOR 3 = (int2, int4) ,
OPERATOR 4 >= (int2, int4) ,
OPERATOR 5 > (int2, int4) ,
FUNCTION 1 btint24cmp(int2, int4) ;
```

Pour supprimer de nouveau ces entrées :

```
ALTER OPERATOR FAMILY integer_ops USING btree DROP

-- int4 vs int2
OPERATOR 1 (int4, int2) ,
OPERATOR 2 (int4, int2) ,
OPERATOR 3 (int4, int2) ,
OPERATOR 4 (int4, int2) ,
OPERATOR 5 (int4, int2) ,
FUNCTION 1 (int4, int2) ,

-- int2 vs int4
OPERATOR 1 (int2, int4) ,
OPERATOR 2 (int2, int4) ,
OPERATOR 3 (int2, int4) ,
OPERATOR 4 (int2, int4) ,
OPERATOR 5 (int2, int4) ,
FUNCTION 1 (int2, int4) ;
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **ALTER OPERATOR FAMILY** dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE OPERATOR FAMILY\(7\)](#), [DROP OPERATOR FAMILY\(7\)](#), [CREATE OPERATOR CLASS\(7\)](#), [ALTER OPERATOR CLASS\(7\)](#), [DROP OPERATOR CLASS\(7\)](#)

Nom

ALTER POLICY — modifie la définition du niveau d'ordre de la politique de sécurité

Synopsis

```
ALTER POLICY nom ON nom_table RENAME TO nouveau_nom
ALTER POLICY nom ON nom_table
  [ TO { nom_role | PUBLIC | CURRENT_USER | SESSION_USER } [ , ... ] ]
  [ USING ( expression_USING ) ]
  [ WITH CHECK ( expression_CHECK ) ]
```

Description

ALTER POLICY modifie la définition du niveau d'ordre existant de la politique de sécurité.

Pour vous servir de la commande **ALTER POLICY**, vous devez être propriétaire de la table à laquelle cette politique s'applique.

Dans la deuxième forme de **ALTER POLICY**, la liste des rôles, *expression_USING* et *expression_CHECK* sont remplacés de manière indépendante s'ils sont spécifiés. Lorsqu'une des clauses n'est pas spécifiée, la partie correspondante dans la politique de sécurité n'est pas modifiée.

Paramètres

nom

Le nom de la politique existante à modifier.

nom_table

Le nom de la table sur laquelle la politique est appliquée (éventuellement qualifiée par le schéma).

nouveau_nom

Le nouveau nom de la politique.

nom_role

Le ou les rôle(s) auxquels la politique s'applique. Plusieurs rôles peuvent être spécifiés en une fois. Pour appliquer la politique à tous les rôles, vous pouvez utiliser PUBLIC.

expression_USING

Expression définie pour la clause USING de la politique. Voir CREATE POLICY(7) pour plus de détails.

check_expression

Expression définie pour la clause WITH CHECK de la politique. Voir CREATE POLICY(7) pour plus de détails.

Compatibilité

ALTER POLICY est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

CREATE POLICY(7), DROP POLICY(7)

Nom

ALTER ROLE — Modifier un rôle de base de données

Synopsis

```
ALTER ROLE spécification_rôle [ WITH ] option [ . . . ]
```

où *option* peut être :

SUPERUSER NOSUPERUSER	CREATEDB NOCREATEDB
CREATEROLE NOCREATEROLE	INHERIT NOINHERIT
LOGIN NOLOGIN	REPLICATION NOREPLICATION
BYPASSRLS NOBYPASSRLS	CONNECTION LIMIT <i>limiteconnexion</i>
[ENCRYPTED UNENCRYPTED] PASSWORD ' <i>motdepasse</i> '	VALID UNTIL ' <i>dateheure</i> '

```
ALTER ROLE nom RENAME TO nouveau_nom
```

```
ALTER ROLE { spécification_rôle | ALL } [ IN DATABASE nom_base ] SET
paramètre_configuration { TO | = } { value | DEFAULT }
ALTER ROLE { spécification_rôle | ALL } [ IN DATABASE nom_base ] SET
paramètre_configuration FROM CURRENT
ALTER ROLE { spécification_rôle | ALL } [ IN DATABASE nom_base ] RESET
paramètre_configuration
ALTER ROLE { spécification_rôle | ALL } [ IN DATABASE nom_base ] RESET ALL
```

où *spécification_rôle* peut valoir :

[GROUP] <i>nom_rôle</i>	CURRENT_USER
SESSION_USER	

Description

ALTER ROLE modifie les attributs d'un rôle PostgreSQL™.

La première variante listée dans le synopsis, permet de modifier la plupart des attributs de rôle spécifiables dans la commande CREATE ROLE(7) (à lire pour plus de détails). (Tous les attributs possibles sont couverts, à l'exception de la gestion des appartenances ; GRANT(7) et REVOKE(7) sont utilisés pour cela.) Les attributs qui ne sont pas mentionnés dans la commande conservent leur paramétrage précédent. Tous ces attributs peuvent être modifiés pour tout rôle par les superutilisateurs de base de données. Les rôles qui possèdent le privilège CREATEROLE peuvent modifier ces paramètres, mais uniquement pour les rôles qui ne sont pas superutilisateur. Les rôles ordinaires ne peuvent modifier que leur mot de passe.

La deuxième variante permet de modifier le nom du rôle. Les superutilisateurs peuvent renommer n'importe quel rôle. Les rôles disposant du droit CREATEROLE peuvent renommer tout rôle qui n'est pas superutilisateur. L'utilisateur de la session en cours ne peut pas être renommé. (On se connectera sous un autre utilisateur pour cela.) Comme les mots de passe chiffrés par MD5 utilisent le nom du rôle comme grain de chiffrement, renommer un rôle efface son mot de passe si ce dernier est chiffré avec MD5.

Les autres variantes modifient la valeur par défaut d'une variable de configuration de session pour un rôle, soit pour toutes les bases soit, quand la clause IN DATABASE est spécifiée, uniquement pour les sessions dans la base nommée. Si ALL est indiqué à la place d'un nom de rôle, ceci modifie le paramétrage de tous les rôles. Utiliser ALL avec IN DATABASE est en effet identique à utiliser la commande ALTER DATABASE ... SET

Quand le rôle lance une nouvelle session après cela, la valeur spécifiée devient la valeur par défaut de la session, surchargeant tout paramétrage présent dans postgresql.conf ou provenant de la ligne de commande de **postgres**. Ceci arrive seulement lors de la connexion ; exécuter SET ROLE(7) ou SET SESSION AUTHORIZATION(7) ne cause pas la configuration de nouvelles valeurs pour les paramètres. L'ensemble des paramètres pour toutes les bases est surchargé par les paramètres spécifique à cette base attachés à un rôle. La configuration pour une base de données spécifique ou pour un rôle spécifique surcharge la configuration pour tous les rôles.

Les superutilisateurs peuvent modifier les valeurs de session de n'importe quel utilisateur. Les rôles disposant du droit CREA-

TEROLE peuvent modifier les valeurs par défaut pour les rôles ordinaires (non superutilisateurs et non réPLICATION). Les rôles standards peuvent seulement configurer des valeurs par défaut pour eux-mêmes. Certaines variables ne peuvent être configurées de cette façon ou seulement par un superutilisateur. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier un paramétrage pour tous les rôles dans toutes les bases de données.

Paramètres

nom

Le nom du rôle dont les attributs sont modifiés.

CURRENT_USER

Modifie l'utilisateur actuel au lieu d'un rôle identifié explicitement.

SESSION_USER

Modifie l'utilisateur de la session courante au lieu d'un rôle identifié explicitement.

SUPERUSER, NOSUPERUSER, CREATEDB, NOCREATEDB, CREATEROLE, NOCREATEROLE, INHERIT, NOINHERIT, LOGIN, NOLOGIN, REPLICATION, NOREPLICATION, BYPASSRLS, NOBYPASSRLS, CONNECTION LIMIT *limite_connexion*, PASSWORD *motdepasse*, ENCRYPTED, UNENCRYPTED, VALID UNTIL '*dateheure*'

Ces clauses modifient les attributs originiairement configurés par CREATE ROLE(7). Pour plus d'informations, voir la page de référence **CREATE ROLE**.

nouveau_nom

Le nouveau nom du rôle.

nom_base

Le nom d'une base où se fera la configuration de la variable.

paramètre_configuration, valeur

Positionne la valeur de session par défaut à *valeur* pour le paramètre de configuration *paramètre*. Si DEFAULT est donné pour *valeur* ou, de façon équivalente, si RESET est utilisé, le positionnement spécifique de la variable pour le rôle est supprimé. De cette façon, le rôle hérite de la valeur système par défaut pour les nouvelles sessions. RESET ALL est utilisé pour supprimer tous les paramétrages rôle. SET FROM CURRENT sauvegarde la valeur de la session de ce paramètre en tant que valeur du rôle. Si IN DATABASE est précisé, le paramètre de configuration est initialisé ou supprimé seulement pour le rôle et la base indiqués.

Les paramètres spécifiques au rôle ne prennent effet qu'à la connexion ; SET ROLE(7) et SET SESSION AUTHORIZATION(7) ne traitent pas les paramètres de rôles.

Voir SET(7) et Chapitre 19, Configuration du serveur pour plus d'informations sur les noms et les valeurs autorisés pour les paramètres.

Notes

CREATE ROLE(7) est utilisé pour ajouter de nouveaux rôles et DROP ROLE(7) pour les supprimer.

ALTER ROLE ne peut pas modifier les appartiances à un rôle. GRANT(7) et REVOKE(7) sont conçus pour cela.

Faites attention lorsque vous précisez un mot de passe non chiffré avec cette commande. Le mot de passe sera transmis en clair au serveur. Il pourrait se trouver tracer dans l'historique des commandes du client et dans les traces du serveur. psql(1) contient une commande \password qui peut être utilisé pour changer le mot de passe d'un rôle sans exposer le mot de passe en clair.

Il est également possible de lier une valeur de session par défaut à une base de données plutôt qu'à un rôle ; voir ALTER DATABASE(7). S'il y a un conflit, les paramètres spécifiques à la paire base de données/rôle surchargent ceux spécifiques au rôle, qui eux-même surchargent ceux spécifiques à la base de données.

Exemples

Modifier le mot de passe d'un rôle :

```
ALTER ROLE davide WITH PASSWORD 'hu8jmn3';
```

Supprimer le mot de passe d'un rôle :

```
ALTER ROLE davide WITH PASSWORD NULL;
```

Modifier la date d'expiration d'un mot de passe, en spécifiant que le mot de passe doit expirer à midi le 4 mai 2015 fuseau horaire UTC plus 1 heure :

```
ALTER ROLE chris VALID UNTIL 'May 4 12:00:00 2015 +1';
```

Créer un mot de passe toujours valide :

```
ALTER ROLE fred VALID UNTIL 'infinity';
```

Donner à un rôle la capacité de créer d'autres rôles et de nouvelles bases de données :

```
ALTER ROLE miriam CREATEROLE CREATEDB;
```

Donner à un rôle une valeur différente de celle par défaut pour le paramètre maintenance_work_mem :

```
ALTER ROLE worker_bee SET maintenance_work_mem = 100000;
```

Donner à un rôle une configuration différente, spécifique à une base de données, du paramètre client_min_messages :

```
ALTER ROLE fred IN DATABASE devel SET client_min_messages = DEBUG;
```

Compatibilité

L'instruction **ALTER ROLE** est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE ROLE\(7\)](#), [DROP ROLE\(7\)](#), [ALTER DATABASE\(7\)](#), [SET\(7\)](#)

Nom

ALTER RULE — modifier la définition d'une règle

Synopsis

```
ALTER RULE nom ON nom_table RENAME TO nouveau_nom
```

Description

ALTER RULE modifie les propriétés d'une règle existante. Actuellement, la seule action disponible est de modifier le nom de la règle.

Pour utiliser **ALTER RULE**, vous devez être le propriétaire de la table ou de la vue sur laquelle s'applique la règle.

Paramètres

nom

Le nom d'une règle existante à modifier.

nom_table

Le nom (potentiellement qualifié du schéma) de la table ou de la vue sur laquelle s'applique la règle.

nouveau_nom

Le nouveau nom de la règle.

Exemples

Renommer une règle existante :

```
ALTER RULE tout_notifier ON emp RENAME TO notifie_moi;
```

Compatibilité

ALTER RULE est une extension de PostgreSQL™, comme tout le système de réécriture des requêtes.

Voir aussi

[CREATE RULE\(7\)](#), [DROP RULE\(7\)](#)

Nom

ALTER SCHEMA — Modifier la définition d'un schéma

Synopsis

```
ALTER SCHEMA nom RENAME TO nouveau_nom
ALTER SCHEMA nom OWNER TO { nouveauProprietaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
```

Description

ALTER SCHEMA modifie la définition d'un schéma.

Seul le propriétaire du schéma peut utiliser **ALTER SCHEMA**. Pour renommer le schéma, le droit CREATE sur la base est obligatoire. Pour modifier le propriétaire, il faut être membre, direct ou indirect, du nouveau rôle propriétaire, et posséder le droit CREATE sur la base (les superutilisateurs ont automatiquement ces droits).

Paramètres

nom

Le nom du schéma.

nouveau_nom

Le nouveau nom du schéma. Il ne peut pas commencer par `pg_`, noms réservés aux schémas système.

nouveauProprietaire

Le nouveau propriétaire du schéma.

Compatibilité

Il n'existe pas de relation **ALTER SCHEMA** dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE SCHEMA\(7\)](#), [DROP SCHEMA\(7\)](#)

Nom

ALTER SEQUENCE — Modifier la définition d'un générateur de séquence

Synopsis

```
ALTER SEQUENCE [ IF EXISTS ] nom [ INCREMENT [ BY ] increment ]
    [ MINVALUE valeurmin | NO MINVALUE ] [ MAXVALUE valeurmax | NO MAXVALUE ]
    [ START [ WITH ] début ]
    [ RESTART [ [ WITH ] nouveau_début ] ]
    [ CACHE cache ] [ [ NO ] CYCLE ]
    [ OWNED BY { nom_table.nom_colonne | NONE } ]
ALTER SEQUENCE [ IF EXISTS ] nom OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER |
SESSION_USER }
ALTER SEQUENCE [ IF EXISTS ] nom RENAME TO nouveau_nom
ALTER SEQUENCE [ IF EXISTS ] nom SET SCHEMA nouveau_schema
```

Description

ALTER SEQUENCE modifie les paramètres d'un générateur de séquence. Tout paramètre non précisé dans la commande **ALTER SEQUENCE** conserve sa valeur précédente. Pour modifier le propriétaire, vous devez aussi être un membre direct ou indirect du nouveau rôle propriétaire, et ce rôle doit avoir le droit CREATE sur le schéma de la séquence (ces restrictions permettent de s'assurer que modifier le propriétaire ne fait rien de plus que ce que vous pourriez faire en supprimant puis recréant la séquence ; néanmoins un superutilisateur peut déjà modifier le propriétaire de toute séquence).

Seul le propriétaire de la séquence peut utiliser **ALTER SEQUENCE**. Pour modifier le schéma de la séquence, il faut posséder le droit CREATE sur le nouveau schéma.

Paramètres

nom

Le nom de la séquence à modifier (éventuellement qualifié du nom du schéma).

IF EXISTS

Ne retourne pas d'erreur si la séquence n'existe pas. Seul un message d'avertissement est retourné dans ce cas.

increment

La clause **INCREMENT BY** *increment* est optionnelle. Une valeur positive crée une séquence croissante, une valeur négative une séquence décroissante. Lorsque cette clause n'est pas spécifiée, la valeur de l'ancien incrément est conservée.

valeurmin, **NO MINVALUE**

La clause optionnelle **MINVALUE** *valeurmin*, détermine la valeur minimale de la séquence. Si **NO MINVALUE** est utilisé, les valeurs par défaut, 1 et $-2^{63}-1$ sont utilisées respectivement pour les séquences croissantes et décroissantes. Si aucune option n'est précisée, la valeur minimale courante est conservée.

valeurmax, **NO MAXVALUE**

La clause optionnelle **MAXVALUE** *valeurmax* détermine la valeur maximale de la séquence. Si **NO MAXVALUE** est utilisé, les valeurs par défaut $2^{63}-1$ et -1 sont utilisées respectivement pour les séquences croissantes et décroissantes. Si aucune option n'est précisée, la valeur maximale courante est conservée.

début

La clause optionnelle **START WITH** *début* modifie la valeur de départ enregistré pour la séquence. Cela n'a pas d'effet sur la valeur *actuelle* de celle-ci ; cela configure la valeur que les prochaines commandes **ALTER SEQUENCE RESTART** utiliseront.

restart

La clause optionnelle **RESTART [WITH** *restart* **]** modifie la valeur actuelle de la séquence. C'est équivalent à l'appel de la fonction *setval* avec *is_called = false* : la valeur spécifiée sera renvoyée par le *prochain* appel à *nextval*. Écrire **RESTART** sans valeur pour *restart* est équivalent à fournir la valeur de début enregistrée par **CREATE SEQUENCE** ou par **ALTER SEQUENCE START WITH**.

cache

La clause **CACHE** *cache* active la préallocation des numéros de séquences et leur stockage en mémoire pour en accélérer l'accès. 1 est la valeur minimale (une seule valeur est engendrée à la fois, soit pas de cache). Lorsque la clause n'est pas spé-

cifiée, l'ancienne valeur est conservée.

CYCLE

Le mot clé optionnel CYCLE est utilisé pour autoriser la séquence à boucler lorsque *valeurmax* ou *valeurmin* est atteint par, respectivement, une séquence croissante ou décroissante. Lorsque la limite est atteinte, le prochain numéro engendré est, respectivement, *valeurmin* ou *valeurmax*.

NO CYCLE

Si le mot clé optionnel NO CYCLE est spécifié, tout appel à *nextval* alors que la séquence a atteint sa valeur maximale, dans le cas d'une séquence croissante, ou sa valeur minimale dans le cas contraire, retourne une erreur. Lorsque ni CYCLE ni NO CYCLE ne sont spécifiés, l'ancien comportement est préservé.

OWNED BY *nom_table.nom_colonne*, OWNED BY NONE

L'option OWNED BY permet d'associer la séquence à une colonne spécifique d'une table pour que cette séquence soit supprimée automatiquement si la colonne (ou la table complète) est supprimée. Si cette option est spécifiée, cette association remplacera toute ancienne association de cette séquence. La table indiquée doit avoir le même propriétaire et être dans le même schéma que la séquence. Indiquer OWNED BY NONE supprime toute association existante, rendant à la séquence son « autonomie ».

nouveauProprietaire

Le nom utilisateur du nouveau propriétaire de la séquence.

nouveauNom

Le nouveau nom de la séquence.

nouveauSchema

Le nouveau schéma de la séquence.

Notes

Pour éviter de bloquer des transactions concurrentes lors de la demande de numéros issus de la même séquence, les effets d'**ALTER SEQUENCE** sur les paramètres de génération de la séquence ne sont jamais annulables. Ces changements prennent effet immédiatement et ne sont pas réversibles. Néanmoins, les clauses OWNED BY, OWNER TO, RENAME TO et SET SCHEMA sont des modifications ordinaires du catalogue et, de ce fait, peuvent être annulées.

ALTER SEQUENCE n'affecte pas immédiatement les résultats de *nextval* pour les sessions, à l'exception de la session courante, qui ont préalloué (caché) des valeurs de la séquence. Elles épuisent les valeurs en cache avant de prendre en compte les modifications sur les paramètres de génération de la séquence. La session à l'origine de la commande est, quant à elle, immédiatement affectée.

ALTER SEQUENCE ne modifie pas le statut *currval* d'une séquence (avant PostgreSQL™ 8.3, c'était le cas quelque fois).

Pour des raisons historiques, **ALTER TABLE** peut aussi être utilisé avec les séquences, mais seules les variantes d'**ALTER TABLE** autorisées pour les séquences sont équivalentes aux formes affichées ci-dessus.

Exemples

Redémarrez la séquence *serial* à 105 :

```
ALTER SEQUENCE serial RESTART WITH 105;
```

Compatibilité

ALTER SEQUENCE est conforme au standard SQL, à l'exception des variantes START WITH, OWNED BY, OWNER TO, RENAME TO et SET SCHEMA qui sont une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE SEQUENCE\(7\)](#), [DROP SEQUENCE\(7\)](#)

Nom

ALTER SERVER — modifier la définition d'un serveur distant

Synopsis

```
ALTER SERVER nom [ VERSION 'nouvelle_version' ]
    [ OPTIONS ( [ ADD | SET | DROP ] option ['valeur'] [, ...] ) ]
ALTER SERVER nom OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
ALTER SERVER nom RENAME TO nouveau_nom
```

Description

ALTER SERVER modifie la définition d'un serveur distant. La première forme modifie la chaîne de version du serveur ou les options génériques du serveur (au moins une clause est nécessaire). La seconde forme modifie le propriétaire du serveur.

Pour modifier le serveur, vous devez être le propriétaire du serveur. De plus, pour modifier le propriétaire, vous devez posséder le serveur ainsi qu'être un membre direct ou indirect du nouveau rôle, et vous devez avoir le droit **USAGE** sur le wrapper de données distantes du serveur. (Notez que les superutilisateurs satisfont à tout ces critères automatiquement.)

Paramètres

nom

Le nom d'un serveur existant.

nouvelle_version

Nouvelle version du serveur.

OPTIONS ([ADD | SET | DROP] *option* ['*valeur*'] [, ...])

Modifie des options pour le serveur. ADD, SET et DROP spécifient les actions à exécuter. Si aucune opération n'est spécifiée explicitement, l'action est ADD. Les noms d'options doivent être uniques ; les noms et valeurs sont aussi validés en utilisant la bibliothèque de wrapper de données distantes.

nouveau_propriétaire

Le nom du nouveau propriétaire du serveur distant.

nouveau_nom

Le nouveau nom du serveur distant.

Exemples

Modifier le serveur `foo` et lui ajouter des options de connexion :

```
ALTER SERVER foo OPTIONS (host 'foo', dbname 'dbfoo');
```

Modifier le serveur `foo`, modifier sa version, modifier son option `host` :

```
ALTER SERVER foo VERSION '8.4' OPTIONS (SET host 'baz');
```

Compatibilité

ALTER SERVER est conforme à ISO/IEC 9075-9 (SQL/MED). Les clauses `OWNER TO` et `RENAME TO` sont des extensions PostgreSQL.

Voir aussi

[CREATE SERVER\(7\)](#), [DROP SERVER\(7\)](#)

Nom

ALTER SYSTEM — Modifier un paramètre de configuration du serveur

Synopsis

```
ALTER SYSTEM SET paramètre_configuration { TO | = } { valeur | 'valeur' | DEFAULT }
ALTER SYSTEM RESET paramètre_configuration
ALTER SYSTEM RESET ALL
```

Description

ALTER SYSTEM est utilisé pour modifier les paramètres de configuration du serveur pour l'instance complète. Cette méthode peut être plus pratique que la méthode traditionnelle revenant à éditer manuellement le fichier `postgresql.conf`. **ALTER SYSTEM** écrit la valeur du paramètre indiqué dans le fichier `postgresql.auto.conf`, qui est lu en plus du fichier `postgresql.conf`. Configurer un paramètre à `DEFAULT`, ou utiliser la variante **RESET**, supprime le paramètre du fichier `postgresql.conf`. Utilisez **RESET ALL** pour supprimer tous les paramètres configurés dans ce fichier.

Les nouvelles valeurs des paramètres configurés avec **ALTER SYSTEM** seront prises en compte après le prochain recharge-
ment de la configuration ou le prochain redémarrage du serveur dans le cas des paramètres nécessitant un redémarrage. Un re-
charge-
ment de la configuration du serveur peut se faire en appelant la fonction SQL `pg_reload_conf()`, en exécutant la
commande `pg_ctl reload` ou en envoyant un signal `SIGHUP` au processus principal du serveur.

Seuls les superutilisateurs peuvent utiliser **ALTER SYSTEM**. De plus, comme cette commande agit directement sur le système de fichiers et ne peut pas être annulée, elle n'est pas autorisée dans un bloc de transaction et dans une fonction.

Paramètres

paramètre_configuration

Nom d'un paramètre configurable. Les paramètres disponibles sont documentés dans Chapitre 19, Configuration du serveur.

valeur

Nouvelle valeur du paramètre. Les valeurs peuvent être spécifiées en tant que constantes de chaîne, identificateurs, nombres ou liste de valeurs séparées par des virgules, suivant le paramètre. `DEFAULT` peut être utilisé pour supprimer le paramètre et sa valeur du fichier `postgresql.auto.conf`.

Notes

Cette commande ne peut pas être utilisée pour configurer le paramètre `data_directory` ainsi que les paramètres qui ne sont pas autorisés dans le fichier `postgresql.conf` (donc les options préconfigurées).

Voir Section 19.1, « Paramètres de configuration » pour d'autres façons de configurer les paramètres.

Exemples

Configurer le paramètre `wal_level` :

```
ALTER SYSTEM SET wal_level = replica;
```

Annuler cette configuration et restaurer le paramétrage indiqué dans le fichier `postgresql.conf` :

```
ALTER SYSTEM RESET wal_level;
```

Compatibilité

La commande **ALTER SYSTEM** est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

SET(7), SHOW(7)

Nom

ALTER TABLE — Modifier la définition d'une table

Synopsis

```
ALTER TABLE [ IF EXISTS ] [ ONLY ] nom [ * ]
    action [ , ... ]
ALTER TABLE [ IF EXISTS ] [ ONLY ] nom [ * ]
    RENAME [ COLUMN ] nom_colonne TO nouveau_nom_colonne
ALTER TABLE [ IF EXISTS ] [ ONLY ] nom [ * ]
    RENAME CONSTRAINT nom_contrainte TO nouveau_nom_contrainte
ALTER TABLE [ IF EXISTS ] nom
    RENAME TO nouveau_nom
ALTER TABLE [ IF EXISTS ] nom
    SET SCHEMA nouveau_schema
ALTER TABLE ALL IN TABLESPACE nom [ OWNED BY nom_role [ , ... ] ]
    SET TABLESPACE nouveau_tablespace [ NOWAIT ]
```

où *action* peut être :

```
ADD [ COLUMN ] [ IF NOT EXISTS ] nom_colonne type [ COLLATE collation ] [
contrainte_colonne [ ... ] ]
DROP [ COLUMN ] [ IF EXISTS ] nom_colonne [ RESTRICT | CASCADE ]
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne [ SET DATA ] TYPE type [ COLLATE collation ] [ USING
expression ]
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne SET DEFAULT expression
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne DROP DEFAULT
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne { SET | DROP } NOT NULL
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne SET STATISTICS entier
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne SET ( option_attribut = valeur [ , ... ] )
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne RESET ( option_attribut [ , ... ] )
ALTER [ COLUMN ] nom_colonne SET STORAGE { PLAIN | EXTERNAL | EXTENDED | MAIN }
ADD contrainte_table [ NOT VALID ]
ADD contrainte_table_utilisant_index
ALTER CONSTRAINT nom_contrainte [ DEFERRABLE | NOT DEFERRABLE ] [ INITIALLY
DEFERRED | INITIALLY IMMEDIATE ]
VALIDATE CONSTRAINT nom_contrainte
DROP CONSTRAINT [ IF EXISTS ] nom_contrainte [ RESTRICT | CASCADE ]
DISABLE TRIGGER [ nom_declencheur | ALL | USER ]
ENABLE TRIGGER [ nom_declencheur | ALL | USER ]
ENABLE REPLICA TRIGGER nom_trigger
ENABLE ALWAYS TRIGGER nom_trigger
DISABLE RULE nom_regle_reecriture
ENABLE RULE nom_regle_reecriture
ENABLE REPLICA RULE nom_regle_reecriture
ENABLE ALWAYS RULE nom_regle_reecriture
DISABLE ROW LEVEL SECURITY
ENABLE ROW LEVEL SECURITY
FORCE ROW LEVEL SECURITY
NO FORCE ROW LEVEL SECURITY
CLUSTER ON nom_index
SET WITHOUT CLUSTER
SET WITH OIDS
SET WITHOUT OIDS
SET TABLESPACE nouveau_tablespace
SET { LOGGED | UNLOGGED }
SET ( paramètre_stockage = valeur [ , ... ] )
RESET ( paramètre_stockage [ , ... ] )
INHERIT table_parent
NO INHERIT table_parent
OF nom_type
NOT OF
OWNER TO { nouveauPropriétaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
REPLICA IDENTITY { DEFAULT | USING INDEX nom_index | FULL | NOTHING }
```

et *table_constraint_using_index* est:

```
[ CONSTRAINT nom_constrainte ]
{ UNIQUE | PRIMARY KEY } USING INDEX nom_index
[ DEFERRABLE | NOT DEFERRABLE ] [ INITIALLY DEFERRED | INITIALLY IMMEDIATE ]
```

Description

ALTER TABLE modifie la définition d'une table existante. Il existe plusieurs variantes décrites après. Il est à noter que le niveau de verrouillage requis peut changer pour chaque variante. Un verrou ACCESS EXCLUSIVE est utilisé à moins que le verrou ne soit explicitement noté. Quand de multiples sous-commandes sont listées, le verrou utilisé sera celui le plus strict requis pour l'ensemble des sous-commandes.

ADD COLUMN [IF NOT EXISTS]

Ajoute une nouvelle colonne à la table en utilisant une syntaxe identique à celle de CREATE TABLE(7). Si **IF NOT EXISTS** est précisée et qu'une colonne existe déjà avec ce nom, aucune erreur n'est renvoyée.

DROP COLUMN [IF EXISTS]

Supprime une colonne de la table. Les index et les contraintes de table référençant cette colonne sont automatiquement supprimés. L'option CASCADE doit être utilisée lorsque des objets en dehors de la table dépendent de cette colonne, comme par exemple des références de clés étrangères ou des vues. Si **IF EXISTS** est indiqué et que la colonne n'existe pas, aucune erreur n'est renvoyée. Dans ce cas, un message d'avertissement est envoyé à la place.

SET DATA TYPE

Change le type d'une colonne de la table. Les index et les contraintes simples de table qui impliquent la colonne sont automatiquement convertis pour utiliser le nouveau type de la colonne en ré-analysant l'expression d'origine. La clause optionnelle **COLLATE** spécifie une collation pour la nouvelle colonne. Si elle est omise, la collation utilisée est la collation par défaut pour le nouveau type de la colonne. La clause optionnelle **USING** précise comment calculer la nouvelle valeur de la colonne à partir de l'ancienne ; en cas d'omission, la conversion par défaut est identique à une affectation de transtypage de l'ancien type vers le nouveau. Une clause **USING** doit être fournie s'il n'existe pas de conversion implicite ou d'assignement entre les deux types.

SET/DROP DEFAULT

Ajoute ou supprime les valeurs par défaut d'une colonne. Les valeurs par défaut ne s'appliquent qu'aux commandes **INSERT** et **UPDATE** suivantes ; elles ne modifient pas les lignes déjà présentes dans la table.

SET/DROP NOT NULL

Modifie l'autorisation de valeurs NULL. **SET NOT NULL** ne peut être utilisé que si la colonne ne contient pas de valeurs NULL.

SET STATISTICS

Permet de modifier l'objectif de collecte de statistiques par colonne pour les opérations d'analyse (ANALYZE(7)) ultérieures. L'objectif prend une valeur entre 0 et 10000. il est positionné à -1 pour utiliser l'objectif de statistiques par défaut du système (**default_statistics_target**). Pour plus d'informations sur l'utilisation des statistiques par le planificateur de requêtes de PostgreSQL™, voir Section 14.2, « Statistiques utilisées par le planificateur ».

SET STATISTICS acquiert un verrou SHARE UPDATE EXCLUSIVE.

SET (*attribute_option* = *value* [, ...]), RESET (*attribute_option* [, ...])

Cette syntaxe permet de configurer ou de réinitialiser des propriétés. Actuellement, les seules propriétés acceptées sont **n_distinct** et **n_distinct_allied**, qui surchargent l'estimation du nombre de valeurs distinctes calculée par ANALYZE(7) **n_distinct** affecte les statistiques de la table elle-même alors que **n_distinct_allied** affecte les statistiques récupérées pour la table et les tables en héritant. Si configuré à une valeur positive, ANALYZE supposera que la colonne contient exactement le nombre spécifié de valeurs distinctes non NULL. Si configuré à une valeur négative qui doit être supérieur ou égale à -1, ANALYZE supposera que le nombre de valeurs distinctes non NULL dans la colonne est linéaire par rapport à la taille de la table ; le nombre total est à calculer en multipliant la taille estimée de la table par la valeur absolue de ce nombre. Par exemple, une valeur de -1 implique que toutes les valeurs dans la colonne sont distinctes alors qu'une valeur de -0,5 implique que chaque valeur apparaît deux fois en moyenne. Ceci peut être utile quand la taille de la table change dans le temps, car la multiplication par le nombre de lignes dans la table n'est pas réalisée avant la planification. Spécifiez une valeur de 0 pour retourner aux estimations standards du nombre de valeurs distinctes. Pour plus d'informations sur l'utilisation des statistiques par le planificateur de requêtes PostgreSQL™, référez vous à Section 14.2, « Statistiques utilisées par le planificateur ».

Changer les options d'une propriété nécessite un verrou SHARE UPDATE EXCLUSIVE.

SET STORAGE, SET STORAGE

Modifie le mode de stockage pour une colonne. Cela permet de contrôler si cette colonne est conservée en ligne ou dans une deuxième table, appelée table TOAST, et si les données sont ou non compressées. PLAIN, en ligne, non compressé, est utilisé

pour les valeurs de longueur fixe, comme les integer. MAIN convient pour les données en ligne, compressibles. EXTERNAL est fait pour les données externes non compressées, EXTENDED pour les données externes compressées. EXTENDED est la valeur par défaut pour la plupart des types qui supportent les stockages différents de PLAIN. L'utilisation d'EXTERNAL permet d'accélérer les opérations d'extraction de sous-chaînes sur les très grosses valeurs de types text et bytea mais utilise plus d'espace de stockage. SET STORAGE ne modifie rien dans la table, il configure la stratégie à poursuivre lors des mises à jour de tables suivantes. Voir Section 65.2, « TOAST » pour plus d'informations.

`ADD contrainte_table [NOT VALID]`

Ajoute une nouvelle contrainte à une table en utilisant une syntaxe identique à CREATE TABLE(7), plus l'option NOT VALID, qui est actuellement seulement autorisée pour les contraintes de type clé étrangère et les contraintes CHECK. Si la contrainte est marquée NOT VALID, la vérification initiale, potentiellement lente, permettant de s'assurer que toutes les lignes de la table satisfont la contrainte, est ignorée. La contrainte sera toujours assurée pour les insertions et mises à jour suivantes (autrement dit, elles échoueront sauf s'il existe une ligne correspondante dans la table référencée par la clé étrangère, ou elles échoueront sauf si la nouvelle ligne correspond aux contraintes de vérification spécifiées) Par contre, la base de données ne supposera pas que la contrainte est valable pour toutes les lignes dans la table, tant que la contrainte n'a pas été validée en utilisant l'option VALIDATE CONSTRAINT.

`ADD table_constraint_using_index`

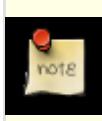
Cette forme ajoute une nouvelle contrainte PRIMARY KEY ou UNIQUE sur une table, basée sur un index unique existant auparavant. Toutes les colonnes de l'index sont incluses dans la contrainte.

Cet index ne peut pas être un index partiel, ni être sur des expressions de colonnes. De plus, il doit être un index b-tree avec un ordre de tri par défaut. Ces restrictions assurent que cet index soit équivalent à un index qui aurait été créé par une commande standard ADD PRIMARY KEY ou ADD UNIQUE.

Si vous précisez PRIMARY KEY, et que les colonnes de l'index ne sont pas déjà spécifiées comme NOT NULL, alors la commande va tenter d'appliquer la commande ALTER COLUMN SET NOT NULL sur chacune de ces colonnes. Cela nécessite un parcours complet de la table pour vérifier que la ou les colonne(s) ne contiennent pas de null. Dans tous les autres cas, c'est une opération rapide.

Si un nom de contrainte est fourni, alors l'index sera renommé afin de correspondre au nom de la contrainte. Sinon la contrainte sera nommée comme l'index.

Une fois que la commande est exécutée, l'index est « possédé » par la contrainte, comme si l'index avait été construit par une commande ADD PRIMARY KEY ou ADD UNIQUE ordinaire. En particulier, supprimer la contrainte fait également disparaître l'index.



Note

Ajouter une contrainte en utilisant un index existant peut être utile dans les situations où il faut ajouter une nouvelle contrainte, sans bloquer les mises à jour de table trop longtemps. Pour faire cela, créez l'index avec **CREATE INDEX CONCURRENTLY**, puis installez-la en tant que contrainte officielle en utilisant cette syntaxe. Voir l'exemple ci-dessous.

`ALTER CONSTRAINT`

Cette forme modifie les propriétés d'une contrainte précédemment créée. Pour le moment, seules les contraintes de clés étrangères peuvent être modifiées.

`VALIDATE CONSTRAINT`

Cette forme valide une contrainte de type clé étrangère ou une contrainte CHECK qui a été précédemment créée avec la clause NOT VALID. Elle le fait en parcourant la table pour s'assurer qu'il n'existe aucune ligne pour laquelle la contrainte n'est pas satisfaite. Si la contrainte est déjà marquée valide, cette clause ne fait rien.

La validation peut être un long processus sur des tables volumineuses. L'intérêt de séparer la validation de la création initiale est que vous pouvez déferer la validation à un moment plus calme, ou peut être utilisé pour donner un temps supplémentaire pour corriger les erreurs existantes tout en évitant de nouvelles erreurs. À noter également que la validation en elle-même n'empêche pas les écritures normales sur la table pendant qu'elle est en cours.

La validation ne nécessite qu'un verrou SHARE UPDATE EXCLUSIVE sur la table en cours de modification. Si la contrainte est une clé étrangère, alors un verrou ROW SHARE est également nécessaire sur la table référencée par la contrainte.

`DROP CONSTRAINT [IF EXISTS]`

Supprime la contrainte de table précisée. Si IF EXISTS est précisé et que la contrainte n'existe pas, aucune erreur n'est renvoyée. Par contre, un message d'avertissement est lancé.

`DISABLE/ENABLE [REPLICAS | ALWAYS] TRIGGER`

Configure l'exécution des déclencheurs définis sur la table. Un déclencheur désactivé est toujours connu par le système mais n'est plus exécuté lorsque l'événement déclencheur survient. Pour un déclencheur retardé, le statut d'activité est vérifié au mo-

ment où survient l'événement, et non quand la fonction du déclencheur est réellement exécutée. Il est possible de désactiver ou d'activer un déclencheur spécifique (précisé par son nom), tous les déclencheurs d'une table ou seulement les déclencheurs utilisateur de cette table (cette option exclut les déclencheurs générés en interne pour gérer les contraintes comme ceux utilisés pour planter les contraintes de clés étrangères ou les contraintes déferrées uniques ou d'exclusion). Désactiver ou activer les déclencheurs implicites de contraintes requiert des droits de superutilisateur ; cela doit se faire avec précaution car l'intégrité de la contrainte ne peut pas être garantie si les déclencheurs ne sont pas exécutés. Le mécanisme de déclenchement des triggers est aussi affecté par la variable de configuration session_replication_role. Les triggers activés (ENABLE) se déclencheront quand le rôle de réPLICATION est « origin » (la valeur par défaut) ou « local ». Les triggers configurés ENABLE REPLICA se déclencheront seulement si la session est en mode « replica » et les triggers ENABLE ALWAYS se déclencheront à chaque fois, quelque soit le mode de réPLICATION.

Cette commande acquiert un verrou SHARE ROW EXCLUSIVE.

DISABLE/ENABLE [REPLICA | ALWAYS] RULE

Ces formes configurent le déclenchement des règles de réécriture appartenant à la table. Une règle désactivée est toujours connue par le système mais non appliquée lors de la réécriture de la requête. La sémantique est identique celles des triggers activés/désactivés. Cette configuration est ignorée pour les règles ON SELECT qui sont toujours appliqués pour conserver le bon fonctionnement des vues même si la session actuelle n'est pas dans le rôle de réPLICATION par défaut.

DISABLE/ENABLE ROW LEVEL SECURITY

Ces clauses contrôlent l'application des politiques de sécurité de lignes appartenant à la table. Si activé et qu'aucune politique n'existe pour la table, alors une politique de refus est appliquée par défaut. Notez que les politiques peuvent exister pour une table même si la sécurité niveau ligne est désactivé. Dans ce cas, les politiques ne seront pas appliquées, elles seront ignorées. Voir aussi CREATE POLICY(7).

NO FORCE/FORCE ROW LEVEL SECURITY

Ces clauses contrôlent l'application des politiques de sécurité niveau ligne appartenant à la table quand l'utilisateur est le propriétaire de la table. Si activé, les politiques de sécurité au niveau ligne seront appliquées quand l'utilisateur est le propriétaire de la table. S'il est désactivé (ce qui est la configuration par défaut), alors la sécurité niveau ligne ne sera pas appliquée quand l'utilisateur est le propriétaire de la table. Voir aussi CREATE POLICY(7).

CLUSTER ON

Sélectionne l'index par défaut pour les prochaines opérations CLUSTER(7). La table n'est pas réorganisée.

Changer les options de cluster nécessite un verrou SHARE UPDATE EXCLUSIVE.

SET WITHOUT CLUSTER

Supprime de la table la spécification d'index CLUSTER(7) la plus récemment utilisée. Cela agit sur les opérations de réorganisation suivantes qui ne spécifient pas d'index.

Changer les options de cluster nécessite un verrou SHARE UPDATE EXCLUSIVE.

SET WITH OIDS

Cette forme ajoute une colonne système oid à la table (voir Section 5.4, « Colonnes système »). Elle ne fait rien si la table a déjà des OID.

Ce n'est pas équivalent à ADD COLUMN oid oid. Cette dernière ajouterait une colonne normale nommée oid, qui n'est pas une colonne système.

SET WITHOUT OIDS

Supprime la colonne système oid de la table. Cela est strictement équivalent à DROP COLUMN oid RESTRICT, à ceci près qu'aucun avertissement n'est émis si la colonne oid n'existe plus.

SET TABLESPACE

Cette clause remplace le tablespace de la table par le tablespace indiqué, et déplace les fichiers de données associés à la table vers le nouveau tablespace. Les index de la table, s'il y en a, ne sont pas déplacés mais ils peuvent l'être avec des commandes SET TABLESPACE séparées. Toutes les tables de la base de donnée d'un tablespace peuvent être déplacées en utilisant la clause ALL IN TABLESPACE, ce qui verrouillera toutes les tables pour les déplacer une par une. Cette clause supporte aussi OWNED BY, qui déplacera seulement les tables appartenant aux rôles spécifiées. Si l'option NOWAIT est précisée, alors la commande échouera si elle est incapable d'acquérir tous les verrous requis immédiatement. Notez que les catalogues systèmes ne sont pas déplacés par cette commande, donc utilisez ALTER DATABASE ou des appels explicites à ALTER TABLE si désiré. Les tables du schéma information_schema ne sont pas considérées comme faisant partie des catalogues systèmes et seront donc déplacées. Voir aussi CREATE TABLESPACE(7).

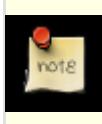
SET { LOGGED | UNLOGGED }

Cette clause modifie le statut journalisé/non journalisé d'une table (voir UNLOGGED). Cela ne peut pas s'appliquer à une table temporaire.

SET (paramètre_stockage = valeur [, ...])

Cette forme modifie un ou plusieurs paramètres de stockage pour la table. Voir la section intitulée « Paramètres de stockage » pour les détails sur les paramètres disponibles. Le contenu de la table ne sera pas modifié immédiatement par cette commande ; en fonction du paramètre, il pourra s'avérer nécessaire de réécrire la table pour obtenir les effets désirés. Ceci peut se faire avec VACUUM FULL, CLUSTER(7) ou une des formes d'**ALTER TABLE** qui force une réécriture de la table.

Modifier les paramètres de stockage pour le facteur de remplissage ou l'autovacuum demande l'acquisition d'un verrou SHARE UPDATE EXCLUSIVE.



Note

Bien que **CREATE TABLE** autorise la spécification de OIDS avec la syntaxe `WITH (paramètre_stockage)`, **ALTER TABLE** ne traite pas les OIDS comme un paramètre de stockage. À la place, utiliser les formes `SET WITH OIDS` et `SET WITHOUT OIDS` pour changer le statut des OID sur la table.

RESET (paramètre_stockage [, ...])

Cette forme réinitialise un ou plusieurs paramètres de stockage à leur valeurs par défaut. Comme avec SET, une réécriture de table pourrait être nécessaire pour mettre à jour entièrement la table.

INHERIT table_parent

Cette forme ajoute la table cible comme nouvel enfant à la table parent indiquée. En conséquence, les requêtes concernant le parent ajouteront les enregistrements de la table cible. Pour être ajoutée en tant qu'enfant, la table cible doit déjà contenir toutes les colonnes de la table parent (elle peut avoir des colonnes supplémentaires). Les colonnes doivent avoir des types qui correspondent, et s'il y a des contraintes NOT NULL défini pour le parent, alors elles doivent aussi avoir les contraintes NOT NULL pour l'enfant.

Il doit y avoir aussi une correspondance des contraintes de tables enfants pour toutes les contraintes CHECK, sauf pour celles qui ont été définies comme non-héritables (c'est-à-dire créées avec l'option `ALTER TABLE ... ADD CONSTRAINT ... NO INHERIT`) par la table parente, qui sont donc ignorées. Les contraintes des tables filles en correspondance avec celles de la table parente ne doivent pas être définies comme non-héritables. Actuellement, les contraintes UNIQUE, PRIMARY KEY et FOREIGN KEY ne sont pas prises en compte mais ceci pourrait changer dans le futur.

NO INHERIT table_parent

Cette forme supprime une table cible de la liste des enfants de la table parent indiquée. Les requêtes envers la table parent n'incluront plus les enregistrements de la table cible.

OF nom_type

Cette forme lie la table à un type composite comme si la commande **CREATE TABLE OF** l'avait créée. la liste des noms de colonnes et leurs types doit correspondre précisément à ceux du type composite ; il est permis de différer la présence d'une colonne système `oid`. La table ne doit pas hériter d'une autre table. Ces restrictions garantissent que la commande **CREATE TABLE OF** pourrait permettre la définition d'une table équivalente.

NOT OF

Cette forme dissocie une table typée de son type.

OWNER

Change le propriétaire d'une table, d'une séquence, d'une vue, d'une vue matérialisée ou d'une table distante. Le nouveau propriétaire est celui passé en paramètre.

REPLICA IDENTITY

Cette forme change l'information écrite dans les journaux de transactions permettant d'identifier les lignes qui sont mises à jour ou supprimées. Cette option n'a pas d'effet si la réPLICATION logique n'est pas utilisée. `DEFAULT` (la valeur par défaut pour les tables non systèmes) enregistre les anciennes valeurs des colonnes de la clé primaire, s'il y en a une. `USING INDEX` enregistre les anciennes valeurs des colonnes couvertes par l'index, qui doit être de type unique, non partiel, non différée, et inclut uniquement les colonnes marquées NOT NULL. `FULL` enregistre les anciennes valeurs de toutes les colonnes de la ligne. `NOTHING` n'enregistre aucune information sur l'ancienne ligne. (Il s'agit de la valeur par défaut pour les tables systèmes). Dans tous les cas, aucune ancienne valeur ne sera enregistrée sauf si au moins une des colonnes qui aurait du être enregistrée présente des différences entre les anciennes et les nouvelles versions de la ligne.

RENAME

Change le nom d'une table (ou d'un index, d'une séquence, d'une vue, d'une vue matérialisée ou d'une table distante) ou le nom d'une colonne individuelle de la table ou le nom d'une contrainte de la table. Cela n'a aucun effet sur la donnée stockée.

SET SCHEMA

Déplace la table dans un autre schéma. Les index, les contraintes et les séquences utilisées dans les colonnes de table sont également déplacés.

Toutes les formes d'**ALTER TABLE** qui agissent sur une seule table, à l'exception de `RENAME` et `SET SCHEMA`, peuvent être

combinées dans une liste de plusieurs altérations à appliquer en parallèle. Par exemple, il est possible d'ajouter plusieurs colonnes et/ou de modifier le type de plusieurs colonnes en une seule commande. Ceci est particulièrement utile avec les grosses tables car une seule passe sur la table est alors nécessaire.

Il faut être propriétaire de la table pour utiliser **ALTER TABLE**. Pour modifier le schéma ou le tablespace d'une table, le droit **CREATE** sur le nouveau schéma est requis. Pour ajouter la table en tant que nouvel enfant d'une table parent, vous devez aussi être propriétaire de la table parent. Pour modifier le propriétaire, il est nécessaire d'être un membre direct ou indirect du nouveau rôle et ce dernier doit avoir le droit **CREATE** sur le schéma de la table. (Ces restrictions assurent que la modification du propriétaire ne diffère en rien de ce qu'il est possible de faire par la suppression et le recréation de la table. Néanmoins, un superutilisateur peut modifier le propriétaire de n'importe quelle table.) Pour ajouter une colonne ou modifier un type de colonne ou utiliser la clause **OF**, vous devez avoir le droit **USAGE** sur le type de la donnée.

Paramètres

IF EXISTS

Ne renvoie pas une erreur si la table n'existe pas. Un message d'attention est renvoyé dans ce cas.

nom

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de la table à modifier. Si **ONLY** est indiqué avant le nom de la table, seule cette table est modifiée. Dans le cas contraire, la table et toutes ses tables filles (s'il y en a) sont modifiées. En option, ***** peut être ajouté après le nom de la table pour indiquer explicitement que les tables filles doivent être incluses.

nom_colonne

Le nom d'une colonne, existante ou nouvelle.

nouveau_nom_colonne

Le nouveau nom d'une colonne existante.

nouveau_nom

Le nouveau nom de la table.

type_données

Le type de données de la nouvelle colonne, ou le nouveau type de données d'une colonne existante.

constraintedtable

Une nouvelle contrainte de table pour la table.

nomdecontrainte

Le nom d'une nouvelle contrainte ou d'une contrainte existante à supprimer.

CASCADE

Les objets qui dépendent de la colonne ou de la contrainte supprimée sont automatiquement supprimés (par exemple, les vues référençant la colonne), ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

La colonne ou la contrainte n'est pas supprimée si des objets en dépendent. C'est le comportement par défaut.

nom_declencheur

Le nom d'un déclencheur isolé à désactiver ou activer.

ALL

Désactiver ou activer tous les déclencheurs appartenant à la table. (Les droits de superutilisateur sont nécessaires si l'un des déclencheurs est un déclencheur interne pour la gestion d'une contrainte comme ceux utilisés pour implanter les contraintes de type clés étrangères ou les contraintes déferrables comme les contraintes uniques et d'exclusion.)

USER

Désactiver ou activer tous les déclencheurs appartenant à la table sauf les déclencheurs systèmes permettant de gérer en interne certaines contraintes, comme celles utilisées pour implanter les contraintes de type clés étrangères ou les contraintes déferrables comme les contraintes uniques et d'exclusion.)

nom_index

Le nom d'un index existant.

paramètre_stockage

Le nom d'un paramètre de stockage de la table.

valeur

La nouvelle valeur d'un paramètre de stockage de la table. Cela peut être un nombre ou un mot suivant le paramètre.

table_parent

Une table parent à associer ou dissocier de cette table.

nouveau_proprietaire

Le nom du nouveau propriétaire de la table.

nouvel_espacelogique

Le nom du tablespace où déplacer la table.

nouveau_schema

Le nom du schéma où déplacer la table.

Notes

Le mot clé COLUMN n'est pas nécessaire. Il peut être omis.

Quand une colonne est ajoutée avec ADD COLUMN, toutes les lignes existantes de cette table sont initialisées avec la valeur par défaut de la colonne (NULL si aucune clause DEFAULT n'a été définie). S'il n'y a pas de clause DEFAULT, il s'agit seulement d'un changement de métadonnée qui ne nécessite pas une mise à jour immédiate des données de la table ; les valeurs NULL ajoutées sont fournies lors de la lecture, à la place.

AJouter une colonne avec une clause DEFAULT ou changer le type d'une colonne existante nécessitera la réécriture de la totalité de la table ainsi que de ses index. La seule exception sur le changement de type d'une colonne existante est si la clause USING ne change pas le contenu de la colonne et que l'ancien type est soit transformable de façon binaire dans le nouveau type, ou bien un domaine sans contrainte reposant sur le nouveau type, alors il n'est pas nécessaire de réécrire la table, mais tous les index sur les colonnes affectées doivent quand même être reconstruits. Le fait d'ajouter ou de supprimer une colonne système `oid` nécessite également une réécriture complète de la table. Les reconstructions de table et/ou d'index peuvent prendre un temps significatif pour une grosse table, et peuvent nécessiter temporairement de doubler l'espace disque utilisé.

Ajouter une contrainte CHECK ou NOT NULL requiert de parcourir la table pour vérifier que les lignes existantes respectent cette contrainte, mais ne requiert par une ré-écriture de la table.

La raison principale de la possibilité de spécifier des changements multiples à l'aide d'une seule commande **ALTER TABLE** est la combinaison en une seule passe sur la table de plusieurs parcours et réécritures.

La forme DROP COLUMN ne supprime pas physiquement la colonne, mais la rend simplement invisible aux opérations SQL. Par la suite, les ordres d'insertion et de mise à jour sur cette table stockent une valeur NULL pour la colonne. Ainsi, supprimer une colonne ne réduit pas immédiatement la taille de la table sur disque car l'espace occupé par la colonne n'est pas récupéré. Cet espace est récupéré au fur et à mesure des mises à jour des lignes de la table. (Ceci n'est pas vrai quand on supprime la colonne système `oid` ; ceci est fait avec une réécriture immédiate de la table.)

Pour forcer une réécriture immédiate de la table, vous pouvez utiliser VACUUM FULL, CLUSTER(7) ou bien une des formes de la commande ALTER TABLE qui force une réécriture. Ceci ne cause pas de modifications visibles dans la table, mais élimine des données qui ne sont plus utiles.

Les formes d'**ALTER TABLE** qui ré-écrivent la table ne sont pas sûres au niveau MVCC. Après une ré-écriture de la table, elle apparaîtra vide pour les transactions concurrentes si elles ont utilisé une image de la base prise avant la ré-écriture de la table. Voir Section 13.5, « Avertissements » pour plus de détails.

L'option USING de SET DATA TYPE peut en fait utiliser une expression qui implique d'anciennes valeurs de la ligne ; c'est-à-dire qu'il peut être fait référence aussi bien aux autres colonnes qu'à celle en cours de conversion. Cela permet d'effectuer des conversions très générales à l'aide de la syntaxe SET DATA TYPE. À cause de cette flexibilité, l'expression USING n'est pas appliquée à la valeur par défaut de la colonne (s'il y en a une) : le résultat pourrait ne pas être une expression constante requise pour une valeur par défaut. Lorsqu'il n'existe pas de transtypepage, implicite ou d'affectation, entre les deux types, SET DATA TYPE peut échouer à convertir la valeur par défaut alors même que la clause USING est spécifiée. Dans ce cas, il convient de supprimer valeur par défaut avec DROP DEFAULT, d'exécuter ALTER TYPE et enfin d'utiliser SET DEFAULT pour ajouter une valeur par défaut appropriée. Des considérations similaires s'appliquent aux index et contraintes qui impliquent la colonne.

Si une table est héritée, il n'est pas possible d'ajouter, de renommer ou de modifier le type d'une colonne ou de renommer une contrainte héritée dans la table parent sans le faire aussi pour ses descendantes. De ce fait, la commande **ALTER TABLE ONLY** est rejetée. Cela assure que les colonnes des tables descendantes correspondent toujours à celles de la table parent.

Un appel récursif à DROP COLUMN supprime la colonne d'une table descendante si et seulement si cette table n'hérite pas cette colonne d'une autre table et que la colonne n'y a pas été définie indépendamment de tout héritage. Une suppression non récursive de colonne (**ALTER TABLE ONLY ... DROP COLUMN**) ne supprime jamais les colonnes descendantes ; elles sont marquées comme définies de manière indépendante, plutôt qu'héritées.

Les actions TRIGGER, CLUSTER, OWNER, et TABLESPACE ne sont jamais propagées aux tables descendantes ; c'est-à-dire qu'elles agissent comme si ONLY est spécifié. Seules les contraintes CHECK sont propagées, et uniquement si elles ne sont pas marquées NO INHERIT.

Tout changement sur une table du catalogue système est interdit.

Voir la commande CREATE TABLE(7) pour avoir une description plus complète des paramètres valides. Chapitre 5, Définition des données fournit de plus amples informations sur l'héritage.

Exemples

Ajouter une colonne de type varchar à une table :

```
ALTER TABLE distributeurs ADD COLUMN adresse varchar(30);
```

Supprimer une colonne de table :

```
ALTER TABLE distributeurs DROP COLUMN adresse RESTRICT;
```

Changer les types de deux colonnes en une seule opération :

```
ALTER TABLE distributeurs
    ALTER COLUMN adresse TYPE varchar(80),
    ALTER COLUMN nom TYPE varchar(100);
```

Convertir une colonne de type integer (entier) contenant une estampille temporelle UNIX en timestamp with time zone à l'aide d'une clause USING :

```
ALTER TABLE truc
    ALTER COLUMN truc_timestamp SET DATA TYPE timestamp with time zone
    USING
        timestamp with time zone 'epoch' + truc_timestamp * interval '1 second';
```

La même, quand la colonne a une expression par défaut qui ne sera pas convertie automatiquement vers le nouveau type de données :

```
ALTER TABLE truc
    ALTER COLUMN truc_timestamp DROP DEFAULT,
    ALTER COLUMN truc_timestamp TYPE timestamp with time zone
    USING
        timestamp with time zone 'epoch' + truc_timestamp * interval '1 second',
    ALTER COLUMN truc_timestamp SET DEFAULT now();
```

Renommer une colonne existante :

```
ALTER TABLE distributeurs RENAME COLUMN adresse TO ville;
```

Renommer une table existante :

```
ALTER TABLE distributeurs RENAME TO fournisseurs;
```

Pour renommer une contrainte existante :

```
ALTER TABLE distributeurs RENAME CONSTRAINT verif_cp TO verif_code_postal;
```

Ajouter une contrainte NOT NULL à une colonne :

```
ALTER TABLE distributeurs ALTER COLUMN rue SET NOT NULL;
```

Supprimer la contrainte NOT NULL d'une colonne :

```
ALTER TABLE distributeurs ALTER COLUMN rue DROP NOT NULL;
```

Ajouter une contrainte de vérification sur une table et tous ses enfants :

```
ALTER TABLE distributeurs ADD CONSTRAINT verif_cp CHECK (char_length(code_postal) = 5);
```

Pour ajouter une contrainte CHECK à une table, mais pas à ses filles :

```
ALTER TABLE distributeurs ADD CONSTRAINT verif_cp CHECK (char_length(code_postal) = 5)
NO INHERIT;
```

(The check constraint will not be alled by future children, either.)

Supprimer une contrainte de vérification d'une table et de toutes ses tables filles :

```
ALTER TABLE distributeurs DROP CONSTRAINT verif_cp;
```

Pour enlever une contrainte check d'une table seule (pas sur ses enfants)

```
ALTER TABLE ONLY distributeurs DROP CONSTRAINT verif_cp;
```

(La contrainte check reste en place pour toutes les tables filles).

Ajouter une contrainte de clé étrangère à une table :

```
ALTER TABLE distributeurs ADD CONSTRAINT dist_fk FOREIGN KEY (adresse) REFERENCES
adresses (adresse);
```

Pour ajouter une contrainte de clé étrangère à une table avec le moins d'impact sur le reste de l'activité

```
ALTER TABLE distributeurs ADD CONSTRAINT distfk FOREIGN KEY (address) REFERENCES
adresses (adresse) NOT VALID;
ALTER TABLE distributeurs VALIDATE CONSTRAINT distfk;
```

Ajouter une contrainte unique (multicolonnes) à une table :

```
ALTER TABLE distributeurs ADD CONSTRAINT dist_id_codepostal_key UNIQUE (dist_id,
code_postal);
```

Ajouter une clé primaire nommée automatiquement à une table. Une table ne peut jamais avoir qu'une seule clé primaire.

```
ALTER TABLE distributeurs ADD PRIMARY KEY (dist_id);
```

Déplacer une table dans un tablespace différent :

```
ALTER TABLE distributeurs SET TABLESPACE tablespacerapide;
```

Déplacer une table dans un schéma différent :

```
ALTER TABLE mon_schema.distributeurs SET SCHEMA votre_schema;
```

Recréer une contrainte de clé primaire sans bloquer les mises à jour pendant la reconstruction de l'index :

```
CREATE UNIQUE INDEX CONCURRENTLY dist_id_temp_idx ON distributeurs (dist_id);
ALTER TABLE distributeurs DROP CONSTRAINT distributeurs_pkey,
ADD CONSTRAINT distributeurs_pkey PRIMARY KEY USING INDEX dist_id_temp_idx;
```

Compatibilité

Les formes ADD (without USING INDEX), DROP, SET DEFAULT et SET DATA TYPE (sans USING) se conforment au standard SQL. Les autres formes sont des extensions PostgreSQL™, tout comme la possibilité de spécifier plusieurs manipulations en une seule commande **ALTER TABLE**.

ALTER TABLE DROP COLUMN peut être utilisé pour supprimer la seule colonne d'une table, laissant une table dépourvue de colonne. C'est une extension au SQL, qui n'autorise pas les tables sans colonne.

Voir aussi

[CREATE TABLE\(7\)](#)

Nom

ALTER TABLESPACE — Modifier la définition d'un tablespace

Synopsis

```
ALTER TABLESPACE nom RENAME TO nouveau_nom
ALTER TABLESPACE nom OWNER TO { nouveau_PROPRIÉTAIRE | CURRENT_USER | SESSION_USER }
ALTER TABLESPACE nom SET ( option_tablespace = valeur [, ...] )
ALTER TABLESPACE nom RESET ( option_tablespace [, ...] )
```

Description

ALTER TABLESPACE modifie la définition d'un tablespace. **ALTER TABLESPACE** peut être utilisé pour modifier la définition d'un tablespace.

Seul le propriétaire du tablespace peut changer la définition d'un tablespace. Pour modifier le propriétaire, il est nécessaire d'être un membre direct ou indirect du nouveau rôle propriétaire (les superutilisateurs ont automatiquement tous ces droits).

Paramètres

nom

Le nom du tablespace.

nouveau_nom

Le nouveau nom du tablespace. Le nouveau nom ne peut pas débuter par pg_ car ces noms sont réservés aux espaces logiques système.

nouveau_PROPRIÉTAIRE

Le nouveau propriétaire du tablespace.

option_tablespace

Un paramètre du tablespace à configurer ou réinitialiser. Actuellement, les seuls paramètres disponibles sont seq_page_cost random_page_cost et effective_io_concurrency. Configurer une valeur pour un tablespace particulier surchargera l'estimation habituelle du planificateur pour le coût de lecture de pages pour les tables du tablespace, comme indiqué par les paramètres de configuration du même nom (voir seq_page_cost, random_page_cost, effective_io_concurrency)). Ceci peut être utile si un tablespace se trouve sur un disque qui est plus rapide ou plus lent du reste du système d'entrées/sorties.

Exemples

Renommer le tablespace espace_index en raid_rapide :

```
ALTER TABLESPACE espace_index RENAME TO raid_rapide;
```

Modifier le propriétaire du tablespace espace_index :

```
ALTER TABLESPACE espace_index OWNER TO mary;
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **ALTER TABLESPACE** dans le standard SQL.

Voir aussi

CREATE TABLESPACE(7), DROP TABLESPACE(7)

Nom

ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION — modifier la définition d'une configuration de recherche plein texte

Synopsis

```
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION nom
    ADD MAPPING FOR type_jeton [, ...] WITH nom_dictionnaire [, ...]
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION nom
    ALTER MAPPING FOR type_jeton [, ...] WITH nom_dictionnaire [, ...]
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION nom
    ALTER MAPPING REPLACE vieux_dictionnaire WITH nouveau_dictionnaire
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION nom
    ALTER MAPPING FOR type_jeton [, ...] REPLACE vieux_dictionnaire WITH
nouveau_dictionnaire
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION nom
    DROP MAPPING [ IF EXISTS ] FOR type_jeton [, ...]
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION nom RENAME TO nouveau_nom
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION nom OWNER TO { nouveauProprietaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION nom SET SCHEMA nouveauSchéma
```

Description

ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION modifie la définition d'une configuration de recherche plein texte. Vous pouvez modifier les correspondances à partir des types de jeton vers des dictionnaires, ou modifier le nom ou le propriétaire de la configuration.

Vous devez être le propriétaire de la configuration pour utiliser **ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION**.

Paramètres

nom

Le nom de la configuration de recherche plein texte (pouvant être qualifié du schéma).

type_jeton

Le nom d'un type de jeton qui est émis par l'analyseur de configuration.

nom_dictionnaire

Le nom d'un dictionnaire de recherche plein texte à consulter pour le type de jeton spécifié. Si plusieurs dictionnaires sont listés, ils sont consultés dans l'ordre d'apparence.

ancien_dictionnaire

Le nom d'un dictionnaire de recherche plein texte à remplacer dans la correspondance.

nouveau_dictionnaire

Le nom d'un dictionnaire de recherche plein texte à substituer à *ancien_dictionnaire*.

nouveau_nom

Le nouveau nom de la configuration de recherche plein texte.

newowner

Le nouveau propriétaire de la configuration de recherche plein texte.

nouveau_schéma

Le nouveau schéma de la configuration de recherche plein texte.

La forme ADD MAPPING FOR installe une liste de dictionnaires à consulter pour les types de jeton indiqués ; il y a une erreur s'il y a déjà une correspondance pour un des types de jeton. La forme ALTER MAPPING FOR fait de même mais en commençant par supprimer toute correspondance existante avec ces types de jeton. Les formes ALTER MAPPING REPLACE substituent *nouveau_dictionnaire* par *ancien_dictionnaire* partout où ce dernier apparaît. Ceci se fait pour les seuls types de jeton indiqués quand FOR apparaît ou pour toutes les correspondances de la configuration dans le cas contraire. La forme DROP MAPPING supprime tous les dictionnaire pour les types de jeton spécifiés, faisant en sorte que les jetons de ces types soient ignorés par la configuration de recherche plein texte. Il y a une erreur s'il n'y a pas de correspondance pour les types

de jeton sauf si IF EXISTS a été ajouté.

Exemples

L'exemple suivant remplace le dictionnaire english avec le dictionnaire swedish partout où english est utilisé dans ma_config.

```
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION ma_config  
    ALTER MAPPING REPLACE english WITH swedish;
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instructions **ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION** dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION\(7\)](#), [DROP TEXT SEARCH CONFIGURATION\(7\)](#)

Nom

ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY — modifier la définition d'un dictionnaire de recherche plein texte

Synopsis

```
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY nom (
    option [ = valeur ] [ , ... ]
)
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY nom RENAME TO nouveau_nom
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY nom OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER |
SESSION_USER }
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY nom SET SCHEMA nouveau_schéma
```

Description

ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY modifie la définition d'un dictionnaire de recherche plein texte. Vous pouvez modifier les options spécifiques au modèle d'un dictionnaire. Vous pouvez aussi modifier le nom du dictionnaire et son propriétaire.

Vous devez être superutilisateur pour utiliser **ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY**.

Paramètres

nom

Le nom du dictionnaire de recherche plein texte (pouvant être qualifié du schéma).

option

Le nom d'une option, spécifique au modèle, à configurer pour ce dictionnaire.

valeur

La nouvelle valeur à utiliser pour une option spécifique au modèle. Si le signe égale et la valeur sont omises, alors toute valeur précédente de cette option est supprimée du dictionnaire, permettant ainsi à l'utilisation de la valeur par défaut.

nouveau_nom

Le nouveau nom du dictionnaire de recherche plein texte.

nouveau_PROPRIÉTAIRE

Le nouveau propriétaire du dictionnaire de recherche plein texte.

nouveau_schéma

Le nouveau schéma du dictionnaire de recherche plein texte.

Les options spécifiques au modèle peuvent apparaître dans n'importe quel ordre.

Exemples

La commande exemple suivant modifie la liste des mots d'arrêt par un dictionnaire basé sur Snowball. Les autres paramètres restent inchangés.

```
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY mon_dico ( StopWords = nouveaurusse );
```

La commande exemple suivante modifie la langue par le hollandais et supprime complètement l'option des mots d'arrêt.

```
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY mon_dico ( language = dutch, StopWords );
```

La commande exemple suivante « met à jour » la définition du dictionnaire sans rien modifier.

```
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY mon_dico ( dummy );
```

(Ceci fonctionne parce que le code de suppression de l'option ne se plaint pas s'il n'y a pas d'options.) Cette astuce est utile lors de la modification des fichiers de configuration pour le dictionnaire : la commande **ALTER** forcera les sessions existantes à relire les fichiers de configuration, ce qu'elles ne feraient jamais si elles les avaient déjà lus.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY** dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY\(7\)](#), [DROP TEXT SEARCH DICTIONARY\(7\)](#)

Nom

ALTER TEXT SEARCH PARSER — modifier la définition d'un analyseur de recherche plein texte

Synopsis

```
ALTER TEXT SEARCH PARSER nom RENAME TO nouveau_nom
ALTER TEXT SEARCH PARSER nom SET SCHEMA nouveau_schéma
```

Description

ALTER TEXT SEARCH PARSER modifie la définition d'un analyseur de recherche plein texte. Actuellement, la seule fonctionnalité supportée est la modification du nom de l'analyseur.

Vous devez être superutilisateur pour utiliser **ALTER TEXT SEARCH PARSER**.

Paramètres

nom

Le nom de l'analyseur de recherche plein texte (pouvant être qualifié du schéma).

nouveau_nom

Le nouveau nom de l'analyseur de recherche plein texte.

nouveau_schéma

Le nouveau schéma de l'analyseur de recherche plein texte.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **ALTER TEXT SEARCH PARSER** dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE TEXT SEARCH PARSER\(7\)](#), [DROP TEXT SEARCH PARSER\(7\)](#)

Nom

ALTER TEXT SEARCH TEMPLATE — modifier la définition d'un modèle de recherche plein texte

Synopsis

```
ALTER TEXT SEARCH TEMPLATE nom RENAME TO nouveau_nom
ALTER TEXT SEARCH TEMPLATE nom SET SCHEMA nouveau_schéma
```

Description

ALTER TEXT SEARCH TEMPLATE modifie la définition d'un modèle de recherche plein texte. Actuellement, la seule fonctionnalité supportée est la modification du nom du modèle.

Vous devez être superutilisateur pour utiliser **ALTER TEXT SEARCH TEMPLATE**.

Paramètres

nom

Le nom du modèle de recherche plein texte (pouvant être qualifié du schéma).

nouveau_nom

Le nouveau nom du modèle de recherche plein texte.

nouveau_schéma

Le nouveau schéma du modèle de recherche plein texte.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **ALTER TEXT SEARCH TEMPLATE** dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE TEXT SEARCH TEMPLATE\(7\)](#), [DROP TEXT SEARCH TEMPLATE\(7\)](#)

Nom

ALTER TRIGGER — Modifier la définition d'un déclencheur

Synopsis

```
ALTER TRIGGER nom ON nom_table RENAME TO nouveau_nom
ALTER TRIGGER nom ON nom_table DEPENDS ON EXTENSION nom_extension
```

Description

ALTER TRIGGER modifie les propriétés d'un déclencheur. La clause `RENAME` renomme le déclencheur sans en changer la définition. La clause `DEPENDS ON EXTENSION` marque le trigger comme dépendance de l'extension, pour qu'en cas de suppression de l'extension, le trigger soit lui-aussi supprimé automatiquement.

Seul le propriétaire de la table sur laquelle le déclencheur agit peut modifier ses propriétés.

Paramètres

nom

Le nom du déclencheur à modifier.

nom_table

La table sur laquelle le déclencheur agit.

nouveau_nom

Le nouveau nom du déclencheur.

nom_extension

Le nom de l'extension dont le trigger dépend.

Notes

La possibilité d'activer ou de désactiver temporairement un déclencheur est offerte par `ALTER TABLE(7)`, et non par **ALTER TRIGGER** qui ne permet pas d'agir sur tous les déclencheurs d'une table en une seule opération.

Exemples

Renommer un déclencheur :

```
ALTER TRIGGER emp_stamp ON emp RENAME TO emp_track_chgs;
```

Pour marquer un trigger comme dépendant d'une extension :

```
ALTER TRIGGER emp_stamp ON emp DEPENDS ON EXTENSION emplib;
```

Compatibilité

ALTER TRIGGER est une extension PostgreSQL™ au standard SQL.

Voir aussi

`ALTER TABLE(7)`

Nom

ALTER TYPE — Modifier la définition d'un type

Synopsis

```
ALTER TYPE nom action [, ... ]
ALTER TYPE nom OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER | SESSION_USER }
ALTER TYPE nom RENAME ATTRIBUTE nom_attribut TO nouveau_nom_attribut [ CASCADE | RESTRICT ]
ALTER TYPE nom RENAME TO nouveau_nom
ALTER TYPE nom SET SCHEMA nouveau_schéma

ALTER TYPE nom ADD VALUE [ IF NOT EXISTS ] nouvelle_valeur_enumérée [ { BEFORE | AFTER } valeur_enumérée ] où action fait partie de : ADD ATTRIBUTE nom_attribut type_de_donnée [ COLLATE collationnement ] [ CASCADE | RESTRICT ] DROP ATTRIBUTE [ IF EXISTS ] nom_attribut [ CASCADE | RESTRICT ] ALTER ATTRIBUTE nom_attribut [ SET DATA ] TYPE type_de_donnée [ COLLATE collationnement ] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

ALTER TYPE modifie la définition d'un type existant. Les variantes suivantes existent :

ADD ATTRIBUTE

Cette forme ajoute un nouvel attribut à un type composite, avec la même syntaxe que CREATE TYPE(7).

DROP ATTRIBUTE [IF EXISTS]

Cette forme supprime un attribut d'un type composite. Si **IF EXISTS** est spécifié et que l'attribut cible n'existe pas, aucun message d'erreur ne sera émis, mais remplacé par une alerte de niveau NOTICE.

SET DATA TYPE

Cette forme modifie le type d'un attribut d'un type composite.

OWNER

Cette forme modifie le propriétaire d'un type.

RENAME

Cette forme permet de modifier le nom du type ou celui d'un attribut d'un type composite.

SET SCHEMA

Cette forme déplace le type dans un autre schéma.

ADD VALUE [IF NOT EXISTS] [BEFORE | AFTER]

Cette forme ajoute une valeur à une énumération. L'emplacement de la nouvelle valeur dans l'énumération peut être spécifié comme étant avant (BEFORE) ou après (AFTER) une des valeurs existantes. Dans le cas contraire, le nouvel élément est ajouté à la fin de la liste de valeurs.

Si **IF NOT EXISTS** est précisé, l'existence d'une valeur de même nom ne constitue pas une erreur : un message d'avertissement sera envoyé mais aucune action ne sera prise. Dans le cas contraire, une erreur est renvoyée si la nouvelle valeur est déjà présente.

CASCADE

Autorise la propagation automatique de la modification vers les tables typées concernées par le type modifié, ainsi que leurs éventuels descendants.

RESTRICT

Interdit l'opération si le type est déjà référencé par des tables typées. Il s'agit du comportement par défaut.

Les actions ADD ATTRIBUTE, DROP ATTRIBUTE, et ALTER ATTRIBUTE peuvent être combinées dans une liste de modifications multiples à appliquer en parallèle. Il est ainsi possible d'ajouter et/ou modifier plusieurs attributs par une seule et même commande.

Seul le propriétaire du type peut utiliser **ALTER TYPE**. Pour modifier le schéma d'un type, le droit CREATE sur le nouveau schéma est requis. Pour modifier le propriétaire, il faut être un membre direct ou indirect du nouveau rôle propriétaire et ce rôle doit avoir le droit CREATE sur le schéma du type (ces restrictions assurent que la modification du propriétaire ne va pas au-delà de ce qui est possible par la suppression et la recréation du type ; toutefois, un superutilisateur peut modifier le propriétaire de n'importe quel type). Pour ajouter un attribut ou pour modifier le type d'un attribut, vous devez aussi avoir le droit USAGE sur le

type.

Paramètres

nom

Le nom du type à modifier (éventuellement qualifié du nom du schéma).

nouveau_nom

Le nouveau nom du type.

nouveau_propriétaire

Le nom du nouveau propriétaire du type.

nouveau_schema

Le nouveau schéma du type.

nom_attribut

Le nom de l'attribut à ajouter, modifier ou supprimer.

nouveau_nom_attribute

Le nouveau nom de l'attribut à renommer.

type_de_donnée

Le type de donnée pour l'attribut à ajouter ou modifier.

nouvelle_valeur_enumérée

La nouvelle valeur à ajouter à la liste d'un type énuméré. Comme pour tous les littéraux, la valeur devra être délimitée par des guillements simples.

valeur_enumérée

La valeur existante d'une énumération par rapport à laquelle la nouvelle valeur doit être ajoutée (permet de déterminer l'ordre de tri du type énuméré). Comme pour tous les littéraux, la valeur existante devra être délimitée par des guillements simples.

Notes

ALTER TYPE ... ADD VALUE (cette forme qui ajoute une nouvelle valeur à une énumération) ne peut être exécutée à l'intérieur d'une transaction.

Les comparaisons faisant intervenir une valeur ajoutée à postériori peuvent quelquefois s'avérer plus lentes que celles portant uniquement sur les valeurs originales d'un type énuméré. Ce ralentissement ne devrait toutefois intervenir que si la position de la nouvelle valeur a été spécifiée en utilisant les options BEFORE ou AFTER, au lieu d'insérer la nouvelle valeur en fin de liste. Ce ralentissement peut également se produire, bien que la nouvelle valeur ait été insérée en fin d'énumération, en cas de « bouclage » du compteur des OID depuis la création du type énuméré. Le ralentissement est généralement peu significatif ; mais s'il s'avère important, il est toujours possible de retrouver les performances optimales par une suppression / recréation du type énuméré, ou encore par sauvegarde et recharge de la base.

Exemples

Pour renommer un type de données :

```
ALTER TYPE courrier_electronique RENAME TO courriel;
```

Donner la propriété du type courriel à joe :

```
ALTER TYPE courriel OWNER TO joe;
```

Changer le schéma du type courriel en clients :

```
ALTER TYPE courriel SET SCHEMA clients;
```

Ajouter un nouvel attribut à un type composite :

```
ALTER TYPE compfoo ADD ATTRIBUTE f3 int;
```

Ajouter une nouvelle valeur à une énumération, en spécifiant sa position de tri :

```
ALTER TYPE colors ADD VALUE 'orange' AFTER 'red';
```

Compatibilité

Les variantes permettant d'ajouter et supprimer un attribut font partie du standard SQL ; les autres variantes sont des extensions spécifiques à PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE TYPE\(7\)](#), [DROP TYPE\(7\)](#)

Nom

ALTER USER — Modifier un rôle de la base de données

Synopsis

```
ALTER USER spécification_rôle [ WITH ] option [ ... ]
```

où *option* peut être :

SUPERUSER NOSUPERUSER
CREATEDB NOCREATEDB
CREATEROLE NOCREATEROLE
INHERIT NOINHERIT
LOGIN NOLOGIN
REPLICATION NOREPLICATION
BYPASSRLS NOBYPASSRLS
CONNECTION LIMIT <i>limite_connexion</i>
[ENCRYPTED UNENCRYPTED] PASSWORD ' <i>motdepasse</i> '
VALID UNTIL ' <i>dateheure</i> '

```
ALTER USER nom RENAME TO nouveau_nom
```

```
ALTER USER { spécification_rôle | ALL } [ IN DATABASE nom_base ] SET
paramètre_configuration { TO | = } { valeur | DEFAULT }
ALTER USER { spécification_rôle | ALL } [ IN DATABASE nom_base ] SET
paramètre_configuration FROM CURRENT
ALTER USER { spécification_rôle | ALL } [ IN DATABASE nom_base ] RESET
paramètre_configuration
ALTER USER { spécification_rôle | ALL } [ IN DATABASE nom_base ] RESET ALL
```

où *spécification_rôle* peut valoir :

[GROUP] <i>nom_rôle</i>
CURRENT_USER
SESSION_USER

Description

ALTER USER est désormais un alias de ALTER ROLE(7).

Compatibilité

La commande **ALTER USER** est une extension PostgreSQL™. En effet, le standard SQL laisse le choix de la définition des utilisateurs au SGBD.

Voir aussi

ALTER ROLE(7)

Nom

ALTER USER MAPPING — change la définition d'une correspondance d'utilisateurs (user mapping)

Synopsis

```
ALTER USER MAPPING FOR { nom_utilisateur | USER | CURRENT_USER | SESSION_USER |  
PUBLIC }  
    SERVER nom_serveur  
    OPTIONS ( [ ADD | SET | DROP ] option ['valeur'] [, ...] )
```

Description

ALTER USER MAPPING change la définition d'une correspondance d'utilisateur (user mapping).

Le propriétaire d'un serveur distant peut aussi altérer les correspondances d'utilisateurs pour ce serveur pour tout utilisateur. Par ailleurs, un utilisateur peut modifier une correspondance d'utilisateur pour son propre nom d'utilisateur s'il a reçu le droit USAGE sur le serveur distant.

Paramètres

nom_utilisateur

Nom d'utilisateur de la correspondance. CURRENT_USER et USER correspondent au nom de l'utilisateur courant. PUBLIC est utilisé pour correspondre à tous les noms d'utilisateurs présents et futurs du système.

nom_serveur

Nom du serveur de la correspondance d'utilisateur.

OPTIONS ([ADD | SET | DROP] option ['valeur'] [, ...])

Modifie l'option pour la correspondance d'utilisateur. La nouvelle option écrase toute option précédemment spécifiée. ADD, SET et DROP spécifient l'action à exécuter. Si aucune action n'est spécifiée, l'action est ADD. Les noms d'options doivent être uniques ; les options sont aussi validées par le wrapper de données distantes du serveur.

Exemples

Modifier le mot de passe pour la correspondance d'utilisateur bob, et le serveur foo :

```
ALTER USER MAPPING FOR bob SERVER foo OPTIONS (SET password 'public');
```

Compatibilité

ALTER USER MAPPING est conforme à la norme ISO/IEC 9075-9 (SQL/MED). Il y a un problème de syntaxe subtil : le standard omet le mot clé FOR. Puisque CREATE USER MAPPING et DROP USER MAPPING utilisent tous les deux FOR à un endroit analogue et que DB2 d'IBM (l'autre implémentation majeure de SQL/MED) l'impose aussi pour ALTER USER MAPPING, PostgreSQL diverge du standard pour des raisons de cohérence et de compatibilité.

Voir aussi

[CREATE USER MAPPING\(7\)](#), [DROP USER MAPPING\(7\)](#)

Nom

ALTER VIEW — modifier la définition d'une vue

Synopsis

```
ALTER VIEW [ IF EXISTS ] nom ALTER [ COLUMN ] nom_colonne SET DEFAULT expression
ALTER VIEW [ IF EXISTS ] nom ALTER [ COLUMN ] nom_colonne DROP DEFAULT
ALTER VIEW [ IF EXISTS ] nom OWNER TO { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER |
SESSION_USER }
ALTER VIEW [ IF EXISTS ] nom RENAME TO nouveau_nom
ALTER VIEW [ IF EXISTS ] nom SET SCHEMA nouveau_schéma
ALTER VIEW [ IF EXISTS ] nom SET ( nom_option [= valeur_option] [, ...] )
ALTER VIEW [ IF EXISTS ] nom RESET ( nom_option [, ...] )
```

Description

ALTER VIEW modifie différentes propriétés d'une vue. Si vous voulez modifier la requête définissant la vue, utilisez CREATE OR REPLACE VIEW.)

Vous devez être le propriétaire de la vue pour utiliser **ALTER VIEW**. Pour modifier le schéma d'une vue, vous devez aussi avoir le droit CREATE sur le nouveau schéma. Pour modifier le propriétaire, vous devez aussi être un membre direct ou indirect de nouveau rôle propriétaire, et ce rôle doit avoir le droit CREATE sur le schéma de la vue. Ces restrictions permettent de s'assurer que le changement de propriétaire ne fera pas plus que ce que vous pourriez faire en supprimant et en recréant la vue. Néanmoins, un superutilisateur peut changer le propriétaire de n'importe quelle vue.

Paramètres

nom

Le nom de la vue (pouvant être qualifié du schéma).

IF EXISTS

Ne retourne par d'erreur si la vue n'existe pas. Seul un message d'avertissement est retourné dans ce cas.

SET/DROP DEFAULT

Ces formes ajoutent ou suppriment la valeur par défaut pour une colonne. La valeur par défaut d'une colonne de la vue est substituée dans toute commande **INSERT** pi **UPDATE** dont la vue est la cible, avant d'appliquer les règles et triggers de la vue. Le comportement par défaut de la vue prendra précédence sur toute valeur par défaut à partir des relations sous-jacentes.

nouveau_propriétaire

Nom utilisateur du nouveau propriétaire de la vue.

nouveau_nom

Nouveau nom de la vue.

nouveau_schéma

Nouveau schéma de la vue.

SET (*nom_option* [= *valeur_option*] [, ...]), RESET (*nom_option* [, ...])

Configure ou annule la configuration d'une option d'une vue. Les options actuellement supportées sont :

check_option (string)

Modifie l'option de vérification d'une value. Les valeurs autorisées sont local et cascaded.

security_barrier (boolean)

Modifie la propriété security_barrier de la vue. Il s'agit d'une valeur booléenne, true ou false.

Notes

Pour des raisons historiques, **ALTER TABLE** peut aussi être utilisé avec des vues ; mais seules les variantes de **ALTER TABLE** qui sont acceptées avec les vues sont équivalentes à celles affichées ci-dessus.

Exemples

Pour renommer la vue *foo* en *bar* :

```
ALTER VIEW foo RENAME TO bar;
```

Pour attacher une valeur par défaut à une colonne dans une vue modifiable :

```
CREATE TABLE table_base (id int, ts timestamptz);
CREATE VIEW une_view AS SELECT * FROM table_base;
ALTER VIEW une_view ALTER COLUMN ts SET DEFAULT now();
INSERT INTO table_base(id) VALUES(1); -- ts recevra une valeur NULL
INSERT INTO une_view(id) VALUES(2); -- ts recevra l'heure courante
```

Compatibilité

ALTER VIEW est une extension PostgreSQL™ du standard SQL.

Voir aussi

[CREATE VIEW\(7\)](#), [DROP VIEW\(7\)](#)

Nom

ANALYZE — Collecter les statistiques d'une base de données

Synopsis

```
ANALYZE [ VERBOSE ] [ nom_table [ (nom_colonne [ , ... ] ) ] ]
```

Description

ANALYZE collecte des statistiques sur le contenu des tables de la base de données et stocke les résultats dans le catalogue système pg_statistic. L'optimiseur de requêtes les utilise pour déterminer les plans d'exécution les plus efficaces.

Sans paramètre, **ANALYZE** examine chaque table de la base de données courante. Avec un paramètre, **ANALYZE** examine seulement la table concernée. Il est possible de donner une liste de noms de colonnes, auquel cas seules les statistiques concernant ces colonnes sont collectées.

Paramètres

VERBOSE

L'affichage de messages de progression est activé.

nom_table

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de la table à analyser. Si cette indication est omise, toutes les tables standards (mais pas les tables distantes) de la base de données sont analysées.

nom_colonne

Le nom d'une colonne à analyser. Par défaut, toutes les colonnes le sont.

Sorties

Quand **VERBOSE** est spécifié, **ANALYZE** affiche des messages de progression pour indiquer la table en cours de traitement. Diverses statistiques sur les tables sont aussi affichées.

Notes

Les tables distantes sont analysées seulement lorsqu'elles sont explicitement ciblées. Certains wrappers de données distantes ne supportent pas encore **ANALYZE**. Si le wrapper de la table distante ne supporte pas **ANALYZE**, la commande affiche un message d'avertissement et ne fait rien de plus.

Dans la configuration par défaut de PostgreSQL™, le démon autovacuum (voir Section 24.1.6, « Le démon auto-vacuum ») l'analyse automatique des tables quand elle est remplie de données pour la première fois, puis à chaque fois qu'elles sont modifiées via les opérations habituelles. Quand l'autovacuum est désactivé, il est intéressant de lancer **ANALYZE** périodiquement ou juste après avoir effectué de grosses modifications sur le contenu d'une table. Des statistiques à jour aident l'optimiseur à choisir le plan de requête le plus approprié et améliorent ainsi la vitesse du traitement des requêtes. Une stratégie habituelle pour les bases de données principalement en lecture consiste à lancer VACUUM(7) et **ANALYZE** une fois par jour, au moment où le serveur est le moins sollicité. (Cela ne sera pas suffisant en cas de grosse activité en mise à jour.)

ANALYZE ne requiert qu'un verrou en lecture sur la table cible. Il peut donc être lancé en parallèle à d'autres activités sur la table.

Les statistiques récupérées par **ANALYZE** incluent habituellement une liste des quelques valeurs les plus communes dans chaque colonne et un histogramme affichant une distribution approximative des données dans chaque colonne. L'un ou les deux peuvent être omis si **ANALYZE** les juge inintéressants (par exemple, dans une colonne à clé unique, il n'y a pas de valeurs communes) ou si le type de données de la colonne ne supporte pas les opérateurs appropriés. Il y a plus d'informations sur les statistiques dans le Chapitre 24, Planifier les tâches de maintenance.

Pour les grosses tables, **ANALYZE** prend aléatoirement plusieurs lignes de la table, au hasard, plutôt que d'examiner chaque ligne. Ceci permet à des tables très larges d'être examinées rapidement. Néanmoins, les statistiques ne sont qu'approximatives et changent légèrement à chaque fois qu'**ANALYZE** est lancé, même si le contenu réel de la table n'a pas changé. Cela peut résulter en de petites modifications dans les coûts estimés par l'optimiseur affichés par EXPLAIN(7). Dans de rares situations, ce non-déterminisme entraîne le choix par l'optimiseur d'un plan de requête différent entre deux lancements d'**ANALYZE**. Afin d'éviter cela, le nombre de statistiques récupérées par **ANALYZE** peut être augmenté, comme cela est décrit ci-dessous.

L'étendue de l'analyse est contrôlée par l'ajustement de la variable de configuration `default_statistics_target` ou colonne par colonne en initialisant la cible des statistiques par colonne avec **ALTER TABLE ... ALTER COLUMN ... SET STATISTICS** (voir `ALTER TABLE(7)`). Cette valeur cible initialise le nombre maximum d'entrées dans la liste des valeurs les plus communes et le nombre maximum de points dans l'histogramme. La valeur cible par défaut est fixée à 100 mais elle peut être ajustée vers le haut ou vers le bas afin d'obtenir un bon compromis entre la précision des estimations de l'optimiseur, le temps pris par **ANALYZE** et l'espace total occupé dans `pg_statistic`. En particulier, initialiser la cible des statistiques à zéro désactive la collecte de statistiques pour cette colonne. Cela peut s'avérer utile pour les colonnes qui ne sont jamais utilisées dans les clauses `WHERE`, `GROUP BY` ou `ORDER BY` des requêtes puisque l'optimiseur ne fait aucune utilisation des statistiques de ces colonnes.

La plus grande cible de statistiques parmi les colonnes en cours d'analyse détermine le nombre de lignes testées pour préparer les statistiques de la table. Augmenter cette cible implique une augmentation proportionnelle du temps et de l'espace nécessaires à l'exécution d'**ANALYZE**.

Une des valeurs estimées par **ANALYZE** est le nombre de valeurs distinctes qui apparaissent dans chaque colonne. Comme seul un sous-ensemble des lignes est examiné, cette estimation peut parfois être assez inexacte, même avec la cible statistique la plus large possible. Si cette inexactitude amène de mauvais plans de requêtes, une valeur plus précise peut être déterminée manuellement, puis configurée avec **ALTER TABLE ... ALTER COLUMN ... SET (n_distinct = ...)** (voir `ALTER TABLE(7)` pour plus de détails).

Si la table en cours d'analyse a un ou plusieurs enfants, **ANALYZE** récupérera deux fois les statistiques : une fois sur les lignes de la table parent seulement et une deuxième fois sur les lignes de la table parent et de tous ses enfants. Ce deuxième ensemble de statistiques est nécessaire lors de la planification des requêtes qui traversent l'arbre d'héritage complet. Néanmoins, le démon auto-vacuum ne considérera que les insertions et mises à jour sur la table parent elle-même pour décider du lancement automatique d'un **ANALYZE** sur cette table. Si des lignes sont rarement insérées ou mises à jour dans cette table, les statistiques d'héritage ne seront à jour que si vous lancez manuellement un **ANALYZE**.

Si certaines tables filles sont des tables externes dont les wrappers de données externes ne supportent pas **ANALYZE**, ces tables filles sont ignorées lors de la récupération de statistiques pour l'héritage.

Si la table en cours d'analyse est entièrement vide, **ANALYZE** n'enregistrera pas les nouvelles statistiques pour cette table. Toutes les statistiques existantes seront conservées.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **ANALYZE** dans le standard SQL.

Voir aussi

`VACUUM(7)`, `vacuumdb(1)`, Section 19.4.3, « Report du VACUUM en fonction de son coût », Section 24.1.6, « Le démon auto-vacuum »

Nom

BEGIN — Débuter un bloc de transaction

Synopsis

```
BEGIN [ WORK | TRANSACTION ] [ mode_transaction [, ...] ]
```

où *mode_transaction* peut être :

```
ISOLATION LEVEL { SERIALIZABLE | REPEATABLE READ | READ COMMITTED | READ  
UNCOMMITTED }  
READ WRITE | READ ONLY  
[ NOT ] DEFERRABLE
```

Description

BEGIN initie un bloc de transaction, c'est-à-dire que toutes les instructions apparaissant après la commande **BEGIN** sont exécutées dans une seule transaction jusqu'à ce qu'un COMMIT(7) ou ROLLBACK(7) explicite soit exécuté. Par défaut (sans **BEGIN**), PostgreSQL™ exécute les transactions en mode « autocommit », c'est-à-dire que chaque instruction est exécutée dans sa propre transaction et une validation (commit) est traitée implicitement à la fin de l'instruction (si l'exécution a réussi, sinon une annulation est exécutée).

Les instructions sont exécutées plus rapidement dans un bloc de transaction parce que la séquence début/validation de transaction demande une activité significative du CPU et du disque. L'exécution de plusieurs instructions dans une transaction est aussi utile pour s'assurer d'une cohérence lors de la réalisation de certains modifications liées : les autres sessions ne voient pas les états intermédiaires tant que toutes les mises à jour ne sont pas réalisées.

Si le niveau d'isolation, le mode lecture/écriture ou le mode différable sont spécifiés, la nouvelle transaction possède ces caractéristiques, comme si SET TRANSACTION(7) était exécutée.

Paramètres

WORK, TRANSACTION

Mots clés optionnels. Ils n'ont pas d'effet.

SET TRANSACTION(7) présente la signification des autres paramètres de cette instruction.

Notes

START TRANSACTION(7) a la même fonctionnalité que **BEGIN**.

COMMIT(7) ou ROLLBACK(7) sont utilisés pour terminer un bloc de transaction.

Lancer **BEGIN** en étant déjà dans un bloc de transaction provoque l'apparition d'un message d'avertissement, mais l'état de la transaction n'en est pas affecté. Pour intégrer des transactions à l'intérieur d'un bloc de transaction, les points de sauvegarde sont utilisés (voir SAVEPOINT(7)).

Pour des raisons de compatibilité descendante, les virgules entre chaque *mode_transaction* peuvent être omises.

Exemples

Commencer un bloc de transaction :

```
BEGIN;
```

Compatibilité

BEGIN, qui est une extension PostgreSQL™, est équivalent à la commande START TRANSACTION(7) du standard SQL. La page de référence de cette commande contient des informations de compatibilité supplémentaires.

L'option DEFERRABLE de *transaction_mode* est une extension de PostgreSQL™.

Le mot clé BEGIN est utilisé dans un but différent en SQL embarqué. La sémantique de la transaction doit être étudiée avec précaution lors du portage d'applications.

Voir aussi

COMMIT(7), ROLLBACK(7), START TRANSACTION(7), SAVEPOINT(7)

Nom

CHECKPOINT — Forcer un point de vérification dans le journal des transactions

Synopsis

```
CHECKPOINT
```

Description

Un point de vérification est un point dans la séquence du journal des transactions pour lequel tous les fichiers de données ont été mis à jour pour refléter l'information des journaux. Tous les fichiers de données sont écrits sur le disque. Il convient de se référer à Chapitre 30, Fiabilité et journaux de transaction pour plus d'informations about what happens during a checkpoint.

La commande **CHECKPOINT** force un checkpoint immédiat, sans attendre le CHECKPOINT régulier planifié par le système et contrôlé par le paramètre Section 19.5.2, « Points de vérification ». **CHECKPOINT** n'est généralement pas utilisé en temps normal.

S'il est exécuté durant une restauration, la commande **CHECKPOINT** forcera un point de redémarrage (voir Section 30.4, « Configuration des journaux de transaction ») plutôt que l'écriture d'un nouveau point de vérification.

Seuls les superutilisateurs peuvent appeler **CHECKPOINT**.

Compatibilité

La commande **CHECKPOINT** est une extension PostgreSQL™.

Nom

CLOSE — Fermer un curseur

Synopsis

```
CLOSE { nom | ALL }
```

Description

CLOSE libère les ressources associées à un curseur ouvert. Une fois le curseur fermé, aucune opération n'est autorisée sur celui-ci. Un curseur doit être fermé lorsqu'il n'est plus nécessaire.

Tout curseur volatil ouvert (NDT : On parle en anglais de non-holdable cursor, soit un curseur qui ne perdure pas au-delà de la transaction qui l'a créé) est fermé implicitement lorsqu'une transaction est terminée avec **COMMIT** ou **ROLLBACK**. Un curseur persistant (NDT : holdable cursor en anglais, ou curseur qui perdure au-delà de la transaction initiale) est implicitement fermé si la transaction qui l'a créé est annulée via **ROLLBACK**. Si cette transaction est validée (avec succès), ce curseur reste ouvert jusqu'à ce qu'une commande **CLOSE** explicite soit lancée ou jusqu'à la déconnexion du client.

Paramètres

name

Le nom du curseur ouvert à fermer.

ALL

Ferme tous les curseurs ouverts.

Notes

PostgreSQL™ ne possède pas d'instruction explicite d'ouverture (**OPEN**) de curseur ; un curseur est considéré ouvert à sa déclaration. Un curseur est déclaré à l'aide de l'instruction **DECLARE(7)**.

Vous pouvez voir tous les curseurs disponibles en exécutant une requête sur la vue système `pg_cursors`.

Si un curseur est fermé après un point de sauvegarde qui est annulé par la suite, la commande **CLOSE** n'est pas annulée ; autrement dit, le curseur reste fermé.

Exemples

Fermer le curseur `liahona` :

```
CLOSE liahona;
```

Compatibilité

CLOSE est totalement conforme au standard SQL. **CLOSE ALL** est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[DECLARE\(7\)](#), [FETCH\(7\)](#), [MOVE\(7\)](#)

Nom

CLUSTER — Réorganiser une table en fonction d'un index

Synopsis

```
CLUSTER [VERBOSE] nom_table [ USING nom_index ]
CLUSTER [VERBOSE]
```

Description

CLUSTER réorganise (groupe) la table *nom_table* en fonction de l'index *nom_index*. L'index doit avoir été préalablement défini sur *nom_table*.

Une table reorganisée est physiquement réordonnée en fonction des informations de l'index. Ce regroupement est une opération ponctuelle : les actualisations ultérieures ne sont pas réorganisées. C'est-à-dire qu'aucune tentative n'est réalisée pour stocker les lignes nouvelles ou actualisées d'après l'ordre de l'index. (Une réorganisation périodique peut être obtenue en relançant la commande aussi souvent que souhaité. De plus, configurer le paramètre `FILLFACTOR` à moins de 100% peut aider à préserver l'ordre du cluster lors des mises à jour car les lignes mises à jour sont conservées dans la même page si suffisamment d'espace est disponible ici.)

Quand une table est réorganisée, PostgreSQL™ enregistre l'index utilisé à cet effet. La forme **CLUSTER nom_table** réorganise la table en utilisant le même index qu'auparavant. Vous pouvez aussi utiliser les formes **CLUSTER** ou **SET WITHOUT CLUSTER** de **ALTER TABLE(7)** pour initialiser l'index de façon à ce qu'il soit intégré aux prochaines opérations cluster ou pour supprimer tout précédent paramètre.

CLUSTER, sans paramètre, réorganise toutes les tables de la base de données courante qui ont déjà été réorganisées et dont l'utilisateur est propriétaire, ou toutes les tables s'il s'agit d'un superutilisateur. Cette forme de **CLUSTER** ne peut pas être exécutée à l'intérieur d'une transaction.

Quand une table est en cours de réorganisation, un verrou `ACCESS EXCLUSIVE` est acquis. Cela empêche toute opération sur la table (à la fois en lecture et en écriture) pendant l'exécution de **CLUSTER**.

Paramètres

nom_table

Le nom d'une table (éventuellement qualifié du nom du schéma).

nom_index

Le nom d'un index.

VERBOSE

Affiche la progression pour chaque table traitée.

Notes

Lorsque les lignes d'une table sont accédées aléatoirement et unitairement, l'ordre réel des données dans la table n'a que peu d'importance. Toutefois, si certaines données sont plus accédées que d'autres, et qu'un index les regroupe, l'utilisation de **CLUSTER** peut s'avérer bénéfique. Si une requête porte sur un ensemble de valeurs indexées ou sur une seule valeur pour laquelle plusieurs lignes de la table correspondent, **CLUSTER** est utile. En effet, lorsque l'index identifie la page de la table pour la première ligne correspondante, toutes les autres lignes correspondantes sont déjà probablement sur la même page de table, ce qui diminue les accès disque et accélère la requête.

CLUSTER peut trier de nouveau en utilisant soit un parcours de l'index spécifié soit (si l'index est un Btree) un parcours séquentiel suivi d'un tri. Il choisira la méthode qui lui semble la plus rapide, en se basant sur les paramètres de coût du planificateur et sur les statistiques disponibles.

Quand un parcours d'index est utilisé, une copie temporaire de la table est créée. Elle contient les données de la table dans l'ordre de l'index. Des copies temporaires de chaque index sur la table sont aussi créées. Du coup, vous devez disposer d'un espace libre sur le disque d'une taille au moins égale à la somme de la taille de la table et des index.

Quand un parcours séquentiel suivi d'un tri est utilisé, un fichier de tri temporaire est aussi créé. Donc l'espace temporaire requis correspond à au maximum le double de la taille de la table et des index. Cette méthode est généralement plus rapide que le parcours d'index mais si le besoin en espace disque est trop important, vous pouvez désactiver ce choix en désactivant temporairement

ment enable_sort (off).

Il est conseillé de configurer maintenance_work_mem à une valeur suffisamment large (mais pas plus importante que la quantité de mémoire que vous pouvez dédier à l'opération **CLUSTER**) avant de lancer la commande.

Puisque le planificateur enregistre les statistiques d'ordonnancement des tables, il est conseillé de lancer ANALYZE(7) sur la table nouvellement réorganisée. Dans le cas contraire, les plans de requêtes peuvent être mal choisis par le planificateur.

Comme **CLUSTER** se rappelle les index utilisés pour cette opération, un utilisateur peut exécuter manuellement des commandes **CLUSTER** une première fois, puis configurer un script de maintenance périodique qui n'exécutera qu'un **CLUSTER** sans paramètres, pour que les tables soient fréquemment triées physiquement.

Exemples

Réorganiser la table employes sur la base de son index employes_ind :

```
CLUSTER employes ON employes_ind;
```

Réorganiser la relation employes en utilisant le même index que précédemment :

```
CLUSTER employes;
```

Réorganiser toutes les tables de la base de données qui ont déjà été préalablement réorganisées :

```
CLUSTER ;
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **CLUSTER** dans le standard SQL.

La syntaxe

```
CLUSTER nom_index ON nom_table
```

est aussi supportée pour la compatibilité avec les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 8.3.

Voir aussi

[clusterdb\(1\)](#)

Nom

COMMENT — Définir ou modifier le commentaire associé à un objet

Synopsis

```
COMMENT ON
{
    ACCESS METHOD nom_objet |
    AGGREGATE nom_agrégat ( signature_agrégat ) |
    CAST (type_source AS type_cible) |
    COLLATION nom_objet |
    COLUMN nom_relation.nom_colonne |
    CONSTRAINT nom_contrainte ON nom_table |
    CONSTRAINT nom_contrainte ON DOMAIN nom_domaine |
    CONVERSION nom_objet |
    DATABASE nom_objet |
    DOMAIN nom_objet |
    EXTENSION nom_objet |
    EVENT TRIGGER nom_objet |
    FOREIGN DATA WRAPPER nom_objet |
    FOREIGN TABLE nom_objet |
    FUNCTION nom_fonction ( [ [ modearg ] [ nomarg ] typearg [, ...] ] ) |
    INDEX nom_objet |
    LARGE OBJECT oid_large_objet |
    MATERIALIZED VIEW nom_objet |
    OPERATOR op (type_operande1, type_operande2) |
    OPERATOR CLASS nom_objet USING méthode_indexage |
    OPERATOR FAMILY nom_objet USING méthode_index |
    POLICY nom_politique ON nom_table |
    ROLE nom_objet |
    RULE nom_règle ON nom_table |
    SCHEMA nom_objet |
    SEQUENCE nom_objet |
    SERVER nom_objet |
    TABLE nom_objet |
    TABLESPACE nom_objet |
    TEXT SEARCH CONFIGURATION nom_objet |
    TEXT SEARCH DICTIONARY nom_objet |
    TEXT SEARCH PARSER nom_objet |
    TEXT SEARCH TEMPLATE nom_objet |
    TRANSFORM FOR nom_type LANGUAGE nom_langage |
    TRIGGER nom_déclencheur ON nom_table |
    TYPE nom_objet |
    VIEW nom_objet
} IS 'texte'
```

où *signature_agrégat* est :

```
* |
[ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [ , ... ] |
[ [ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [ , ... ] ] ORDER BY [ mode_arg ] [ nom_arg ]
type_arg [ , ... ]
```

Description

COMMENT stocke un commentaire sur un objet de la base de données.

Seule une chaîne de commentaire est stockée pour chaque objet, donc pour modifier un commentaire, lancer une nouvelle commande **COMMENT** pour le même objet. Pour supprimer un commentaire, écrire un **NULL** à la place dans la chaîne de texte. Les commentaires sont automatiquement supprimés quand leur objet est supprimé.

Pour la plupart des types d'objet, seul le propriétaire de l'objet peut configurer le commentaire. Les rôles n'ont pas de propriétaires, donc la règle pour **COMMENT ON ROLE** est que vous devez être superutilisateur pour commenter un rôle superutilisateur ou avoir l'attribut **CREATEROLE** pour commenter des rôles standards. De la même façon, les méthodes d'accès n'ont pas encore de propriétaire ; vous devez être superutilisateur pour modifier le commentaire d'une méthode d'accès. Bien sûr, un superutilisa-

teur peut ajouter un commentaire sur n'importe quel objet.

Les commentaires sont visibles avec la famille de commandes `\d`, de psql. D'autres interfaces utilisateur de récupération des commentaires peuvent être construites au-dessus des fonctions intégrées qu'utilise psql, à savoir `obj_description`, `col_description` et `shobj_description`. (Voir Tableau 9.67, « Fonctions d'informations sur les commentaires ».)

Paramètres

nom_objet, nom_relation.nom_colonne, nom_agrégat, nom_constrainte, nom_fonction, op, nom_opérateur, nom_politique, nom_règle, nom_déclencheur

Le nom de l'objet à commenter. Les noms des tables, agrégats, collationnements, conversions, domaines, tables distantes, fonctions, index, opérateurs, classes d'opérateur, familles d'opérateur, séquences, objets de la recherche plein texte, types et vues peuvent être qualifiés du nom du schéma. Lorsque le commentaire est placé sur une colonne, `nom_relation` doit faire référence à une table, une vue, un type composite ou une table distante.

nom_table, nom_domaine

Lors de l'ajout d'un commentaire sur une contrainte, un trigger, une règle ou une politique, ces paramètres spécifient le nom de la table ou du domaine sur lequel cet objet est défini.

type_source

Le nom du type de donnée source du transtypage.

type_cible

Le nom du type de données cible du transtypage.

modearg

Le mode d'un argument de la fonction ou de l'agrégat : IN, OUT, INOUT ou VARIADIC. En cas d'omission, la valeur par défaut est IN. **COMMENT** ne tient pas compte, à l'heure actuelle, des arguments OUT car seuls ceux en entrée sont nécessaires pour déterminer l'identité de la fonction. Lister les arguments IN, INOUT et VARIADIC est ainsi suffisant.

nomarg

Le nom d'un argument de la fonction ou de l'agrégat. **COMMENT ON FUNCTION** ne tient pas compte, à l'heure actuelle, des noms des arguments, seuls les types de données des arguments étant nécessaires pour déterminer l'identité de la fonction.

typearg

Le type de données d'un argument de la fonction ou de l'agrégat.

oid_objet_large

L'OID de l'objet large.

type_gauche, type_droit

Les types de données des arguments de l'opérateur (avec en option le nom du schéma). Écrire NONE pour l'argument manquant d'un opérateur préfixe ou postfixe.

PROCEDURAL

Inutilisé.

nom_type

Le nom du type de données de la transformation.

nom_langage

Le nom du langage de la transformation.

texte

Le nouveau commentaire, rédigé sous la forme d'une chaîne littérale ; ou NULL pour supprimer le commentaire.

Notes

Il n'existe pas de mécanisme de sécurité pour visualiser les commentaires : tout utilisateur connecté à une base de données peut voir les commentaires de tous les objets de la base. Pour les objets partagés comme les bases, les rôles et les tablespaces, les commentaires sont stockées globalement et tout utilisateur connecté à une base peut voir tous les commentaires pour les objets partagés. Du coup, ne placez pas d'informations critiques pour la sécurité dans vos commentaires.

Exemples

Attacher un commentaire à la table `matable` :

```
COMMENT ON TABLE matable IS 'Ceci est ma table.';
```

Suppression du commentaire précédent :

```
COMMENT ON TABLE matable IS NULL;
```

Quelques exemples supplémentaires :

```
COMMENT ON ACCESS METHOD rtree IS 'Méthode d''accès R-Tree';
COMMENT ON AGGREGATE mon_aggregat (double precision) IS 'Calcul d''une variance type';
COMMENT ON CAST (text AS int4) IS 'Transtypage de text en int4';
COMMENT ON COLLATION "fr_CA" IS 'Canadian French';
COMMENT ON COLUMN ma_table.ma_colonne IS 'Numéro employé';
COMMENT ON CONVERSION ma_conv IS 'Conversion vers UTF8';
COMMENT ON CONSTRAINT bar_col_cons ON bar IS 'Contrainte sur la colonne col';
COMMENT ON CONSTRAINT dom_col_constr ON DOMAIN dom IS 'Contrainte sur la colonne du domaine';
COMMENT ON DATABASE ma_base IS 'Base de données de développement';
COMMENT ON DOMAIN mon_domaine IS 'Domaine des adresses de courriel';
COMMENT ON EXTENSION hstore IS 'implémente le type de données hstore';
COMMENT ON FOREIGN DATA WRAPPER mon_wrapper IS 'mon wrapper de données distantes';
COMMENT ON FOREIGN TABLE ma_table_distant IS 'Information employés dans une autre base';
COMMENT ON FUNCTION ma_fonction (timestamp) IS 'Retourner des chiffres romains';
COMMENT ON INDEX mon_index IS 'S'assurer de l'unicité de l'ID de l'employé';
COMMENT ON LANGUAGE plpython IS 'Support de Python pour les procédures stockées';
COMMENT ON LARGE OBJECT 346344 IS 'Document de planification';
COMMENT ON MATERIALIZED VIEW ma_vuemat IS 'Résumé de l'\historique des ordres';
COMMENT ON OPERATOR ^ (text, text) IS 'L\'intersection de deux textes';
COMMENT ON OPERATOR - (NONE, integer) IS 'Moins unaire';
COMMENT ON OPERATOR CLASS int4ops USING btree IS 'Opérateurs d'entiers sur quatre octets pour les index btrees';
COMMENT ON OPERATOR FAMILY integer_ops USING btree IS 'Tous les opérateurs entiers pour les index btree';
COMMENT ON POLICY ma_politique ON ma_table IS 'Filtre des lignes par utilisateur';
COMMENT ON ROLE mon_role IS 'Groupe d'administration pour les tables finance';
COMMENT ON RULE ma_regle ON my_table IS 'Tracer les mises à jour des enregistrements d'\employé';
COMMENT ON SCHEMA mon_schema IS 'Données du département';
COMMENT ON SEQUENCE ma_sequence IS 'Utilisé pour engendrer des clés primaires';
COMMENT ON SERVER mon_serveur IS 'mon serveur distant';
COMMENT ON TABLE mon_schema.ma_table IS 'Informations sur les employés';
COMMENT ON TABLESPACE mon_tablespace IS 'Tablespace pour les index';
COMMENT ON TEXT SEARCH CONFIGURATION my_config IS 'Filtre des mots spéciaux';
COMMENT ON TEXT SEARCH DICTIONARY swedish IS 'Stemmer Snowball pour le Suédois';
COMMENT ON TEXT SEARCH PARSER my_parser IS 'Divise le texte en mot';
COMMENT ON TEXT SEARCH TEMPLATE snowball IS 'Stemmer Snowball';
COMMENT ON TRANSFORM FOR hstore LANGUAGE plpythonu IS 'Transformation entre hstore et un dictionnaire Python';
COMMENT ON TRIGGER mon_declencheur ON my_table IS 'Utilisé pour RI';
COMMENT ON TYPE complex IS 'Type de données pour les nombres complexes';
COMMENT ON VIEW ma_vue IS 'Vue des coûts départementaux';
```

Compatibilité

Il n'existe pas de commande **COMMENT** dans le standard SQL.

Nom

COMMIT — Valider la transaction en cours

Synopsis

```
COMMIT [ WORK | TRANSACTION ]
```

Description

COMMIT valide la transaction en cours. Tout le monde peut désormais voir les modifications réalisées au cours de la transaction. De plus, leur persistance est garantie en cas d'arrêt brutal du serveur.

Paramètres

WORK, TRANSACTION

Mots clés optionnels et sans effet.

Notes

ROLLBACK(7) est utilisé pour annuler une transaction.

Lancer **COMMIT** à l'extérieur d'une transaction n'a aucune conséquence mais provoque l'affichage d'un message d'avertissement.

Exemples

Valider la transaction courante et rendre toutes les modifications persistantes :

```
COMMIT;
```

Compatibilité

Le standard SQL ne spécifie que les deux formes COMMIT et COMMIT WORK. Pour le reste, cette commande est totalement conforme.

Voir aussi

BEGIN(7), ROLLBACK(7)

Nom

COMMIT PREPARED — Valider une transaction préalablement préparée en vue d'une validation en deux phases

Synopsis

```
COMMIT PREPARED id_transaction
```

Description

COMMIT PREPARED valide une transaction préparée.

Paramètres

id_transaction

L'identifiant de la transaction à valider.

Notes

Seul l'utilisateur à l'origine de la transaction ou un superutilisateur peut valider une transaction préparée. Il n'est cependant pas nécessaire d'être dans la session qui a initié la transaction.

Cette commande ne peut pas être exécutée à l'intérieur d'un bloc de transaction. La transaction préparée est validée immédiatement.

Toutes les transactions préparées disponibles sont listées dans la vue système pg_prepared_xacts.

Exemples

Valider la transaction identifiée par foobar :

```
COMMIT PREPARED 'foobar';
```

Compatibilité

L'instruction COMMIT PREPARED est une extension PostgreSQL™. Elle est destinée à être utilisée par des systèmes tiers de gestion des transactions, dont le fonctionnement est parfois standardisé (comme X/Open XA), mais la portion SQL de ces systèmes ne respecte pas le standard.

Voir aussi

PREPARE TRANSACTION(7), ROLLBACK PREPARED(7)

Nom

COPY — Copier des données depuis/vers un fichier vers/vers une table

Synopsis

```
COPY nom_table [ ( nom_colonne [, ...] ) ]
  FROM { 'nom_fichier' | PROGRAM 'commande' | STDIN }
  [ [ WITH ] ( option [, ...] ) ]

COPY { nom_table [ ( nom_colonne [, ...] ) ] | ( requête ) }
  TO { 'nom_fichier' | PROGRAM 'commande' | STDOUT }
  [ [ WITH ] ( option [, ...] ) ]
```

où *option* fait partie
de :

```
FORMAT nom_format
OIDS [ oids ]
FREEZE [ booléen ]
DELIMITER 'caractère_délimiteur'
NULL 'chaîne_null'
HEADER [ booléen ]
QUOTE 'caractère_guillemet'
ESCAPE 'caractère_échappement'
FORCE_QUOTE { ( nom_colonne [, ...] ) | * }
FORCE_NOT_NULL ( nom_colonne [, ...] )
FORCE_NULL ( nom_colonne [, ...] )
ENCODING 'nom_encodage'
```

Description

COPY transfère des données entre les tables de PostgreSQL™ et les fichiers du système de fichiers standard. **COPY TO** copie le contenu d'une table *vers* un fichier tandis que **COPY FROM** copie des données *depuis* un fichier vers une table (ajoutant les données à celles déjà dans la table). **COPY TO** peut aussi copier le résultat d'une requête **SELECT**.

Si une liste de colonnes est précisée, **COPY** ne copie que les données des colonnes spécifiées vers ou depuis le fichier. **COPY FROM** insère les valeurs par défaut des colonnes qui ne sont pas précisées dans la liste.

La commande **COPY** avec un nom de fichier force PostgreSQL™ à lire ou écrire directement dans un fichier. Il doit être accessible par l'utilisateur PostgreSQL™ (l'utilisateur exécutant le serveur) et le nom doit être spécifié du point de vue du serveur. Quand **PROGRAM** est indiqué, le serveur exécute la commande donnée, et lit la sortie standard du programme ou écrit dans l'entrée standard du programme. La commande doit être spécifiée du point de vue du serveur, et être exécutable par l'utilisateur PostgreSQL™. Si **STDIN** ou **STDOUT** est indiqué, les données sont transmises au travers de la connexion entre le client et le serveur.

Paramètres

nom_table

Le nom de la table (éventuellement qualifié du nom du schéma).

nom_colonne

Une liste optionnelle de colonnes à copier. Sans précision, toutes les colonnes de la table seront copiées.

requête

Une commande **SELECT(7)**, **VALUES(7)**, **INSERT(7)**, **UPDATE(7)** ou **DELETE(7)** dont les résultats sont à copier. Notez que des parenthèses sont requises autour de la requête.

Pour les requêtes **INSERT**, **UPDATE** et **DELETE**, une clause **RETURNING** doit être fournie, et la relation cible ne doit avoir ni règle conditionnelle, ni règle **ALSO**, ni règle **INSTEAD** qui ajoute plusieurs requêtes.

nom_fichier

Le chemin vers le fichier en entrée ou en sortie. Un nom de fichier en entrée peut avoir un chemin absolu ou relatif mais un nom de fichier en sortie doit absolument avoir un chemin relatif. Les utilisateurs Windows peuvent avoir besoin d'utiliser la

yntaxe E ' ' et de doubler tous les antislashs utilisés dans le nom du chemin.

PROGRAM

Une commande à exécuter. Avec **COPY FROM**, l'entrée est lire de la sortie standard de la commande alors qu'avec **COPY TO**, la sortie est écrite dans l'entrée standard de la commande.

Notez que la commande est appelée par le shell. Si vous avez besoin de passer à la commande shell des arguments qui viennent d'une source sans confiance, vous devez faire particulièrement attention à supprimer ou échapper tous les caractères spéciaux qui pourraient avoir une signification particulière pour le shell. Pour des raisons de sécurité, il est préférable d'utiliser une chaîne de commande fixe ou, tout du moins, d'éviter de lui passer une entrée utilisateur.

STDIN

Les données en entrée proviennent de l'application cliente.

STDOUT

Les données en sortie vont sur l'application cliente.

boolean

Spécifie si l'option sélectionnée doit être activée ou non. Vous pouvez écrire TRUE, ON ou 1 pour activer l'option, et FALSE, OFF ou 0 pour la désactiver. La valeur *boolean* peut aussi être omise, auquel cas la valeur TRUE est prise en compte.

FORMAT

Selectionne le format des données pour la lecture ou l'écriture : *text*, *csv* (valeurs séparées par des virgules), ou *binary*. La valeur par défaut est *text*.

OIDS

Copie l'OID de chaque ligne. Une erreur est rapportée si OIDS est utilisé pour une table qui ne possède pas d'OID, ou dans le cas de la copie du résultat d'une *requête*.

FREEZE

Demande la copie des données dans des lignes déjà gelées (donc dans le même état qu'après un **VACUUM FREEZE**). Ceci est une option de performance pour un chargement initial des données. Les lignes seront gelées seulement si la table en cours de chargement a été créée ou tronquée dans la même sous-transaction, qu'il n'y a pas de curseurs ouverts ou d'anciennes images de la base de données détenus par cette transaction.

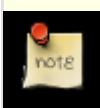
Notez que toutes les autres sessions seront immédiatement capables de voir les données une fois qu'elles auront été chargées. Ceci viole les règles habituelles de la visibilité d'après MVCC. Les utilisateurs intéressés par cette option doivent être conscients des problèmes potentiels que cela peut poser.

DELIMITER

Spécifie le caractère qui sépare les colonnes sur chaque ligne du fichier. La valeur par défaut est une tabulation dans le format texte et une virgule dans le format CSV. Il doit être un seul caractère sur un seul octet. Cette option n'est pas autorisée lors de l'utilisation du format *binary*.

NULL

Spécifie la chaîne qui représente une valeur NULL. La valeur par défaut est \N (antislash-N) dans le format texte et une chaîne vide sans guillemets dans le format CSV. Vous pouvez préférer une chaîne vide même dans le format texte pour les cas où vous ne voulez pas distinguer les valeurs NULL des chaînes vides. Cette option n'est pas autorisée lors de l'utilisation du format *binary*.



Note

Lors de l'utilisation de **COPY FROM**, tout élément de données qui correspond à cette chaîne est stocké comme valeur NULL. Il est donc utile de s'assurer que c'est la même chaîne que celle précisée pour le **COPY TO** qui est utilisée.

HEADER

Le fichier contient une ligne d'en-tête avec les noms de chaque colonne. En sortie, la première ligne contient les noms de colonne de la table. En entrée, elle est ignorée. Cette option n'est autorisée que lors de l'utilisation du format CSV.

QUOTE

Spécifie le caractère guillemet à utiliser lorsqu'une valeur doit être entre guillemets. Par défaut, il s'agit du guillemet double. Cela doit de toute façon être un seul caractère sur un seul octet. Cette option n'est autorisée que lors de l'utilisation du format CSV.

ESCAPE

Spécifie le caractère qui doit apparaître avant un caractère de données qui correspond à la valeur QUOTE. La valeur par défaut est la même que la valeur QUOTE (du coup, le caractère guillemet est doublé s'il apparaît dans les données). Cela doit être un

seul caractère codé en un seul octet. Cette option n'est autorisée que lors de l'utilisation du format CSV.

FORCE_QUOTE

Force l'utilisation des guillemets pour toutes les valeurs non NULL dans chaque colonne spécifiée. La sortie NULL n'est jamais entre guillemets. Si * est indiqué, les valeurs non NULL seront entre guillemets pour toutes les colonnes. Cette option est seulement autorisée avec **COPY TO** et seulement quand le format CSV est utilisé.

FORCE_NOT_NULL

Ne fait pas correspondre les valeurs des colonnes spécifiées avec la chaîne nulle. Dans le cas par défaut où la chaîne nulle est vide, cela signifie que les valeurs vides seront lues comme des chaînes de longueur nulle plutôt que comme des NULL, même si elles ne sont pas entre guillemets. Cette option est seulement autorisée avec **COPY FROM** et seulement quand le format CSV est utilisé.

FORCE_NULL

Essaie d'établir une correspondance entre les valeurs des colonnes spécifiées avec la chaîne NULL, même si elle est entre guillemets. Si une correspondance est trouvée, configure la valeur à NULL. Dans le cas par défaut où la chaîne NULL est vide, cela convertit une chaîne vide entre guillemets en valeur NULL. Cette option est uniquement autorisée avec **COPY FROM**, et seulement avec le format CSV.

ENCODING

Spécifie que le fichier est dans l'encodage *nom_encodage*. Si cette option est omis, l'encodage client par défaut est utilisé. Voir la partie Notes ci-dessous pour plus de détails.

Affichage

En cas de succès, une commande **COPY** renvoie une balise de la forme

```
COPY nombre
```

Le *nombre* correspond au nombre de lignes copiées.



Note

psql affichera cette balise de commande seulement si la commande n'est pas **COPY ... TO STDOUT** ou son équivalent sous psql (la métacommande `\copy ... to stdout`). Ceci a pour but d'empêcher toute confusion entre la balise de commande et les données affichées.

Notes

COPY ne peut être utilisé qu'avec des tables réelles, pas avec des vues. Néanmoins, vous pouvez écrire **COPY (SELECT * FROM *nom_vue*) TO ...**.

COPY gère seulement la table nommée ; cette commande ne copie pas les données provenant ou vers des tables filles. Donc, par exemple, **COPY *table* TO** affiche les mêmes données que **SELECT * FROM ONLY *table***. Mais **COPY (SELECT * FROM *table*) TO ...** peut être utilisé pour sauvegarder toutes les données d'un héritage.

Le droit **SELECT** est requis sur la table dont les valeurs sont lues par **COPY TO** et le droit **INSERT** sur la table dont les valeurs sont insérées par **COPY FROM**. Il est suffisant d'avoir des droits sur les colonnes listées dans la commande.

Si la sécurité de niveau ligne est activée pour la table, les politiques **SELECT** associées seront exécutées pour les instructions **COPY *table* TO**. Actuellement, **COPY FROM** n'est pas supporté pour les tables ayant une sécurité au niveau ligne. Utilisez les instructions **INSERT** équivalentes à la place.

Les fichiers nommés dans une commande **COPY** sont lus ou écrits directement par le serveur, non par l'application cliente. De ce fait, la machine hébergeant le serveur de bases de données doit les héberger ou pouvoir y accéder. L'utilisateur PostgreSQL™ (l'identifiant de l'utilisateur qui exécute le serveur), et non pas le client, doit pouvoir y accéder et les lire ou les modifier. De la même façon, la commande qui utilise **PROGRAM** est exécutée directement par le serveur, et non pas par l'application cliente. Elle doit être exécutable par l'utilisateur PostgreSQL™. L'utilisation de **COPY** avec un fichier n'est autorisé qu'aux superutilisateurs de la base de données car **COPY** autorise la lecture et l'écriture de tout fichier accessible au serveur.

Il ne faut pas confondre **COPY** et l'instruction `\copy` de psql. `\copy` appelle **COPY FROM STDIN** ou **COPY TO STDOUT**, puis lit/stocke les données dans un fichier accessible au client psql. L'accès au fichier et les droits d'accès dépendent alors du client et non du serveur.

Il est recommandé que le chemin absolu du fichier utilisé dans **COPY** soit toujours précisé. Ceci est assuré par le serveur dans le cas d'un **COPY TO** mais, pour les **COPY FROM**, il est possible de lire un fichier spécifié par un chemin relatif. Le chemin est

interprété relativement au répertoire de travail du processus serveur (habituellement dans le répertoire des données), pas par rapport au répertoire de travail du client.

Exécuter une commande avec PROGRAM peut être restreint par des mécanismes de contrôle d'accès du système d'exploitation, comme par exemple SELinux.

COPY FROM appelle tous les déclencheurs et contraintes de vérification sur la table de destination, mais pas les règles.

L'entrée et la sortie de **COPY** sont sensibles à `datestyle`. Pour assurer la portabilité vers d'autres installations de PostgreSQL™ qui éventuellement utilisent des paramétrages `datestyle` différents de ceux par défaut, il est préférable de configurer `datestyle` en ISO avant d'utiliser **COPY TO**. Éviter d'exporter les données avec le `IntervalStyle` configuré à `sql_standard` est aussi une bonne idée car les valeurs négatives d'intervalles pourraient être mal interprétées par un serveur qui a une autre configuration pour `IntervalStyle`.

Les données en entrée sont interprétées suivant la clause `ENCODING` ou suivant l'encodage actuel du client. Les données en sortie sont codées suivant la clause `ENCODING` ou suivant l'encodage actuel du client. Ceci est valable même si les données ne passent pas par le client, c'est-à-dire si elles sont lues et écrites directement sur un fichier du serveur.

COPY stoppe l'opération à la première erreur. Si cela ne porte pas à conséquence dans le cas d'un **COPY TO**, il en va différemment dans le cas d'un **COPY FROM**. Dans ce cas, la table cible a déjà reçu les lignes précédentes. Ces lignes ne sont ni visibles, ni accessibles, mais occupent de l'espace disque. Il peut en résulter une perte importante d'espace disque si l'échec se produit lors d'une copie volumineuse. L'espace perdu peut alors être récupéré avec la commande **VACUUM**.

`FORCE_NULL` et `FORCE_NOT_NULL` peuvent être utilisés simultanément sur la même colonne. Cela a pour résultat la conversion des chaînes NULL entre guillemets en valeurs NULL et la conversion de chaînes NULL sans guillemets en chaînes vides.

Les données en entrée sont interprétées suivant l'encodage actuel du client et les données en sortie sont encodées suivant l'encodage client même si les données ne passent pas par le client mais sont lues à partir d'un fichier ou écrites dans un fichier.

Formats de fichiers

Format texte

Quand le format `text` est utilisé, les données sont lues ou écrites dans un fichier texte, chaque ligne correspondant à une ligne de la table. Les colonnes sont séparées, dans une ligne, par le caractère de délimitation. Les valeurs des colonnes sont des chaînes, engendrées par la fonction de sortie ou utilisables par celle d'entrée, correspondant au type de données des attributs. La chaîne de spécification des valeurs NULL est utilisée en lieu et place des valeurs nulles. **COPY FROM** lève une erreur si une ligne du fichier ne contient pas le nombre de colonnes attendues. Si `OID$` est précisé, l'OID est lu ou écrit dans la première colonne, avant celles des données utilisateur.

La fin des données peut être représentée par une ligne ne contenant qu'un antislash et un point (`\.`). Ce marqueur de fin de données n'est pas nécessaire lors de la lecture d'un fichier, la fin du fichier tenant ce rôle. Il n'est réellement nécessaire que lors d'une copie de données vers ou depuis une application cliente qui utilise un protocole client antérieur au 3.0.

Les caractères antislash (`\`) peuvent être utilisés dans les données de **COPY** pour échapper les caractères qui, sans cela, seraient considérés comme des délimiteurs de ligne ou de colonne. Les caractères suivants, en particulier, doivent être précédés d'un antislash s'ils apparaissent dans la valeur d'une colonne : l'antislash lui-même, le saut de ligne, le retour chariot et le délimiteur courant.

La chaîne NULL spécifiée est envoyée par **COPY TO** sans ajout d'antislash ; au contraire, **COPY FROM** teste l'entrée au regard de la chaîne NULL avant la suppression des antislash. Ainsi, une chaîne NULL telle que `\N` ne peut pas être confondue avec la valeur de donnée réelle `\N` (représentée dans ce cas par `\N`).

Les séquences spéciales suivantes sont reconnues par **COPY FROM** :

Séquence	Représente
<code>\b</code>	Retour arrière (<i>backspace</i>) (ASCII 8)
<code>\f</code>	Retour chariot (ASCII 12)
<code>\n</code>	Nouvelle ligne (ASCII 10)
<code>\r</code>	Retour chariot (ASCII 13)
<code>\t</code>	Tabulation (ASCII 9)
<code>\v</code>	Tabulation verticale (ASCII 11)
<code>\chiffres</code>	Antislash suivi d'un à trois chiffres en octal représente le caractère qui possède ce code numérique
<code>\xdigits</code>	Antislash <code>x</code> suivi d'un ou deux chiffres hexadécimaux représente le caractère qui pos-

Séquence	Représente
	sème ce code numérique

Actuellement, **COPY TO** n'émet pas de séquence octale ou hexadécimale mais utilise les autres séquences listées ci-dessus pour les caractères de contrôle.

Tout autre caractère précédé d'un antislash se représente lui-même. Cependant, il faut faire attention à ne pas ajouter d'antislash qui ne soit pas absolument nécessaire afin d'éviter le risque d'obtenir accidentellement une correspondance avec le marqueur de fin de données (\.) ou la chaîne NULL (\N par défaut) ; ces chaînes sont reconnues avant tout traitement des antislashs.

Il est fortement recommandé que les applications qui engendrent des données **COPY** convertissent les données de nouvelle ligne et de retour chariot par les séquences respectives \n et \r. A l'heure actuelle, il est possible de représenter un retour chariot par un antislash et un retour chariot, et une nouvelle ligne par un antislash et une nouvelle ligne. Cependant, il n'est pas certain que ces représentations soient encore acceptées dans les prochaines versions. Celles-ci sont, de plus, extrêmement sensibles à la corruption si le fichier de **COPY** est transféré sur d'autres plateformes (d'un Unix vers un Windows ou inversement, par exemple).

COPY TO termine chaque ligne par une nouvelle ligne de style Unix (« \n »). Les serveurs fonctionnant sous Microsoft Windows engendrent un retour chariot/nouvelle ligne (« \r\n »), mais uniquement lorsque les données engendrées par **COPY** sont envoyées dans un fichier sur le serveur. Pour des raisons de cohérence entre les plateformes, **COPY TO STDOUT** envoie toujours « \n » quelque soit la plateforme du serveur. **COPY FROM** sait gérer les lignes terminant par une nouvelle ligne, un retour chariot ou un retour chariot suivi d'une nouvelle ligne. Afin de réduire les risques d'erreurs engendrées par des nouvelles lignes ou des retours chariot non précédés d'antislash, considéré de fait comme des données, **COPY FROM** émet un avertissement si les fins de lignes ne sont pas toutes identiques.

Format CSV

Ce format est utilisé pour importer et exporter des données au format de fichier CSV (acronyme de *Comma Separated Value*, littéralement valeurs séparées par des virgules). Ce format est utilisé par un grand nombre de programmes, tels les tableurs. À la place des règles d'échappement utilisées par le format texte standard de PostgreSQL™, il produit et reconnaît le mécanisme d'échappement habituel de CSV.

Les valeurs de chaque enregistrement sont séparées par le caractère **DELIMITER**. Si la valeur contient ce caractère, le caractère **QUOTE**, la chaîne **NULL**, un retour chariot ou un saut de ligne, la valeur complète est préfixée et suffixée par le caractère **QUOTE**. De plus, toute occurrence du caractère **QUOTE** ou du caractère **ESCAPE** est précédée du caractère d'échappement. **FORCE QUOTE** peut également être utilisé pour forcer les guillemets lors de l'affichage de valeur non-NULL dans des colonnes spécifiques.

Le format CSV n'a pas de façon standard de distinguer une valeur **NULL** d'une chaîne vide. La commande **COPY** de PostgreSQL™ gère cela avec les guillemets. Un **NULL** est affiché suivant le paramètre **NULL** et n'est pas entre guillemets, alors qu'une valeur non **NULL** correspondant au paramètre **NULL** est entre guillemets. Par exemple, avec la configuration par défaut, un **NULL** est écrit avec la chaîne vide sans guillemets alors qu'une chaîne vide est écrit avec des guillemets doubles (""). La lecture des valeurs suit des règles similaires. Vous pouvez utiliser **FORCE NOT NULL** pour empêcher les comparaisons d'entrée **NULL** pour des colonnes spécifiques. Vous pouvez aussi utiliser **FORCE_NULL** pour convertir des valeurs de chaînes **NULL** entre guillemets en **NULL**.

L'antislash n'est pas un caractère spécial dans le format CSV. De ce fait, le marqueur de fin de données, \., peut apparaître dans les données. Afin d'éviter toute mauvaise interprétation, une valeur \. qui apparaît seule sur une ligne est automatiquement placée entre guillemets en sortie. En entrée, si elle est entre guillemets, elle n'est pas interprétée comme un marqueur de fin de données. Lors du chargement d'un fichier qui ne contient qu'une colonne, dont les valeurs ne sont pas placées entre guillemets, créé par une autre application, qui contient une valeur \., il est nécessaire de placer cette valeur entre guillemets.



Note

Dans le format CSV, tous les caractères sont significatifs. Une valeur entre guillemets entourée d'espaces ou de tout autre caractère différent de **DELIMITER** inclut ces caractères. Cela peut être source d'erreurs en cas d'import de données à partir d'un système qui complète les lignes CSV avec des espaces fines pour atteindre une longueur fixée. Dans ce cas, il est nécessaire de pré-traiter le fichier CSV afin de supprimer les espaces de complètement avant d'insérer les données dans PostgreSQL™.



Note

Le format CSV sait reconnaître et produire des fichiers CSV dont les valeurs entre guillemets contiennent des retours chariot et des sauts de ligne. De ce fait, les fichiers ne contiennent pas strictement une ligne par ligne de table comme les fichiers du format texte.



Note

Beaucoup de programmes produisent des fichiers CSV étranges et parfois pervers ; le format de fichier est donc plus une convention qu'un standard. Il est alors possible de rencontrer des fichiers que ce mécanisme ne sait pas importer. De plus, **COPY** peut produire des fichiers inutilisables par d'autres programmes.

Format binaire

Le format **binary** fait que toutes les données sont stockées/lues au format binaire plutôt que texte. Il est un peu plus rapide que les formats texte et CSV mais un fichier au format binaire est moins portable suivant les architectures des machines et les versions de PostgreSQL™. De plus, le format binaire est très spécifique au type des données ; par exemple, un export de données binaires d'une colonne smallint ne pourra pas être importé dans une colonne integer, même si cela aurait fonctionné dans le format texte.

Le format de fichier **binary** consiste en un en-tête de fichier, zéro ou plusieurs lignes contenant les données de la ligne et un bas-de-page du fichier. Les en-têtes et les données sont dans l'ordre réseau des octets.



Note

Les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 7.4 utilisaient un format de fichier binaire différent.

Entête du fichier

L'en-tête du fichier est constituée de 15 octets de champs fixes, suivis par une aire d'extension de l'en-tête de longueur variable. Les champs fixes sont :

Signature

séquence de 11 octets PGCOPY\n\377\r\n\0 -- l'octet zéro est une partie obligatoire de la signature. La signature est conçue pour permettre une identification aisée des fichiers qui ont été déteriorés par un transfert non respectueux des huit bits. Cette signature est modifiée par les filtres de traduction de fin de ligne, la suppression des octets zéro, la suppression des bits de poids forts ou la modification de la parité.

Champs de commutateurs

masque entier de 32 bits décrivant les aspects importants du format de fichier. Les bits sont numérotés de 0 (*Least Significant Bit*, bit de poids faible) à 31 (*Most Significant Bit*, bit de poids fort). Ce champ est stocké dans l'ordre réseau des octets (l'octet le plus significatif en premier), comme le sont tous les champs entier utilisés dans le format de fichier. Les bits 16 à 31 sont réservés aux problèmes critiques de format de fichier ; tout lecteur devrait annuler l'opération s'il trouve un bit inattendu dans cet ensemble. Les bits 0 à 15 sont réservés pour signaler les problèmes de compatibilité de formats ; un lecteur devrait simplement ignorer les bits inattendus dans cet ensemble. Actuellement, seul un bit est défini, le reste doit être à zéro :

Bit 16

si 1, les OID sont inclus dans la donnée ; si 0, non

Longueur de l'aire d'extension de l'en-tête

entier sur 32 bits, longueur en octets du reste de l'en-tête, octets de stockage de la longueur non-compris. À l'heure actuelle ce champ vaut zéro. La première ligne suit immédiatement. De futures modifications du format pourraient permettre la présence de données supplémentaires dans l'en-tête. Tout lecteur devrait ignorer silencieusement toute donnée de l'extension de l'en-tête qu'il ne sait pas traitée.

L'aire d'extension de l'en-tête est prévue pour contenir une séquence de morceaux s'auto-identifiant. Le champ de commutateurs n'a pas pour but d'indiquer aux lecteurs ce qui se trouve dans l'aire d'extension. La conception spécifique du contenu de l'extension de l'en-tête est pour une prochaine version.

Cette conception permet l'ajout d'en-têtes compatibles (ajout de morceaux d'extension d'en-tête, ou initialisation des octets commutateurs de poids faible) et les modifications non compatibles (initialisation des octets commutateurs de poids fort pour signaler de telles modifications, et ajout des données de support dans l'aire d'extension si nécessaire).

Tuples

Chaque tuple débute par un compteur, entier codé sur 16 bits, représentant le nombre de champs du tuple. (Actuellement, tous les tuples d'une table ont le même compteur, mais il est probable que cela ne soit pas toujours le cas.) On trouve ensuite, répété pour chaque champ du tuple, un mot de 32 bits annonçant le nombre d'octets de stockage de la donnée qui suivent. (Ce mot n'inclut pas sa longueur propre et peut donc être nul.) -1, cas spécial, indique une valeur de champ NULL. Dans ce cas, aucun octet de valeur ne suit.

Il n'y a ni complètement d'alignement ni toute autre donnée supplémentaire entre les champs.

Actuellement, toutes les valeurs d'un fichier d'un format binaire sont supposées être dans un format binaire (code de format). Il est probable qu'une extension future ajoute un champ d'en-tête autorisant la spécification de codes de format par colonne.

La consultation du code source de PostgreSQL™, et en particulier les fonctions `*send` et `*recv` associées à chaque type de données de la colonne, permet de déterminer le format binaire approprié à la donnée réelle. Ces fonctions se situent dans le répertoire `src/backend/utils/adt/` des sources.

Lorsque les OID sont inclus dans le fichier, le champ OID suit immédiatement le compteur de champ. C'est un champ normal, à ceci près qu'il n'est pas inclus dans le compteur. En fait, il contient un mot de stockage de la longueur -- ceci permet de faciliter le passage d'OID sur quatre octets aux OID sur huit octets et permet d'afficher les OID comme étant NULL en cas de besoin.

Queue du fichier

La fin du fichier consiste en un entier sur 16 bits contenant -1. Cela permet de le distinguer aisément du compteur de champs d'un tuple.

Il est souhaitable que le lecteur rapporte une erreur si le mot compteur de champ ne vaut ni -1 ni le nombre attendu de colonnes. Cela assure une vérification supplémentaire d'une éventuelle désynchronisation d'avec les données.

Exemples

Copier une table vers le client en utilisant la barre verticale (|) comme délimiteur de champ :

```
COPY pays TO STDOUT (DELIMITER '|')
```

Copier des données d'un fichier vers la table pays :

```
COPY pays FROM '/usr1/proj;bray/sql/pays donnees';
```

Pour copier dans un fichier les pays dont le nom commence par 'A' :

```
COPY (SELECT * FROM pays WHERE nom_pays LIKE 'A%') TO '/usr1/proj;bray/sql/une_liste_de_pays.copy';
```

Pour copier dans un fichier compressé, vous pouvez envoyer la sortie à un programme de compression externe :

```
COPY pays TO PROGRAM 'gzip > /usr1/proj;bray/sql/donnees_pays.gz';
```

Exemple de données convenables pour une copie vers une table depuis STDIN :

AF	AFGHANISTAN
AL	ALBANIE
DZ	ALGERIE
ZM	ZAMBIE
ZW	ZIMBABWE

L'espace sur chaque ligne est en fait un caractère de tabulation.

Les mêmes données, extraites au format binaire. Les données sont affichées après filtrage au travers de l'outil Unix **od -c**. La table a trois colonnes ; la première est de type char(2), la deuxième de type text et la troisième de type integer. Toutes les lignes ont une valeur NULL sur la troisième colonne.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **COPY** dans le standard SQL.

La syntaxe suivante était utilisée avant PostgreSQL™ 9.0 et est toujours supportée :

```

COPY nomtable [ ( colonne [, ...] ) ]
  FROM { 'nomfichier' | STDIN }
  [ [ WITH ]
    [ BINARY ]
    [ OIDS ]
    [ DELIMITER [ AS ] 'délimiteur' ]
    [ NULL [ AS ] 'chaîne NULL' ]
    [ CSV [ HEADER ]
      [ QUOTE [ AS ] 'guillemet' ]
      [ ESCAPE [ AS ] 'échappement' ]
      [ FORCE NOT NULL colonne [, ...] ] ] ] ]
  
```

COPY { nomtable [(colonne [, ...])] | (requête) }

```

  TO { 'nomfichier' | STDOUT }
  [ [ WITH ]
    [ BINARY ]
    [ OIDS ]
    [ DELIMITER [ AS ] 'délimiteur' ]
    [ NULL [ AS ] 'chaîne NULL' ]
    [ CSV [ HEADER ]
      [ QUOTE [ AS ] 'guillemet' ]
      [ ESCAPE [ AS ] 'échappement' ]
      [ FORCE QUOTE colonne [, ...] | * ] ] ] ]
  
```

Notez que, dans cette syntaxe, BINARY et CSV sont traités comme des mots-clés indépendants, pas comme des arguments à l'option FORMAT.

La syntaxe suivante, utilisée avant PostgreSQL™ version 7.3, est toujours supportée :

```
COPY [ BINARY ] nom_table [ WITH OIDS ]
      FROM { 'nom_fichier' | STDIN }
      [ [USING] DELIMITERS 'caractère_délimiteur' ]
      [ WITH NULL AS 'chaîne NULL' ]

COPY [ BINARY ] nom_table [ WITH OIDS ]
      TO { 'nom_fichier' | STDOUT }
      [ [USING] DELIMITERS 'caractère_délimiteur' ]
      [ WITH NULL AS 'chaîne NULL' ]
```

Nom

CREATE ACCESS METHOD — Définir une nouvelle méthode d'accès

Synopsis

```
CREATE ACCESS METHOD nom
    TYPE type_methode_access
    HANDLER fonction_handler
```

Description

CREATE ACCESS METHOD crée une nouvelle méthode d'accès.

Le nom de la méthode d'accès doit être unique au sein de la base de données.

Seuls les superutilisateurs peuvent définir de nouvelles méthodes d'accès.

Paramètres

nom

Le nom de la méthode d'accès à créer.

type_methode_access

Cette clause spécifie le type de méthode d'accès à définir. INDEX est le seul type possible pour l'instant.

fonction_handler

fonction_handler est le nom d'une fonction existante (potentiellement qualifiée par le nom du schéma) représentant la méthode d'accès. La fonction gestionnaire doit être déclarée comme prenant un seul argument de type internal, et son type de données en retour dépend du type de la méthode d'accès ; pour les méthodes d'accès INDEX, cela doit être index_am_handler. L'API niveau C que la fonction gestionnaire doit implémenter varie suivant le type de méthode d'accès. L'API de la méthode d'accès pour les index est décrite dans Chapitre 59, Définition de l'interface des méthodes d'accès aux index.

Exemples

Créer une méthode d'accès d'index heptree avec une fonction handler heptree_handler :

```
CREATE ACCESS METHOD heptree TYPE INDEX HANDLER heptree_handler;
```

Compatibilité

CREATE ACCESS METHOD est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

DROP ACCESS METHOD(7), CREATE OPERATOR CLASS(7), CREATE OPERATOR FAMILY(7)

Nom

CREATE AGGREGATE — Définir une nouvelle fonction d'agrégat

Synopsis

```
+CREATE AGGREGATE nom ( [ mode_arg ] [ nom_arg ] type_donnees_arg [ , ... ] ) (
    SFUNC = sfonc,
    STYPE = type_donnée_état
    [ , SSPACE = taille_donnée_état ]
    [ , FINALFUNC = ffonc ]
    [ , FINALFUNC_EXTRA ]
    [ , COMBINEFUNC = combinefunc ]
    [ , SERIALFUNC = serialfunc ]
    [ , DESERIALFUNC = deserialfunc ]
    [ , INITCOND = condition_initiale ]
    [ , MSFUNC = msfonc ]
    [ , MINVFUNC = minvfonc ]
    [ , MSTYPE = type_donnée_état_m ]
    [ , MSSPACE = taille_donnée_état_m ]
    [ , MFFINALFUNC = mffonc ]
    [ , MFFINALFUNC_EXTRA ]
    [ , MINITCOND = condition_initiale_m ]
    [ , SORTOP = opérateur_tri ]
    [ , PARALLEL = { SAFE | RESTRICTED | UNSAFE } ]
    [ , HYPOTHETICAL ]
)

CREATE AGGREGATE nom ( [ [ mode_arg ] [ nom_arg ] type_donnees_arg [ , ... ] ]
    ORDER BY [ mode_arg ] [ nom_arg ] type_donnees_arg [ , ... ]
) (
    SFUNC = sfonc,
    STYPE = type_donnée_état
    [ , SSPACE = taille_donnée_état ]
    [ , FINALFUNC = ffonc ]
    [ , FINALFUNC_EXTRA ]
    [ , INITCOND = condition_initiale ]
    [ , PARALLEL = { SAFE | RESTRICTED | UNSAFE } ]
)

ou l'ancienne syntaxe

CREATE AGGREGATE nom (
    BASETYPE = type_base,
    SFUNC = sfonc,
    STYPE = type_donnée_état
    [ , SSPACE = taille_donnée_état ]
    [ , FINALFUNC = ffonc ]
    [ , FINALFUNC_EXTRA ]
    [ , COMBINEFUNC = combinefunc ]
    [ , SERIALFUNC = serialfunc ]
    [ , DESERIALFUNC = deserialfunc ]
    [ , SERIALTYPE = serialtype ]
    [ , INITCOND = condition_initiale ]
    [ , MSFUNC = sfunc ]
    [ , MINVFUNC = invfunc ]
    [ , MSTYPE = state_data_type ]
    [ , MSSPACE = taille_donnée_état ]
    [ , MFFINALFUNC = ffunc ]
    [ , MFFINALFUNC_EXTRA ]
    [ , MINITCOND = condition_initiale ]
    [ , SORTOP = opérateur_tri ]
)
```

Description

CREATE AGGREGATE définit une nouvelle fonction d'agrégat. Quelques fonctions d'agrégat basiques et largement utilisées sont fournies dans la distribution standard ; elles sont documentées dans le Section 9.20, « Fonctions d'agrégat ». **CREATE AGGREGATE** est utilisée pour ajouter des fonctionnalités lors de la définition de nouveaux types ou si une fonction d'agrégat n'est pas fournie.

Si un nom de schéma est donné (par exemple, `CREATE AGGREGATE monschema.monagg ...`), alors la fonction d'agrégat est créée dans le schéma précisé. Sinon, elle est créée dans le schéma courant. Ce comportement est identique à la surcharge de noms de fonctions ordinaires (voir CREATE FUNCTION(7)).

Une fonction d'agrégat simple est identifiée par son nom et son (ou ses) types de données en entrée. Deux agrégats dans le même schéma peuvent avoir le même nom s'ils opèrent sur des types différents en entrée. Le nom et le(s) type(s) de données en entrée d'un agrégat doivent aussi être distincts du nom et du type de données de toutes les fonctions ordinaires du même schéma.

Une fonction d'agrégat est réalisée à partir d'une ou deux fonctions ordinaires : une fonction de transition d'état `sfonc`, et une fonction de traitement final optionnelle `ffonc`. Elles sont utilisées ainsi :

```
sfonc( état-interne, nouvelle-valeur-données ) ---> prochain-état-interne
ffonc( état-interne ) ---> valeur-agrégat
```

PostgreSQL™ crée une variable temporaire de type `stype` pour contenir l'état interne courant de l'agrégat. À chaque ligne en entrée, la valeur de l'argument de l'agrégat est calculée et la fonction de transition d'état est appelé avec la valeur d'état courante et la valeur du nouvel argument pour calculer une nouvelle valeur d'état interne. Une fois que toutes les lignes sont traitées, la fonction finale est appelée une seule fois pour calculer la valeur de retour de l'agrégat. S'il n'existe pas de fonction finale, alors la valeur d'état final est retournée en l'état.

Une fonction d'agrégat peut fournir une condition initiale, c'est-à-dire une valeur initiale pour la valeur de l'état interne. Elle est spécifiée et stockée en base comme une valeur de type text mais doit être une représentation externe valide d'une constante du type de donnée de la valeur d'état. Si elle n'est pas fournie, la valeur d'état est initialement positionnée à NULL.

Si la fonction de transition d'état est déclarée « strict », alors elle ne peut pas être appellée avec des entrées NULL. Avec une telle fonction de transition, l'exécution d'agrégat se comporte comme suit. Les lignes avec une valeur NULL en entrée sont ignorées (la fonction n'est pas appelé et la valeur de l'état précédent est conservé). Si la valeur de l'état initial est NULL, alors, à la première ligne sans valeur NULL, la première valeur de l'argument remplace la valeur de l'état, et la fonction de transition est appellée pour chacune des lignes suivantes avec toutes les valeurs non NULL en entrée. Cela est pratique pour implémenter des agrégats comme max. Ce comportement n'est possible que quand `type_donnée_état` est identique au premier `type_donnée_argument`. Lorsque ces types sont différents, une condition initiale non NULL doit être fournie, ou une fonction de transition non stricte utilisée.

Si la fonction de transition d'état n'est pas stricte, alors elle sera appellée sans condition pour chaque ligne en entrée et devra gérer les entrées NULL et les valeurs de transition NULL. Cela permet à l'auteur de l'agrégat d'avoir le contrôle complet sur la gestion des valeurs NULL par l'agrégat.

Si la fonction finale est déclarée « strict », alors elle ne sera pas appellée quand la valeur d'état finale est NULL ; à la place, un résultat NULL sera retourné automatiquement. C'est le comportement normal de fonctions strictes. Dans tous les cas, la fonction finale peut retourner une valeur NULL. Par exemple, la fonction finale pour avg renvoie NULL lorsqu'elle n'a aucune lignes en entrée.

Quelque fois, il est utile de déclarer la fonction finale comme ne retournant pas seulement la valeur d'état, mais des paramètres supplémentaires correspondant aux valeurs en entrée de l'agrégat. La raison principale pour faire ainsi est si la fonction finale est polymorphe et que le type de données de la valeur de l'état serait inadéquate pour trouver le type du résultat. Ces paramètres supplémentaires sont toujours passés en tant que valeurs NULL (et donc la fonction finale ne doit pas être stricte quand l'option FINALFUNC_EXTRA est utilisée). Néanmoins, ce sont des paramètres valides. Par exemple, la fonction finale pourrait faire usage de `get_fn_expr_argtype` pour identifier le type d'argument réel dans l'appel actuel.

Un agrégat peut accepter en option un mode d'agrégat glissant, comme décrit dans Section 36.10.1, « Mode d'agrégat en déplacement ». Ceci requiert de spécifier les paramètres MSFUNC, MINVFUNC, et MSTYPE et, en option, les paramètres MSPACE, MFINALFUNC, MFFINALFUNC_EXTRA, et MINITCOND. En dehors de MINVFUNC, ces paramètres fonctionnent comme les paramètres d'agrégat simple sans M ; ils définissent une implémentation séparée de l'agrégat qui inclut une fonction de transition inverse.

La syntaxe avec ORDER BY dans la liste des paramètres crée un type spécial d'agrégat appelé un agrégat d'ensemble trié. Si le mot clé HYPOTHETICAL est ajouté, un agrégat d'ensemble hypothétique est créé. Ces agrégats opèrent sur des groupes de valeurs triées, donc la spécification d'un ordre de tri en entrée est une partie essentielle d'un appel. De plus, ils peuvent avoir des arguments directs, qui sont des arguments évalués une fois seulement par agrégat plutôt qu'une fois par ligne en entrée. Les agrégats d'ensemble hypothétique sont une sous-classe des agrégats d'ensemble trié pour lesquels certains des arguments directs doivent correspondre, en nombre et type de données aux colonnes en argument de l'agrégat. Ceci permet aux valeurs de ces arguments directs d'être ajoutées à la collection de lignes en entrée de l'agrégat comme des lignes supplémentaires « hypothétiques ».

Un agrégat peut supporter en option l'*agrégat partiel*, comme décrit dans Section 36.10.4, « Agrégation partielle ». Ceci requiert la spécification du paramètre COMBINEFUNC. Si le paramètre *state_data_type* vaut internal, il est généralement approprié de fournir les paramètres SERIALFUNC et DESERIALFUNC pour qu'un agrégat parallèle soit possible. Notez que l'agrégat doit aussi être marqué PARALLEL SAFE pour activer l'agrégation parallélisée.

Les agrégats qui se comportent comme MIN ou MAX peuvent parfois être optimisés en cherchant un index au lieu de parcourir toutes les lignes en entrée. Si un agrégat peut être optimisé, un *opérateur de tri* est spécifié. Dans ce cas, il est nécessaire que l'agrégat fournit le premier élément dans l'ordre imposé par l'opérateur ; en d'autres mots :

```
SELECT agg(col) FROM tab;
```

doit être équivalent à :

```
SELECT col FROM tab ORDER BY col USING sortop LIMIT 1;
```

On suppose également que l'agrégat ignore les entrées NULL et qu'il fournit un résultat NULL si et seulement s'il n'y a aucune entrée NULL. D'ordinaire, l'opérateur < d'un type de données est le bon opérateur de tri pour MIN et > celui pour MAX. L'optimisation ne prend jamais effet sauf si l'opérateur spécifié est membre de la stratégie « less than » (NdT : plus petit que) ou « greater than » (NdT : plus grand que) d'une classe d'opérateur pour un index B-tree.

Pour pouvoir créer une fonction d'agrégat, vous devez avoir le droit USAGE sur le type des arguments, le type de l'état et le type du code retour. Vous devez aussi voir le droit EXECUTE sur les fonctions de support.

Paramètres

nom

Le nom de la fonction d'agrégat à créer (éventuellement qualifié du nom du schéma).

mode_arg

Le mode d'un argument : IN ou VARIADIC. (Les fonctions d'agrégat n'acceptent pas les arguments OUT.) Si le mode est omis, la valeur par défaut est IN. Seul le dernier argument peut être marqué comme VARIADIC.

nom_arg

Le nom d'un argument. Ceci est seulement utile pour de la documentation. S'il est omis, l'argument n'a pas de nom.

type_données_arg

Un type de donnée en entrée sur lequel opère la fonction d'agrégat. Pour créer une fonction d'agrégat sans argument, placez * à la place de la liste des types de données en argument. (la fonction count (*) en est un bon exemple.)

type_base

Dans l'ancienne syntaxe de CREATE AGGREGATE, le type de données en entrée est spécifiée par un paramètre *type_base* plutôt que d'être écrit à la suite du nom de l'agrégat. Notez que cette syntaxe autorise seulement un paramètre en entrée. Pour définir une fonction d'agrégat sans argument avec cette syntaxe, indiquez seulement un paramètre en entrée. Pour définir une fonction d'agrégat sans argument, utilisez "ANY" (et non pas *) pour le *type_base*. Les agrégats d'ensemble trié ne peuvent pas être définis avec l'ancienne syntaxe.

sfonc

Le nom de la fonction de transition de l'état à appeler pour chaque ligne en entrée. Pour une fonction d'agrégat simple avec N arguments, *sfonc* doit prendre N+1 arguments, le premier étant de type *type_données_état* et le reste devant correspondre aux types de données en entrée déclarés pour l'agrégat. La fonction doit renvoyer une valeur de type *type_données_état*. Cette fonction prend la valeur actuelle de l'état et les valeurs actuelles des données en entrée. Elle renvoie la prochaine valeur de l'état.

Pour les agrégats d'ensemble trié (incluant les ensembles hypothétiques), la fonction de transition d'état reçoit seulement la valeur de l'état actuel et les arguments agrégés, pas les arguments directs.

type_donnée_état

Le type de donnée pour la valeur d'état de l'agrégat.

taille_données_état

La taille moyenne approximative (en octets) de la valeur d'état de l'agrégat. Si ce paramètre est omis ou s'il vaut zéro, une estimation par défaut est utilisée en se basant sur *type_données_état*. Le planificateur utilise cette valeur pour estimer la mémoire requise pour une requête d'agrégat par groupe. Le planificateur considérera l'utilisation d'une agrégation par hachage pour une telle requête seulement si la table de hachage est estimée être contenu dans work_mem ; de ce fait, une grosse valeur pour ce paramètre a tendance à diminuer l'utilisation des agrégats par hachage.

ffonc

Le nom de la fonction finale à appeler pour traiter le résultat de l'agrégat une fois que toutes les lignes en entrée ont été parcourues. Pour un agrégat normal, la fonction prend un seul argument de type *type_donnée_état*. Le type de retour de l'agrégat de la fonction est défini comme le type de retour de cette fonction. Si *ffonc* n'est pas spécifiée, alors la valeur d'état finale est utilisée comme résultat de l'agrégat et le type de retour est *type_donnée_état*.

Pour les agrégats d'ensemble trié (incluant les ensembles hypothétiques), la fonction finale reçoit non seulement la valeur de l'état final, mais aussi les valeurs de tous les arguments directs.

Si FINALFUNC_EXTRA est indiqué, en plus de la valeur de l'état final et des arguments directs, la fonction finale reçoit des valeurs NULL supplémentaires correspondant aux arguments agrégés standards de l'agrégat. Ceci est principalement utile pour permettre une bonne résolution du type de données pour le résultat agrégé quand un agrégat polymorphe est en cours de définition.

combinefunc

La fonction *combinefunc* peut être indiquée en option pour permettre à la fonction d'agrégat de supporter l'agrégation partielle. Si elle est fournie, la fonction *combinefunc* doit combiner deux valeurs *state_data_type*, chacune contenant le résultat de l'agrégation sur un certain sous-ensemble des valeurs en entrée pour produire un nouveau *state_data_type* qui représente le résultat de l'agrégation sur les différents ensembles en entrée. Cette fonction peut être vue comme un *sfunc*, où, au lieu d'agir sur une ligne individuelle en entrée et de l'ajouter à l'état de l'agrégat en cours, elle ajoute un autre état d'agrégat à l'état en cours.

La fonction *combinefunc* doit être déclarée comme prenant deux arguments de type *state_data_type* et renvoyant une valeur de type *state_data_type*. En option, cette fonction pourrait être « strict ». Dans ce cas, la fonction ne sera pas appelé quand l'un des états en entrée est null ; l'autre état sera utilisé comme résultat.

Pour les fonctions d'agrégat où *state_data_type* vaut internal, la fonction *combinefunc* ne doit pas être stricte. Dans ce cas, la fonction *combinefunc* doit s'assurer que les états null sont gérés correctement et que l'état à renvoyer est correctement enregistré dans le contexte mémoire de l'agrégat.

serialfunc

Une fonction d'agrégat dont *state_data_type* est internal peut participer à une agrégation en parallèle seulement si elle a une fonction *serialfunc*, qui doit sérialiser l'état d'agrégat en une valeur bytea pour sa transmission à un autre processus. Cette fonction doit prendre un seul argument de type internal et renvoyer le bytea. Une fonction *deserialfunc* correspondante est aussi requise.

deserialfunc

Désérialise un état d'agrégat préalablement sérialisé dans son type *state_data_type*. Cette fonction doit prendre deux arguments de type bytea et internal, et produire un résultat de type internal. (Note : le second argument, de type internal, n'est pas utilisé mais est requis pour des raisons de sécurité.)

condition_initiale

La configuration initiale pour la valeur de l'état. Elle doit être une constante de type chaîne de caractères dans la forme acceptée par le type de données *type_donnée_état*. Si non spécifié, la valeur d'état est initialement positionnée à NULL.

msfonc

Le nom de la fonction de transition d'état à appeler pour chaque ligne en entrée dans le mode d'agrégat en déplacement. Elle est identique à la fonction de transition standard, sauf que son premier argument et son résultat sont de type *type_données_état_m*, qui pourrait être différent de *type_données_état*.

minvfond

Le nom de la fonction de transition d'état inverse à utiliser dans le mode d'agrégat en déplacement. Cette fonction a les mêmes types d'argument et de résultat que *msfonc*, mais il est utilisé pour supprimer une valeur de l'état courant de l'agrégat, plutôt que pour y ajouter une valeur. La fonction de transition inverse doit avoir le même attribut stricte que la fonction de transaction d'état.

type_données_état_m

Le type de données pour la valeur d'état de l'agrégat dans le mode d'agrégat en déplacement.

taille_données_état_m

La taille moyenne approximative (en octets) de la valeur d'état de l'agrégat. Ceci fonctionne de la même façon que *taille_données_état*.

mffonc

Le nom de la fonction finale appelée pour calculer le résultat de l'agrégat après que toutes les lignes en entrée aient été traversées, lors de l'utilisation du mode d'agrégat en déplacement. Ceci fonctionne de la même façon que *ffonc*, sauf que le type du premier argument est *type_données_état_m* et des arguments supplémentaires sont indiqués en écrivant FINALFUNC_EXTRA. Le type en résultat de l'agrégat déterminé par *mffonc* ou *mstate_data_type* doit correspondre à celui déterminé par l'implémentation standard de l'agrégat.

condition_initiale_m

La configuration initiale de la valeur d'état lors de l'utilisation du mode d'agrégat en déplacement. Ceci fonctionne de la même façon que *condition_initiale*.

sort_operator

L'opérateur de tri associé pour un agrégat de type MIN ou MAX. C'est seulement le nom de l'opérateur (éventuellement qualifié du nom du schéma). L'opérateur est supposé avoir les mêmes types de données en entrée que l'agrégat (qui doit être un agrégat normal à un seul argument).

PARALLEL

La signification de PARALLEL SAFE, PARALLEL RESTRICTED et PARALLEL UNSAFE est la même que pour CREATE FUNCTION(7). Un agrégat ne sera pas considéré pour la parallélisation s'il est marqué PARALLEL UNSAFE (ce qui est le cas par défaut !) ou PARALLEL RESTRICTED. Notez que le marquage de parallélisation des fonctions de support des agrégats ne sont pas consultés par le planificateur. Ce dernier ne prend en considération que le marquage de l'agrégat lui-même.

HYPOTHETICAL

Pour les agrégats d'ensembles triés seulement, cette option indique que les arguments de l'agrégat sont à traiter suivant les prérequis des agrégats d'ensembles hypothétiques : les derniers arguments directs doivent correspondre aux types de données des arguments agrégés (WITHIN GROUP). L'option HYPOTHETICAL n'a pas d'effet sur le comportement à l'exécution, seulement sur la durée de résolution de l'analyse des types de données et des collationnements des arguments de l'agrégat.

Les paramètres de **CREATE AGGREGATE** peuvent être écrits dans n'importe quel ordre, pas uniquement dans l'ordre illustré ci-dessus.

Notes

Dans les paramètres qui indiquent les noms de fonction de support, vous pouvez écrire un nom de schéma si nécessaire, par exemple SFUNC = public.sum. N'écrivez pas de types d'argument ici, néanmoins -- les types d'argument des fonctions de support sont déterminés avec d'autres paramètres.

Si un agrégat accepte le mode d'agrégat par déplacement, cela améliorera l'efficacité du calcul quand l'agrégat est utilisé comme fonction de fenêtrage pour une fenêtre avec un début d'échelle qui se déplace (autrement dit, un mode de début d'échelle autre que UNBOUNDED PRECEDING). Conceptuellement, la fonction de transition ajoute des valeurs en entrée à l'état de l'agrégat quand elles entrent dans la fenêtre à partir du bas, et la fonction de transition inverse les supprime de nouveau quand elles quittent la fenêtre par le haut. Donc, quand les valeurs sont supprimées, elles sont toujours supprimées dans le même ordre qu'elles ont été ajoutées. Quand la fonction de transition inverse est appelée, elle va de ce fait recevoir l'entrée la plus récemment ajoutée, mais pas supprimée. La fonction de transition inverse peut assumer qu'au moins une ligne restera dans l'état courant après avoir supprimé la ligne la plus ancienne. (Quand cela n'est pas le cas, le mécanisme de la fonction de fenêtrage lance une nouvelle agrégation, plutôt que d'utiliser la fonction de transition inverse.)

La fonction de transition pour le mode d'agrégat en déplacement n'est pas autorisée NULL comme nouvelle valeur d'état. Si la fonction de transition inverse renvoie NULL, c'est pris comme une indication que la fonction inverse ne peut pas inverser le calcul d'état pour cette entrée particulière et donc que le calcul d'agrégat sera fait depuis le début à partir du début de l'échelle. Cette convention permet l'utilisation du mode d'agrégat en déplacement dans des situations où il existe certains cas peu courants où il serait difficile d'inverser la valeur d'état courante.

Si aucune implémentation des agrégats en déplacement n'est fournie, l'agrégat peut toujours être utilisé avec des échelles en déplacement mais PostgreSQL™ devra recalculer l'agrégat complet à partir du début du déplacement de l'échelle. Notez que si l'agrégat supporte ou non le mode d'agrégat en déplacement, PostgreSQL™ peut gérer la fin d'une échelle en déplacement sans recalcul ; ceci se fait en continuant d'ajouter de nouvelles valeurs à l'état de l'agrégat. Il est supposé que la fonction finale n'endommage pas la valeur d'état de l'agrégat, pour que l'agrégation puisse être continuée même après qu'une valeur de résultat de l'agrégat soit obtenue par un ensemble.

La syntaxe pour des agrégats d'ensemble trié permet d'utiliser VARIADIC pour à la fois le dernier paramètre direct et le dernier paramètre agrégé (WITHIN GROUP). Néanmoins, l'implémentation actuelle restreint l'utilisation de VARIADIC de deux façons. Tout d'abord, les agrégats d'ensemble trié peuvent seulement utiliser VARIADIC "any", et pas les autres types de tableaux variadiques. Ensuite, si le dernier paramètre direct est VARIADIC "any", alors il peut y avoir seulement un paramètre agrégé et il doit aussi être VARIADIC "any". (Dans la représentation utilisée dans les catalogues systèmes, ces deux paramètres sont assemblés en un seul élément VARIADIC "any", car pg_proc ne peut pas représenter des fonctions avec plus d'un argument VARIADIC.) Si l'agrégat est un agrégat d'ensemble hypothétique, les arguments directs qui correspondent au paramètre VARIADIC "any" sont les paramètres hypothétiques. Tous les paramètres précédents représentent des arguments directs supplémentaires qui ne sont pas contraint à correspondre aux arguments agrégés.

Actuellement, les agrégats d'ensemble trié neont pas besoin de supporter le mode d'agrégat en déplacement puisqu'elles ne peuvent pas être utilisées en tant que fonction de fenêtrage.

L'agrégat partiel (y compris parallélisé) n'est pas encore supporté pour les agrégats avec des ensembles de données triés. De plus, il ne sera jamais utilisé pour les appels d'agrégat incluant les clauses DISTINCT ou ORDER BY car ces sémantiques ne peuvent pas être supportées lors d'un agrégat partiel.

Exemples

Voir Section 36.10, « Agrégats utilisateur ».

Compatibilité

CREATE AGGREGATE est une extension PostgreSQL™. Le standard SQL ne fournit pas de fonctions d'agrégat utilisateur.

Voir aussi

[ALTER AGGREGATE\(7\)](#), [DROP AGGREGATE\(7\)](#)

Nom

CREATE CAST — Définir un transtypepage

Synopsis

```
CREATE CAST (type_source AS type_cible)
    WITH FUNCTION nom_fonction (type_argument [, ...])
    [ AS ASSIGNMENT | AS IMPLICIT ]

CREATE CAST (type_source AS type_cible)
    WITHOUT FUNCTION
    [ AS ASSIGNMENT | AS IMPLICIT ]

CREATE CAST (type_source AS type_cible)
    WITH INOUT
    [ AS ASSIGNMENT | AS IMPLICIT ]
```

Description

CREATE CAST définit un transtypepage. Un transtypepage spécifie l'opération de conversion entre deux types de données. Par exemple :

```
SELECT CAST(42 AS float8);
```

convertit la constante entière 42 en float8 en appelant une fonction précédemment définie, `float8(int4)` dans le cas présent (si aucun transtypepage convenable n'a été défini, la conversion échoue).

Deux types peuvent être *coercibles binairement*, ce qui signifie que le transtypepage peut être fait « gratuitement » sans invoquer aucune fonction. Ceci impose que les valeurs correspondantes aient la même représentation interne. Par exemple, les types text et varchar sont coercibles binairement dans les deux sens. La coercibilité binaire n'est pas forcément une relation symétrique. Par exemple, le transtypepage du type xml au type text peut être fait gratuitement dans l'implémentation actuelle, mais l'opération inverse nécessite une fonction qui fasse au moins une validation syntaxique. (Deux types qui sont coercibles binairement dans les deux sens sont aussi appelés binairement compatibles.)

Vous pouvez définir un transtypepage comme *transtypepage I/O* en utilisant la syntaxe `WITH INOUT`. Un transtype I/O est effectué en appelant la fonction de sortie du type de données source, et en passant la chaîne résultante à la fonction d'entrée du type de données cible. Dans la plupart des cas, cette fonctionnalité évite d'avoir à écrire une fonction de transtypepage séparée pour la conversion. Un transtypepage I/O agit de la même façon qu'un transtypepage standard basé sur une fonction. Seule l'implémentation diffère.

Un transtypepage peut être appelé explicitement. Par exemple : `CAST(x AS nomtype)` ou `x::nomtype`.

Si le transtypepage est marqué `AS ASSIGNMENT` (NDT : à l'affectation), alors son appel peut être implicite lors de l'affectation d'une valeur à une colonne du type de donnée cible. Par exemple, en supposant que `foo.f1` soit une colonne de type text :

```
INSERT INTO foo (f1) VALUES (42);
```

est autorisé si la conversion du type integer vers le type text est indiquée `AS ASSIGNMENT`. Dans le cas contraire, c'est interdit. Le terme de *transtypepage d'affectation* est utilisé pour décrire ce type de conversion.

Si la conversion est marquée `AS IMPLICIT`, alors elle peut être appelée implicitement dans tout contexte, soit par une affectation soit en interne dans une expression (nous utilisons généralement le terme *conversion implicite* pour décrire ce type de conversion.) Par exemple, voici une requête :

```
SELECT 2 + 4.0;
```

L'analyseur marque au début les constantes comme étant de type integer et numeric respectivement. Il n'existe pas d'opérateur integer + numeric dans les catalogues systèmes mais il existe un opérateur numeric + numeric. La requête sera un succès si une conversion de integer vers numeric est disponible et marquée `AS IMPLICIT` -- ce qui est le cas. L'analyseur appliquera la conversion implicite et résoudra la requête comme si elle avait été écrite de cette façon :

```
SELECT CAST ( 2 AS numeric ) + 4.0;
```

Maintenant, les catalogues fournissent aussi une conversion de numeric vers integer. Si cette conversion était marquée AS IMPLICIT -- mais ce n'est pas le cas -- alors l'analyseur devra choisir entre l'interprétation ci-dessus et son alternative (la conversion de la constante numeric en un integer) et appliquer l'opérateur integer + integer. Comme il n'a aucune information qui lui permettrait de choisir le meilleur moyen, il abandonne et déclare la requête comme étant ambiguë. Le fait qu'une seule des conversions est indiquée comme implicite est le moyen par lequel nous apprenons à l'analyseur de préférer la première solution (c'est-à-dire de transformer une expression numeric-and-integer en numeric) ; il n'y a pas d'autre moyen.

Il est conseillé d'être conservateur sur le marquage du caractère implicite des transtypages. Une surabondance de transtypages implicites peut conduire PostgreSQL™ à interpréter étrangement des commandes, voire à se retrouver dans l'incapacité totale de les résoudre parce que plusieurs interprétations s'avèrent envisageables. Une bonne règle est de ne réaliser des transtypages implicites que pour les transformations entre types de la même catégorie générale et qui préservent l'information. Par exemple, la conversion entre int2 et int4 peut être raisonnablement implicite mais celle entre float8 et int4 est probablement réservée à l'affectation. Les transtypages inter-catégories, tels que de text vers int4, sont préféablement exécutés dans le seul mode explicite.



Note

Il est parfois nécessaire, pour des raisons de convivialité ou de respect des standards, de fournir plusieurs transtypages implicites sur un ensemble de types de données. Ceux-ci peuvent alors entraîner des ambiguïtés qui ne peuvent être évitées, comme ci-dessus. L'analyseur possède pour ces cas une heuristique de secours s'appuyant sur les *catégories de types* et les *types préférés*, qui peut aider à fournir le comportement attendu dans ce genre de cas. Voir CREATE TYPE(7) pour plus de détails.

Pour créer un transtypepage, il faut être propriétaire du type source ou destination et avoir le droit USAGE sur l'autre type. Seul le superutilisateur peut créer un transtypepage binairement compatible (une erreur sur un tel transtypepage peut aisément engendrer un arrêt brutal du serveur).

Paramètres

typesource

Le nom du type de donnée source du transtypepage.

typecible

Le nom du type de donnée cible du transtypepage.

nom_fonction(type_argument [, ...])

La fonction utilisée pour effectuer la conversion. Le nom de la fonction peut être qualifié du nom du schéma. Si ce n'est pas le cas, la fonction est recherchée dans le chemin des schémas. Le type de données résultant de la fonction doit correspondre au type cible du transtypepage. Ses arguments sont explicités ci-dessous.

WITHOUT FUNCTION

Indication d'une compatibilité binaire entre le type source et le type cible pour qu'aucune fonction ne soit requise pour effectuer la conversion.

WITH INOUT

Indique que le transtypepage est un transtypepage I/O, effectué en appelant la fonction de sortie du type de données source, et en passant la chaîne résultante à la fonction d'entrée du type de données cible.

AS ASSIGNMENT

Lors d'une affectation, l'invocation du transtypepage peut être implicite.

AS IMPLICIT

L'invocation du transtypepage peut être implicite dans tout contexte.

Les fonctions de transtypepage ont un à trois arguments. Le premier argument est du même type que le type source ou doit être compatible avec ce type. Le deuxième argument, si fourni, doit être de type integer. Il stocke le modificateur de type associé au type de destination, ou -1 en l'absence de modificateur. Le troisième argument, si fourni, doit être de type boolean. Il vaut true si la conversion est explicite, false dans le cas contraire. Bizarrement, le standard SQL appelle des comportements différents pour les transtypages explicites et implicites dans certains cas. Ce paramètre est fourni pour les fonctions qui implémentent de tel transtypepage. Il n'est pas recommandé de concevoir des types de données utilisateur entrant dans ce cas de figure.

Le type de retour d'une fonction de transtypepage doit être identique ou coercible binairement avec le type cible du transtypepage.

En général, un transtypepage correspond à des types source et destination différents. Cependant, il est permis de déclarer un transtypepage entre types source et destination identiques si la fonction de transtypepage a plus d'un argument. Cette possibilité est utilisée

pour représenter dans le catalogue système des fonctions de transtypage agissant sur la longueur d'un type. La fonction nommée est utilisée pour convertir la valeur d'un type à la valeur du modificateur de type fournie par le second argument.

Quand un transtypage concerne des types source et destination différents et que la fonction a plus d'un argument, le transtypage et la conversion de longeur du type destination sont faites en une seule étape. Quand une telle entrée n'est pas disponible, le transtypage vers un type qui utilise un modificateur de type implique deux étapes, une pour convertir les types de données et la seconde pour appliquer le modificateur.

Le transtypage du ou vers le type d'un domaine n'a actuellement pas d'effet. Transtyper d'un ou vers un domaine utilise le transtypage associé avec son type sous-jacent.

Notes

DROP CAST(7) est utilisé pour supprimer les transtypages utilisateur.

Pour convertir les types dans les deux sens, il est obligatoire de déclarer explicitement les deux sens.

Il est n'est pas nécessaire habituellement de créer des conversions entre des types définis par l'utilisateur et des types de chaîne standards (text, varchar etchar(*n*), pas plus que pour des types définis par l'utilisateur définis comme entrant dans la catégorie des chaînes). PostgreSQL™ fournit un transtypage I/O automatique pour cela. Ce transtypage automatique vers des types chaînes est traité comme des transtypages d'affectation, alors que les transtypages automatiques à partir de types chaîne sont de type explicite seulement. Vous pouvez changer ce comportement en déclarant votre propre conversion pour remplacer une conversion automatique. La seule raison usuelle de le faire est de vouloir rendre l'appel de la conversion plus simple que le paramétrage standard (affectation seulement ou explicite seulement). Une autre raison envisageable est de vouloir que la conversion se comporte différemment de la fonction I/O du type ; mais c'est suffisamment déroutant pour que vous y pensiez à deux fois avant de le faire. (Un petit nombre de types internes ont en fait des comportements différents pour les conversions, principalement à cause des besoins du standard SQL.)

Bien que cela ne soit pas requis, il est recommandé de suivre l'ancienne convention de nommage des fonctions de transtypage en fonction du type de données de destination. Beaucoup d'utilisateurs sont habitués à convertir des types de données à l'aide d'une notation de style fonction, c'est-à-dire *nom_type(x)*. En fait, cette notation n'est ni plus ni moins qu'un appel à la fonction d'implantation du transtypage ; sa gestion n'est pas spécifique à un transtypage. Le non-respect de cette convention peut surprendre certains utilisateurs. Puisque PostgreSQL™ permet de surcharger un même nom de fonction avec différents types d'argument, il n'y a aucune difficulté à avoir plusieurs fonctions de conversion vers des types différents qui utilisent toutes le même nom de type destination.



Note

En fait, le paragraphe précédent est une sur-simplification : il existe deux cas pour lesquels une construction d'appel de fonction sera traitée comme une demande de conversion sans qu'il y ait correspondance avec une fonction réelle. Si un appel de fonction *nom(x)* ne correspond pas exactement à une fonction existante, mais que *nom* est le nom d'un type de données et que pg_cast fournit une conversion compatible binairement vers ce type à partir du type *x*, alors l'appel sera construit à partir de la conversion compatible binairement. Cette exception est faite pour que les conversions compatibles binairement puissent être appelées en utilisant la syntaxe fonctionnelle, même si la fonction manque. De ce fait, s'il n'y pas d'entrée dans pg_cast mais que la conversion serait à partir de ou vers un type chapîne, l'appel sera réalisé avec une conversion I/O. Cette exception autorise l'appel de conversion I/O en utilisant la syntaxe fonctionnelle.



Note

Il existe aussi une exception à l'exception : le transtypage I/O convertissant des types composites en types chaîne de caractères ne peut pas être appelé en utilisant la syntaxe fonctionnelle, mais doit être écrite avec la syntaxe de transtypage explicite (soit CAST soit ::). Cette exception a été ajoutée car, après l'introduction du transtypage I/O automatique, il était trop facile de provoquer par erreur une telle conversion alors que l'intention était de référencer une fonction ou une colonne.

Exemples

Création d'un transtypage d'affectation du type bigint vers le type int4 à l'aide de la fonction `int4(bigint)` :

```
CREATE CAST (bigint AS int4) WITH FUNCTION int4(bigint) AS ASSIGNMENT;
```

(Ce transtypage est déjà prédéfini dans le système.)

Compatibilité

La commande **CREATE CAST** est conforme à SQL à ceci près que SQL ne mentionne pas les types biniairement compatibles et les arguments supplémentaires pour les fonctions d'implantation. AS `IMPLICIT` est aussi une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE FUNCTION\(7\)](#), [CREATE TYPE\(7\)](#), [DROP CAST\(7\)](#)

Nom

CREATE COLLATION — définit une nouvelle collation

Synopsis

```
CREATE COLLATION nom (
    [ LOCALE = locale, ]
    [ LC_COLLATE = lc_collate, ]
    [ LC_CTYPE = lc_ctype ]
)
CREATE COLLATION nom FROM collation_existante
```

Description

CREATE COLLATION définit une nouvelle collation utilisant la configuration de locale du système d'exploitation spécifiée ou par copie d'une collation existante.

Pour pouvoir créer une collation, vous devez posséder le privilège CREATE sur le schéma de destination.

Paramètres

nom

Le nom de la collation. Le nom de la collation peut être qualifié par le schéma. Si ce n'est pas le cas, la collation est définie dans le schéma courant. Le nom de la collation doit être unique au sein de ce schéma. (Le catalogue système peut contenir des collations de même nom pour d'autres encodages, mais ces dernières sont ignorées si l'encodage de la base de données ne correspond pas).

locale

Ceci est un raccourci pour positionner d'un même coup LC_COLLATE et LC_CTYPE. Si vous spécifiez cela, vous ne pouvez plus spécifier aucun de ces deux paramètres-ci.

lc_collate

Utilise la locale système spécifiée comme catégorie de locale de LC_COLLATE. La locale doit être applicable à l'encodage de la base courante. (cf. CREATE DATABASE(7) pour les règles précises.)

lc_ctype

Utilise la locale système spécifiée comme catégorie de locale de LC_CTYPE. La locale doit être applicable à l'encodage de la base courante. (cf. CREATE DATABASE(7) pour les règles précises.)

collation_existante

Le nom d'une collation existante à copier. La nouvelle collation aura les mêmes propriétés que celle copiée, mais ce sera un objet indépendant.

Notes

Utilisez **DROP COLLATION** pour supprimer une collation définie par l'utilisateur.

Voir Section 23.2, « Support des collations » pour plus d'informations sur le support des collations dans PostgreSQL.

Exemples

Créer une collation à partir de la locale système fr_FR.utf8 (en supposant que l'encodage de la base courante est UTF8):

```
CREATE COLLATION french (LOCALE = 'fr_FR.utf8');
```

Créer une collation à partir d'une collation existante :

```
CREATE COLLATION german FROM "de_DE";
```

Ceci peut être pratique pour pouvoir utiliser dans des applications des noms de collation indépendants du système d'exploitation.

Compatibilité

Dans le standard SQL se trouve un ordre **CREATE COLLATION**, mais il est limité à la copie d'une collation existante. La syntaxe de création d'une nouvelle collation est une extension PostgreSQL™.

Voir également

[ALTER COLLATION\(7\)](#), [DROP COLLATION\(7\)](#)

Nom

CREATE CONVERSION — Définir une nouvelle conversion d'encodage

Synopsis

```
CREATE [ DEFAULT ] CONVERSION nom
      FOR codage_source TO codage_dest FROM nom_fonction
```

Description

CREATE CONVERSION définit une nouvelle conversion entre les encodages de caractères. De plus, les conversions marquées **DEFAULT** peuvent être utilisées pour automatiser une conversion d'encodage entre le client et le serveur. Pour cela, deux conversions, de l'encodage A vers l'encodage B *et* de l'encodage B vers l'encodage A, doivent être définies.

Pour créer une conversion, il est nécessaire de posséder les droits **EXECUTE** sur la fonction et **CREATE** sur le schéma de destination.

Paramètres

DEFAULT

La clause **DEFAULT** indique une conversion par défaut entre l'encodage source et celui de destination. Il ne peut y avoir, dans un schéma, qu'une seule conversion par défaut pour un couple d'encodages.

nom

Le nom de la conversion. Il peut être qualifié du nom du schéma. Dans le cas contraire, la conversion est définie dans le schéma courant. Le nom de la conversion est obligatoirement unique dans un schéma.

codage_source

Le nom de l'encodage source.

codage_dest

Le nom de l'encodage destination.

nom_fonction

La fonction utilisée pour réaliser la conversion. Son nom peut être qualifié du nom du schéma. Dans le cas contraire, la fonction est recherchée dans le chemin.

La fonction a la signature suivante :

```
conv_proc(
    integer, -- ID encodage source
    integer, -- ID encodage destination
    cstring, -- chaîne source (chaîne C terminée par un caractère nul)
    internal, -- destination (chaîne C terminée par un caractère nul)
    integer -- longueur de la chaîne source
) RETURNS void;
```

Notes

DROP CONVERSION est utilisé pour supprimer une conversion utilisateur.

Il se peut que les droits requis pour créer une conversion soient modifiés dans une version ultérieure.

Exemples

Création d'une conversion de l'encodage UTF8 vers l'encodage LATIN1 en utilisant mafonc :

```
CREATE CONVERSION maconv FOR 'UTF8' TO 'LATIN1' FROM mafonc;
```

Compatibilité

CREATE CONVERSION est une extension PostgreSQL™. Il n'existe pas d'instruction **CREATE CONVERSION** dans le standard SQL. Par contre, il existe une instruction **CREATE TRANSLATION** qui est très similaire dans son but et sa syntaxe.

Voir aussi

ALTER CONVERSION(7), CREATE FUNCTION(7), DROP CONVERSION(7)

Nom

CREATE DATABASE — Créer une nouvelle base de données

Synopsis

```
CREATE DATABASE nom
    [ [ WITH ] [ OWNER [=] nom_utilisateur ]
      [ TEMPLATE [=] modèle ]
      [ ENCODING [=] codage ]
      [ LC_COLLATE [=] lc_collate ]
      [ LC_CTYPE [=] lc_ctype ]
      [ TABLESPACE [=] tablespace ]
      [ ALLOW_CONNECTIONS [=] connexion_autorisee ]
      [ CONNECTION LIMIT [=] limite_connexion ]
      [ IS_TEMPLATE [=] est_template ] ]
```

Description

CREATE DATABASE crée une nouvelle base de données.

Pour créer une base de données, il faut être superutilisateur ou avoir le droit spécial CREATEDB. Voir à ce sujet CREATE USER(7).

Par défaut, la nouvelle base de données est créée en clonant la base système standard template1. Un modèle différent peut être utilisé en écrivant TEMPLATE *nom*. En particulier, la clause TEMPLATE template0 permet de créer une base de données vierge qui ne contient que les objets standards pré-définis dans la version de PostgreSQL™ utilisée. C'est utile pour ne pas copier les objets locaux ajoutés à template1.

Paramètres

nom

Le nom de la base de données à créer.

nom_utilisateur

Le nom de l'utilisateur propriétaire de la nouvelle base de données ou DEFAULT pour l'option par défaut (c'est-à-dire le nom de l'utilisateur qui exécute la commande). Pour créer une base de données dont le propriétaire est un autre rôle, vous devez être un membre direct ou direct de ce rôle, ou être un superutilisateur.

modèle

Le nom du modèle squelette de la nouvelle base de données ou DEFAULT pour le modèle par défaut (template1).

codage

Le jeu de caractères de la nouvelle base de données. Peut-être une chaîne (par exemple 'SQL_ASCII'), un nombre de jeu de caractères de type entier ou DEFAULT pour le jeu de caractères par défaut (en fait, celui de la base modèle). Les jeux de caractères supportés par le serveur PostgreSQL™ sont décrits dans Section 23.3.1, « Jeux de caractères supportés ». Voir ci-dessous pour des restrictions supplémentaires.

lc_collate

L'ordre de tri (LC_COLLATE) à utiliser dans la nouvelle base. Ceci affecte l'ordre de tri appliqué aux chaînes, par exemple dans des requêtes avec ORDER BY, ainsi que l'ordre utilisé dans les index sur les colonnes texte. Le comportement par défaut est de choisir l'ordre de tri de la base de données modèle. Voir ci-dessous pour les restrictions supplémentaires.

lc_ctype

La classification du jeu de caractères (LC_CTYPE) à utiliser dans la nouvelle base. Ceci affecte la catégorisation des caractères, par exemple minuscule, majuscule et chiffre. Le comportement par défaut est d'utiliser la classification de la base de données modèle. Voir ci-dessous pour les restrictions supplémentaires.

tablespace

Le nom du tablespace associé à la nouvelle base de données ou DEFAULT pour le tablespace de la base de données modèle. Ce tablespace est celui par défaut pour les objets créés dans cette base de données. Voir CREATE TABLESPACE(7) pour plus d'informations.

allowconn

À false, personne ne peut se connecter à cette base de données. La valeur par défaut est true, ce qui permet les connexions

(sauf restriction par d'autres mécanismes, comme GRANT/REVOKE CONNECT).

limite_connexion

Le nombre de connexions concurrentes à la base de données. -1 (valeur par défaut) signifie qu'il n'y a pas de limite.

istemplate

À true, cette base de données peut être clonée par tout utilisateur ayant l'attribut CREATEDB ; à false, seuls les superutilisateurs ou le propriétaire de la base de données peuvent la cloner.

L'ordre des paramètres optionnels n'a aucune importance.

Notes

La commande **CREATE DATABASE** ne peut pas être exécutée à l'intérieur d'un bloc de transactions.

Les erreurs sur la ligne « ne peut initialiser le répertoire de la base de données » (« could not initialize database directory » dans la version originale) sont le plus souvent dues à des droits insuffisants sur le répertoire de données, à un disque plein ou à un autre problème relatif au système de fichiers.

L'instruction **DROP DATABASE**(7) est utilisée pour supprimer la base de données.

Le programme createdb(1) est un enrobage de cette commande fourni par commodité.

Les paramètres de configuration au niveau base de données, configurés avec **ALTER DATABASE**(7)) ne sont pas copiés à partir de la base de données modèle.

Bien qu'il soit possible de copier une base de données autre que template0 en spécifiant son nom comme modèle, cela n'est pas (encore) prévu comme une fonctionnalité « **COPY DATABASE** » d'usage général. La limitation principale est qu'aucune autre session ne peut être connectée à la base modèle pendant sa copie. **CREATE DATABASE** échouera s'il y a une autre connexion au moment de son exécution ; sinon, les nouveaux connexions à la base modèle seront verrouillées jusqu'à la fin de la commande **CREATE DATABASE**. La Section 22.3, « Bases de données modèles » fournit plus d'informations à ce sujet.

L'encodage du jeu de caractère spécifié pour la nouvelle base de données doit être compatible avec les paramètre de locale (LC_COLLATE et LC_CTYPE). Si la locale est C (ou de la même façon POSIX), alors tous les encodages sont autorisés. Pour d'autres paramètres de locale, il n'y a qu'un encodage qui fonctionnera correctement. (Néanmoins, sur Windows, l'encodage UTF-8 peut être utilisée avec toute locale.) **CREATE DATABASE** autorisera les superutilisateurs à spécifier l'encodage SQL_ASCII quelque soit le paramètre locale mais ce choix devient obsolète et peut occasionner un mauvais comportement des fonctions sur les chaînes si des données dont l'encodage n'est pas compatible avec la locale sont stockées dans la base.

Les paramètres d'encodage et de locale doivent correspondre à ceux de la base modèle, excepté quand la base template0 est utilisée comme modèle. La raison en est que d'autres bases de données pourraient contenir des données qui ne correspondent pas à l'encodage indiqué, ou pourraient contenir des index dont l'ordre de tri est affecté par LC_COLLATE et LC_CTYPE. Copier ces données peut résulter en une base de données qui est corrompue suivant les nouveaux paramètres. template0, par contre, ne contient aucun index pouvant être affecté par ces paramètres.

L'option CONNECTION LIMIT n'est qu'approximativement contraignante ; si deux nouvelles sessions commencent sensiblement en même temps alors qu'un seul « connecteur » à la base est disponible, il est possible que les deux échouent. De plus, les superutilisateurs et les processus worker ne sont pas soumis à cette limite.

Exemples

Créer une nouvelle base de données :

```
CREATE DATABASE lusiadas;
```

Créer une base de données ventes possédée par l'utilisateur app_ventes utilisant le tablespace espace_ventes comme espace par défaut :

```
CREATE DATABASE ventes OWNER app_ventes TABLESPACE espace_ventes;
```

Créer une base de données musique qui supporte le jeu de caractères ISO-8859-1 :

```
CREATE DATABASE musique ENCODING 'LATIN1' TEMPLATE template0;
```

Dans cet exemple, la clause TEMPLATE template0 sera uniquement requise si l'encodage de template1 n'est pas ISO-8859-1. Notez que modifier l'encodage pourrait aussi nécessiter de sélectionner de nouveaux paramètres pour LC_COLLATE et LC_CTYPE.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **CREATE DATABASE** dans le standard SQL. Les bases de données sont équivalentes aux catalogues, dont la création est définie par l'implantation.

Voir aussi

[ALTER DATABASE\(7\)](#), [DROP DATABASE\(7\)](#)

Nom

CREATE DOMAIN — Définir un nouveau domaine

Synopsis

```
CREATE DOMAIN nom [AS] type_donnee
    [ COLLATE collation ]
    [ DEFAULT expression ]
    [ contrainte [ ... ] ]
```

où *contrainte* est :

```
[ CONSTRAINT nom_contrainte ]
{ NOT NULL | NULL | CHECK (expression) }
```

Description

CREATE DOMAIN crée un nouveau domaine. Un domaine est essentiellement un type de données avec des contraintes optionnelles (restrictions sur l'ensemble de valeurs autorisées). L'utilisateur qui définit un domaine devient son propriétaire.

Si un nom de schéma est donné (par exemple, CREATE DOMAIN monschema.mondomaine . . .), alors le domaine est créé dans le schéma spécifié. Sinon, il est créé dans le schéma courant. Le nom du domaine doit être unique parmi les types et domaines existant dans son schéma.

Les domaines permettent d'extraire des contraintes communes à plusieurs tables et de les regrouper en un seul emplacement, ce qui en facilite la maintenance. Par exemple, plusieurs tables pourraient contenir des colonnes d'adresses email, toutes nécessitant la même contrainte de vérification (CHECK) permettant de vérifier que le contenu de la colonne est bien une adresse email. Définissez un domaine plutôt que de configurer la contrainte individuellement sur chaque table.

Pour pouvoir créer un domaine, vous devez avoir le droit USAGE sur le type sous-jacent.

Paramètres

nom

Le nom du domaine à créer (éventuellement qualifié du nom du schéma).

type_donnees

Le type de données sous-jacent au domaine. Il peut contenir des spécifications de tableau.

collation

Un collationnement optionnel pour le domaine. Si aucun collationnement n'est spécifié, le collationnement utilisé par défaut est celui du type de données. Le type doit être collationnable si COLLATE est spécifié.

DEFAULT *expression*

La clause DEFAULT permet de définir une valeur par défaut pour les colonnes d'un type de données du domaine. La valeur est une expression quelconque sans variable (les sous-requêtes ne sont pas autorisées). Le type de données de l'expression par défaut doit correspondre à celui du domaine. Si la valeur par défaut n'est pas indiquée, alors il s'agit de la valeur NULL.

L'expression par défaut est utilisée dans toute opération d'insertion qui ne spécifie pas de valeur pour cette colonne. Si une valeur par défaut est définie sur une colonne particulière, elle surcharge toute valeur par défaut du domaine. De même, la valeur par défaut surcharge toute valeur par défaut associée au type de données sous-jacent.

CONSTRAINT *nom_contrainte*

Un nom optionnel pour une contrainte. S'il n'est pas spécifié, le système en engendre un.

NOT NULL

Les valeurs de ce domaine sont protégées comme les valeurs NULL. Cependant, voir les notes ci-dessous.

NULL

Les valeurs de ce domaine peuvent être NULL. C'est la valeur par défaut.

Cette clause a pour seul but la compatibilité avec les bases de données SQL non standard. Son utilisation est découragée dans les applications nouvelles.

CHECK (*expression*)

Les clauses CHECK spécifient des contraintes d'intégrité ou des tests que les valeurs du domaine doivent satisfaire. Chaque contrainte doit être une expression produisant un résultat booléen. VALUE est obligatoirement utilisé pour se référer à la valeur testée. Les expressions qui renvoient TRUE ou UNKNOWN réussissent. Si l'expression produit le résultat FALSE, une erreur est rapportée et la valeur n'est pas autorisée à être convertie dans le type du domaine.

Actuellement, les expressions CHECK ne peuvent ni contenir de sous-requêtes ni se référer à des variables autres que VALUE.

Quand un domaine dispose de plusieurs contraintes CHECK, elles seront testées dans l'ordre alphabétique de leur nom. (Les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 9.5 n'utilisaient pas un ordre particulier pour la vérification des contraintes CHECK.)

Notes

Les contraintes de domaine, tout particulièrement NOT NULL, sont vérifiées lors de la conversion d'une valeur vers le type du domaine. Il est possible qu'une colonne du type du domaine soit lue comme un NULL bien qu'il y ait une contrainte spécifiant le contraire. Par exemple, ceci peut arriver dans une requête de jointure externe si la colonne de domaine est du côté de la jointure qui peut être NULL. En voici un exemple :

```
INSERT INTO tab (domcol) VALUES ((SELECT domcol FROM tab WHERE false));
```

Le sous-SELECT vide produira une valeur NULL qui est considéré du type du domaine, donc aucune vérification supplémentaire de la contrainte n'est effectuée, et l'insertion réussira.

Il est très difficile d'éviter de tels problèmes car l'hypothèse générale du SQL est qu'une valeur NULL est une valeur valide pour tout type de données. Une bonne pratique est donc de concevoir les contraintes du domaine pour qu'une valeur NULL soit acceptée, puis d'appliquer les contraintes NOT NULL aux colonnes du type du domaine quand cela est nécessaire, plutôt que de l'appliquer au type du domaine lui-même.

Exemples

Créer le type de données code_postal_us, et l'utiliser dans la définition d'une table. Un test d'expression rationnelle est utilisé pour vérifier que la valeur ressemble à un code postal US valide :

```
CREATE DOMAIN code_postal_us AS TEXT
CHECK(
    VALUE ~ '^\d{5}$'
OR VALUE ~ '^\d{5}-\d{4}$'
);

CREATE TABLE courrier_us (
    id_adresse SERIAL PRIMARY KEY,
    ruel TEXT NOT NULL,
    rue2 TEXT,
    rue3 TEXT,
    ville TEXT NOT NULL,
    code_postal code_postal_us NOT NULL
);
```

Compatibilité

La commande **CREATE DOMAIN** est conforme au standard SQL.

Voir aussi

[ALTER DOMAIN\(7\)](#), [DROP DOMAIN\(7\)](#)

Nom

CREATE EVENT TRIGGER — définir un nouveau trigger sur événement

Synopsis

```
CREATE EVENT TRIGGER nom
  ON evenement
  [ WHEN variable_filtre IN (valeur_filtre [ , ... ]) [ AND ... ] ]
  EXECUTE PROCEDURE nom_fonction()
```

Description

CREATE EVENT TRIGGER crée un nouveau trigger sur événement. À chaque fois que l'événement désigné intervient et que la condition WHEN associée au trigger est satisfaite, la fonction du trigger est exécutée. Pour une introduction générale aux triggers sur événement, voir Chapitre 38, Déclencheurs (triggers) sur évènement. L'utilisateur qui crée un trigger sur événement devient son propriétaire.

Paramètres

nom

Le nom à donner au nouveau trigger. Ce nom doit être unique sur la base de données.

evenement

Le nom de l'événement qui déclenche un appel à la fonction donnée. Voir Section 38.1, « Aperçu du fonctionnement des triggers sur évènement » pour plus d'informations sur les noms d'événements.

variable_filtre

Le nom d'une variable utilisée pour filtrer les événements. Ceci rend possible de restreindre l'exécution du trigger sur un sous-ensemble des cas dans lesquels ceci est supporté. Actuellement la seule valeur autorisée pour *variable_filtre* est TAG.

valeur_filtre

Une liste de valeurs pour la *variable_filtre* associée, pour laquelle le trigger sera déclenché. Pour TAG, cela signifie une liste de balises de commande (par exemple 'DROP FUNCTION').

nom_fonction

Une fonction fournie par un utilisateur, déclarée ne prendre aucun argument et renvoyant le type de données event_trigger.

Notes

Seuls les superutilisateurs peuvent créer des triggers sur événement.

Les triggers sur événement sont désactivées en mode simple utilisateur (voir `postgres(1)`). Si un trigger sur événement erroné désactive la base de données à tel point que vous ne pouvez même pas supprimer le trigger, redémarrez le serveur en mode simple utilisateur et vous pourrez enfin le faire.

Exemples

Empêche l'exécution de toute commande DDL :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION annule_toute_commande()
RETURNS event_trigger
LANGUAGE plpgsql
AS $$
BEGIN
  RAISE EXCEPTION 'la commande % est désactivée', tg_tag;
END;
$$;

CREATE EVENT TRIGGER annule_ddl ON ddl_command_start
```

```
EXECUTE PROCEDURE annule_toute_commande();
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **CREATE EVENT TRIGGER** dans le standard SQL.

Voir aussi

ALTER EVENT TRIGGER(7), DROP EVENT TRIGGER(7), CREATE FUNCTION(7)

Nom

CREATE EXTENSION — installe une nouvelle extension

Synopsis

```
CREATE EXTENSION [ IF NOT EXISTS ] nom_extension
    [ WITH ] [ SCHEMA nom_schema ]
        [ VERSION version ]
        [ FROM ancienne_version ]
        [ CASCADE ]
```

Description

CREATE EXTENSION charge une nouvelle extension dans la base de donnée courante. Il ne doit pas y avoir d'extension déjà chargée portant le même nom.

Charger une extension consiste essentiellement à exécuter le script de l'extension. Ce script va créer dans la plupart des cas de nouveaux objets SQL comme des fonctions, des types de données, des opérateurs et des méthodes d'indexation. La commande **CREATE EXTENSION** enregistre en supplément les identifiants de chacun des objets créés, permettant ainsi de les supprimer lorsque la commande **DROP EXTENSION** est appelée.

Le chargement d'une extension nécessite les mêmes droits que ceux qui permettent la création de ses objets. La plupart des extensions nécessitent ainsi des droits superutilisateur ou d'être le propriétaire de la base de donnée. L'utilisateur qui lance la commande **CREATE EXTENSION** devient alors le propriétaire de l'extension (une vérification ultérieure des droits permettra de le confirmer) et le propriétaire de chacun des objets créé par le script de l'extension.

Paramètres

IF NOT EXISTS

Permet de ne pas retourner d'erreur si une extension de même nom existe déjà. Un simple message d'avertissement est alors rapporté. À noter que l'extension existante n'a potentiellement aucun lien avec l'extension qui aurait pu être créée.

nom_extension

Le nom de l'extension à installer. PostgreSQL™ créera alors l'extension en utilisant les instructions du fichier de contrôle `SHAREDIR/extension/nom_extension.control`.

nom_schema

Le nom du schéma dans lequel installer les objets de l'extension, en supposant que l'extension permette de déplacer ses objets dans un autre schéma. Le schéma en question doit exister au préalable. Si ce nom n'est pas spécifié et que le fichier de contrôle de l'extension ne spécifie pas de schéma, le schéma par défaut en cours sera utilisé.

Si l'extension indique un paramètre `schema` dans son fichier contrôle, alors ce schéma ne peut pas être surchargé avec une clause `SCHEMA`. Habituellement, une erreur est levée si une clause `SCHEMA` est indiquée et qu'elle entre en conflit avec le paramètre `schema` de l'extension. Néanmoins, si la clause `CASCADE` est aussi indiquée, alors `nom_schema` est ignoré s'il y a conflit. Le `nom_schema` indiqué sera utilisé pour l'installation de toute extension qui ne précise pas `schema` dans son fichier contrôle.

Rappelez-vous que l'extension en soit n'est pas considérée comme étant dans un schéma. Les extensions ont des noms non qualifiés qui doivent être uniques au niveau de la base de données. Par contre, les objets appartenant à l'extension peuvent être dans des schémas.

version

La version de l'extension à installer. Il peut s'agir d'un identifiant autant que d'une chaîne de caractère. La version par défaut est celle spécifiée dans le fichier de contrôle de l'extension.

ancienne_version

L'option `FROM ancienne_version` doit être spécifiée si et seulement s'il s'agit de convertir un module ancienne génération (qui est en fait une simple collection d'objets non empaquetée) en extension. Cette option modifie le comportement de la commande **CREATE EXTENSION** pour exécuter un script d'installation alternatif qui incorpore les objets existant dans l'extension, plutôt que de créer de nouveaux objets. Il faut prendre garde à ce que `SCHEMA` spécifie le schéma qui contient ces objets pré-existant.

La valeur à utiliser pour le paramètre `ancienne_version` est déterminée par l'auteur de l'extension et peut varier s'il

existe plus d'une version du module ancienne génération qui peut évoluer en une extension. Concernant les modules additionnels fournis en standard avant PostgreSQL™ 9.1, il est nécessaire d'utiliser la valeur `unpackaged` pour le paramètre `ancienne_version` pour les faire évoluer en extension.

CASCADE

Installe automatiquement toute extension non déjà présente dont cette extension dépend. Leurs dépendances sont aussi automatiquement installées, récursivement. La clause SCHEMA, si elle est indiquée, s'applique à toutes les extensions installées de cette façon. Les autres options de l'instruction ne sont pas appliquées aux extensions créées automatiquement. En particulier, leurs versions par défaut sont toujours sélectionnées.

Notes

Avant d'utiliser la commande **CREATE EXTENSION** pour charger une extension dans une base de données, il est nécessaire d'installer les fichiers qui l'accompagnent. Les informations de Modules supplémentaires fournis permettent d'installer les extensions fournies avec PostgreSQL™.

Les extensions disponibles à l'installation sur le serveur peuvent être identifiées au moyen des vues systèmes `pg_available_extensions` et `pg_available_extension_versions`.

Pour obtenir des informations sur l'écriture de nouvelles extensions, consultez Section 36.15, « Empaqueter des objets dans une extension ».

Exemples

Installer l'extension `hstore` dans la base de données courante :

```
CREATE EXTENSION hstore;
```

Mettre à jour le module pré-9.1 `hstore` sous la forme d'une extension :

```
CREATE EXTENSION hstore SCHEMA public FROM unpackaged;
```

Prenez garde à bien spécifier le schéma vers lequel vous souhaitez installer les objets de `hstore`.

Compatibilité

La commande **CREATE EXTENSION** est spécifique à PostgreSQL™.

Voir aussi

[ALTER EXTENSION\(7\)](#), [DROP EXTENSION\(7\)](#)

Nom

CREATE FOREIGN DATA WRAPPER — définit un nouveau wrapper de données distantes

Synopsis

```
CREATE FOREIGN DATA WRAPPER nom
    [ HANDLER fonction_handler | NO HANDLER ]
    [ VALIDATOR fonction_validation | NO VALIDATOR ]
    [ OPTIONS ( option 'valeur' [, ...] ) ]
```

Description

CREATE FOREIGN DATA WRAPPER crée un nouveau wrapper de données distantes. L'utilisateur qui définit un wrapper de données distantes devient son propriétaire.

Le nom du wrapper de données distantes doit être unique dans la base de données.

Seuls les super-utilisateurs peuvent créer des wrappers de données distantes.

Paramètres

nom

Le nom du wrapper de données distantes à créer.

HANDLER *fonction_handler*

fonction_handler est le nom d'une fonction enregistrée précédemment qui sera appelée pour récupérer les fonctions d'exécution pour les tables distantes. La fonction de gestion ne prend pas d'arguments et son code retour doit être fdw_handler.

Il est possible de créer un wrapper de données distantes sans fonction de gestion mais les tables distantes utilisant un tel wrapper peuvent seulement être déclarées mais pas utilisées.

VALIDATOR *fonction_validation*

fonction_validation est le nom d'une fonction déjà enregistrée qui sera appelée pour vérifier les options génériques passées au wrapper de données distantes, ainsi que les options fournies au serveur distant, aux correspondances d'utilisateurs (*user mappings*) et aux tables distantes utilisant le wrapper de données distantes. Si aucune fonction de validation n'est spécifiée ou si NO VALIDATOR est spécifié, alors les options ne seront pas vérifiées au moment de la création. (Il est possible que les wrappers de données ignorent ou rejettent des spécifications d'options invalides à l'exécution, en fonction de l'implémentation) La fonction de validation doit prendre deux arguments : l'un du type text[], qui contiendra le tableau d'options, tel qu'il est stocké dans les catalogues systèmes, et l'autre de type oid, qui sera l'OID du catalogue système contenant les options. Le type de retour est inconnu ; la fonction doit rapporter les options invalides grâce à la fonction ereport(ERROR).

OPTIONS (*option 'valeur'* [, ...])

Cette clause spécifie les options pour le nouveau wrapper de données distantes. Les noms et valeurs d'options autorisés sont spécifiques à chaque wrapper de données distantes. Ils sont validés par la fonction de validation du wrapper de données distantes. Les noms des options doivent être uniques.

Notes

La fonctionnalité de données distantes de PostgreSQL™ est toujours en développement actif. L'optimisation des requêtes est basique (et plutôt laissé aux bons soins du wrapper). Du coup, il existe certainement beaucoup de possibilités en terme d'amélioration des performances.

Exemples

Créer un wrapper de données distantes bidon :

```
CREATE FOREIGN DATA WRAPPER bidon;
```

Créer un wrapper de données distantes `file` avec la fonction de validation `file_fdw_validator`:

```
CREATE FOREIGN DATA WRAPPER postgresql VALIDATOR postgresql_fdw_validator;
```

Créer un wrapper de données distantes `monwrapper` avec des options :

```
CREATE FOREIGN DATA WRAPPER monwrapper
    OPTIONS (debug 'true');
```

Compatibilité

CREATE FOREIGN DATA WRAPPER est conforme à la norme ISO/IEC 9075-9 (SQL/MED), à l'exception des clauses `HANDLER` et `VALIDATOR` qui sont des extensions, et des clauses `LIBRARY` et `LANGUAGE` qui ne sont pas implémentées dans PostgreSQL™.

Notez, cependant, que la fonctionnalité SQL/MED n'est pas encore conforme dans son ensemble.

Voir aussi

`ALTER FOREIGN DATA WRAPPER(7)`, `DROP FOREIGN DATA WRAPPER(7)`, `CREATE SERVER(7)`, `CREATE USER MAPPING(7)`, `CREATE FOREIGN TABLE(7)`

Nom

CREATE FOREIGN TABLE — crée une nouvelle table distante

Synopsis

```
CREATE FOREIGN TABLE [ IF NOT EXISTS ] nom_table ( [  
    { nom_colonne type_donnee [ OPTIONS ( option 'valeur' [, ... ] ) ] [ COLLATE  
    collation ] [ contrainte_colonne [ ... ] ]  
        | contrainte_table }  
    [, ... ]  
] )  
    SERVER nom_serveur  
[ OPTIONS ( option 'valeur' [, ... ] ) ]  
  
where contrainte_colonne is:  
  
[ CONSTRAINT nom_contrainte ]  
{ NOT NULL |  
NULL |  
CHECK ( expression ) [ NO INHERIT ] |  
DEFAULT expr_defaut }  
  
et contrainte_table vaut :  
  
[ CONSTRAINT nom_contrainte ]  
CHECK ( expression ) [ NO INHERIT ]
```

Description

La commande **CREATE FOREIGN TABLE** crée une nouvelle table distante dans la base de données courante. La table distante appartient à l'utilisateur qui exécute cette commande.

Si un nom de schéma est spécifié (par exemple, `CREATE FOREIGN TABLE monschema.matable ...`), alors la table sera créée dans le schéma spécifié. Dans les autres cas, elle sera créée dans le schéma courant. Le nom de la table distante doit être différent du nom des autres tables distantes, tables, séquences, index, vues ou vues matérialisées du même schéma.

La commande **CREATE FOREIGN TABLE** crée aussi automatiquement un type de donnée qui représente le type composite correspondant à une ligne de la table distante. En conséquence, une table distante ne peut pas avoir le même nom qu'un type de donnée existant dans le même schéma.

Pour pouvoir créer une table distante, vous devez avoir le droit `USAGE` sur le serveur distant, ainsi que le droit `privilege on the foreign server, as well as USAGE` sur tous les types de colonne utilisés dans la table.

Paramètres

`IF NOT EXISTS`

Permet de ne pas retourner d'erreur si une table distante de même nom existe déjà. Une simple notice est alors rapportée. À noter que la table distante existante n'a potentiellement aucun lien avec la table distante qui aurait pu être créée.

`nom_table`

Le nom de la table distante à créer. Il est aussi possible de spécifier le schéma qui contient cette table.

`nom_colonne`

Le nom de la colonne à créer dans cette nouvelle table distante.

`type_donnee`

le type de donnée de la colonne. cela peut inclure des spécificateurs de tableaux. pour plus d'information sur les types de données supportés par postgresql™, se référer à Chapitre 8, Types de données.

`COLLATE collation`

La clause `COLLATE` affecte un collationnement à la colonne (qui doit être d'un type de données acceptant le collationnement). Si ce n'est pas spécifié, le collationnement par défaut du type de données de la colonne est utilisé.

`INHERITS (table_parent [, ...])`

La clause optionnelle `INHERITS` indique une liste de tables à partir desquelles la nouvelle table distante hérite automatiquement de toutes les colonnes. Les tables parents sont des tables simples ou des tables distantes. Voir la forme similaire de `CREATE TABLE(7)` pour plus de détails.

`CONSTRAINT nom_constrainte`

Un nom optionnel pour une contrainte de colonne ou de table. Si la contrainte est violée, le nom de la contrainte est présent dans les messages d'erreur, donc des noms de contrainte comme `col` doit être positif peuvent être utilisés pour communiquer des informations intéressantes sur les contraintes aux applications clientes. (Les guillemets doubles sont nécessaires pour indiquer les noms de contraintes qui contiennent des espaces.) Si un nom de contrainte n'est pas indiqué, le système en génère un.

`NOT NULL`

Interdit des valeurs `NULL` dans la colonne.

`NULL`

Les valeurs `NULL` sont autorisées pour la colonne. il s'agit du comportement par défaut.

Cette clause n'est fournie que pour des raisons de compatibilité avec les bases de données sql non standard. son utilisation n'est pas encouragée dans les nouvelles applications.

`CHECK (expression) [NO INHERIT]`

La clause `CHECK` précise une expression produisant un résultat booléen que chaque ligne de la table distante est attendu satisfaire. Autrement dit, l'expression doit renvoyer `TRUE` ou `UNKNOWN`, jamais `FALSE`, pour toutes les lignes de la table distante. Une contrainte de vérification spécifiée comme contrainte de colonne doit seulement référencer la valeur de la colonne alors qu'une expression apparaissant dans une contrainte de table peut référencer plusieurs colonnes.

Actuellement, les expressions `CHECK` ne peuvent pas contenir de sous-requêtes. Elles ne peuvent pas non plus faire référence à des variables autres que les colonnes de la ligne courante. La colonne système `tableoid` peut être référencée, mais aucune autre colonne système ne peut l'être.

Une contrainte marquée avec `NO INHERIT` ne sera pas propagée aux tables enfants.

`DEFAULT expr_defaut`

La clause `default` affecte une valeur par défaut pour la colonne dont il est l'objet. la valeur est toute expression sans variable (les sous-requêtes et les références croisées à d'autres colonnes de la même table ne sont pas autorisées). le type de données de l'expression doit correspondre au type de données de la colonne.

L'expression par défaut sera utilisée dans toute opération d'insertion qui n'indique pas de valeur pour la colonne. s'il n'y a pas de valeur par défaut pour une colonne, la valeur par défaut implicite est null.

`nom_serveur`

Le nom d'un serveur distant existant à utiliser pour la table distante. Pour les détails sur la définition d'un serveur, voir `CREATE SERVER(7)`.

`OPTIONS (option 'value' [, . . .])`

Options qui peuvent être associés à la nouvelle table distante ou à une de ses colonnes. Les noms des options autorisées et leurs valeurs sont spécifiques à chaque wrapper de données distantes et sont validées en utilisant la fonction de validation du wrapper de données distantes. L'utilisation répétée de la même option n'est pas autorisée (bien qu'il soit possible qu'une option de table et de colonne ait le même nom).

Notes

Les contraintes sur les tables distantes (comme les clauses `CHECK` ou `NOT NULL`) ne sont pas vérifiées par le système PostgreSQL™, et la plupart des wrappers de données distantes ne cherchent pas non plus à les vérifier. La contrainte est supposée être vraie. Il y aurait peu de raisons de la vérifier car elles ne s'appliqueraient qu'aux lignes insérées ou mises à jour via la table distante, et pas aux lignes modifiées d'une autre façon, comme directement sur le serveur distant. À la place, une contrainte attachée à une table distante doit représenter une contrainte vérifiée par le serveur distant.

Certains wrappers de données distantes, dont le but est très spécifique, pourraient être le seul mécanisme d'accès aux données accédées. Dans ce cas, il pourrait être approprié au wrapper de données distantes de s'assurer de la vérification de la contrainte. Mais vous ne devez pas supposer qu'un wrapper le fait, sauf si sa documentation le précise.

Bien que PostgreSQL™ ne tente pas de vérifier les contraintes sur les tables distantes, il suppose qu'elles sont vérifiées et les utilise pour optimiser les requêtes. S'il y a des lignes visibles dans la table distante qui ne satisfont pas une contrainte déclarée, les requêtes sur la table pourraient produire des réponses incorrectes. C'est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer que la définition de la contrainte correspond à la réalité.

Exemples

Créer une table distante films qui sera parcourue via le serveur serveur_film :

```
CREATE FOREIGN TABLE films (
    code      char(5) NOT NULL,
    title     varchar(40) NOT NULL,
    did       integer NOT NULL,
    date_prod date,
    kind      varchar(10),
    len       interval hour to minute
)
SERVER serveur_films;
```

Compatibilité

La commande **CREATE FOREIGN TABLE** est conforme au standard SQL. Toutefois, tout comme la commande **CREATE TABLE**, l'usage de la contrainte NULL et des tables distantes sans colonnes sont autorisés. La possibilité de spécifier des valeurs par défaut pour les colonnes est aussi une extension de PostgreSQL™. L'héritage de table, dans la forme définie par PostgreSQL™, n'est pas standard.

Voir aussi

[ALTER FOREIGN TABLE\(7\)](#), [DROP FOREIGN TABLE\(7\)](#), [CREATE TABLE\(7\)](#), [CREATE SERVER\(7\)](#), [IMPORT FOREIGN SCHEMA\(7\)](#)

Nom

CREATE FUNCTION — Définir une nouvelle fonction

Synopsis

```
CREATE [ OR REPLACE ] FUNCTION
    nom ( [ [ modearg ] [ nomarg ] typearg [ { DEFAULT | = } expression_par_defaut ]
[ , ... ] ] )
    [ RETURNS type_ret
    | RETURNS TABLE ( nom_colonne type_colonne [ , ... ] ) ]
{ LANGUAGE nom_lang
| TRANSFORM { FOR TYPE nom_type } [ , ... ]
WINDOW
IMMUTABLE | STABLE | VOLATILE | [ NOT ] LEAKPROOF
CALLED ON NULL INPUT | RETURNS NULL ON NULL INPUT | STRICT
[ EXTERNAL ] SECURITY INVOKER | [ EXTERNAL ] SECURITY DEFINER
PARALLEL { UNSAFE | RESTRICTED | SAFE }
COST cout_execution
ROWS nb_lignes_resultat
SET parametre { TO value | = value | FROM CURRENT }
AS 'definition'
AS 'fichier_obj', 'symbole_lien'
} ...
[ WITH ( attribut [ , ... ] ) ]
```

Description

CREATE FUNCTION définit une nouvelle fonction. **CREATE OR REPLACE FUNCTION** crée une nouvelle fonction ou la remplace si elle existe déjà. Pour pouvoir créer une fonction, l'utilisateur doit avoir le droit USAGE sur le langage associé.

Si un nom de schéma est précisé, la fonction est créée dans le schéma indiqué. Sinon, elle est créée dans le schéma courant. Le nom de la nouvelle fonction ne peut pas correspondre à celui d'une fonction existante avec les mêmes types d'arguments en entrée dans le même schéma. Toutefois, les fonctions de types d'arguments différents peuvent partager le même nom (ceci est appelé *surcharge*).

Pour remplacer la définition actuelle d'une fonction existante, **CREATE OR REPLACE FUNCTION** est utilisé. Il n'est pas possible de changer le nom ou les types d'argument d'une fonction de cette façon (cela crée une nouvelle fonction distincte). De même, **CREATE OR REPLACE FUNCTION** ne permet pas de modifier le type retour d'une fonction existante. Pour cela, il est nécessaire de supprimer et de recréer la fonction. (Lors de l'utilisation de paramètres OUT, cela signifie que le type d'un paramètre OUT ne peut être modifié que par la suppression de la fonction.)

Quand **CREATE OR REPLACE FUNCTION** est utilisé pour remplacer une fonction existante, le propriétaire et les droits de la fonction ne changent pas. Toutes les autres propriétés de la fonction se voient affectées les valeurs spécifiées dans la commande ou implicites pour les autres. Vous devez être le propriétaire de la fonction pour la remplacer ou être un membre du rôle propriétaire de la fonction.

En cas de suppression et de recréation d'une fonction, la nouvelle fonction n'est pas la même entité que l'ancienne ; il faut supprimer les règles, vues, déclencheurs, etc. qui réfèrent l'ancienne fonction. **CREATE OR REPLACE FUNCTION** permet de modifier la définition d'une fonction sans casser les objets qui s'y réfèrent. De plus, **ALTER FUNCTION** peut être utilisé pour modifier la plupart des propriétés supplémentaires d'une fonction existante.

L'utilisateur qui crée la fonction en devient le propriétaire.

Pour pouvoir créer une fonction, vous devez avoir le droit USAGE sur les types des arguments et de la valeur de retour.

Paramètres

nom

Le nom de la fonction à créer (éventuellement qualifié du nom du schéma).

modearg

Le mode d'un argument : IN, OUT, INOUT ou VARIADIC. En cas d'omission, la valeur par défaut est IN. Seuls des arguments OUT peuvent suivre un argument VARIADIC. Par ailleurs, des arguments OUT et INOUT ne peuvent pas être utilisés en même temps que la notation RETURNS TABLE.

nomarg

Le nom d'un argument. Quelques langages (inclusif SQL et PL/pgSQL) permettent d'utiliser ce nom dans le corps de la fonction. Pour les autres langages, le nom d'un argument en entrée est purement documentaire en ce qui concerne la fonction elle-même. Mais vous pouvez utiliser les noms d'arguments en entrée lors de l'appel d'une fonction pour améliorer la lisibilité (voir Section 4.3, « Fonctions appelantes »). Dans tous les cas, le nom d'un argument en sortie a une utilité car il définit le nom de la colonne dans la ligne résultat. (En cas d'omission du nom d'un argument en sortie, le système choisit un nom de colonne par défaut.)

argtype

Le(s) type(s) de données des arguments de la fonction (éventuellement qualifié du nom du schéma), s'il y en a. Les types des arguments peuvent être basiques, composites ou de domaines, ou faire référence au type d'une colonne.

En fonction du langage, il est possible d'indiquer des « pseudotypes », tel que `cstring`. Les pseudotypes indiquent que le type d'argument réel est soit non complètement spécifié, soit en dehors de l'ensemble des types de données ordinaires du SQL.

Il est fait référence au type d'une colonne par `nom_table.nomcolonne%TYPE`. Cette fonctionnalité peut servir à rendre une fonction indépendante des modifications de la définition d'une table.

expression_par_defaut

Une expression à utiliser en tant que valeur par défaut si le paramètre n'est pas spécifié. L'expression doit pouvoir être coercible dans le type d'argument du paramètre. Seuls les paramètres d'entrée (dont les `INOUT`) peuvent avoir une valeur par défaut. Tous les paramètres d'entrée suivant un paramètre avec une valeur par défaut doivent aussi avoir une valeur par défaut.

type_ret

Le type de données en retour (éventuellement qualifié du nom du schéma). Le type de retour peut être un type basique, composite ou de domaine, ou faire référence au type d'une colonne existante. En fonction du langage, il est possible d'indiquer un « pseudotype », tel que `cstring`. Si la fonction ne doit pas renvoyer de valeur, on indique `void` comme type de retour.

Quand il y a des paramètres `OUT` ou `INOUT`, la clause `RETURNS` peut être omise. Si elle est présente, elle doit correspondre au type de résultat imposé par les paramètres de sortie : `RECORD` s'il y en a plusieurs, ou le type du seul paramètre en sortie.

Le modificateur `SETOF` indique que la fonction retourne un ensemble d'éléments plutôt qu'un seul.

Il est fait référence au type d'une colonne par `nom_table.nomcolonne%TYPE`.

nom_colonne

Le nom d'une colonne de sortie dans la syntaxe `RETURNS TABLE`. C'est une autre façon de déclarer un paramètre `OUT` nommé, à la différence près que `RETURNS TABLE` implique aussi `RETURNS SETOF`.

type_colonne

Le type de données d'une colonne de sortie dans la syntaxe `RETURNS TABLE`.

nom_lang

Le nom du langage d'écriture de la fonction. Peut être SQL, C, `internal` ou le nom d'un langage procédural utilisateur, e.g. `plpgsql`. Entourer le nom de guillemets simples est une pratique obsolète et nécessite la bonne casse.

```
TRANSFORM { FOR TYPE nom_type } [ , ... ] }
```

Indique la transformation s'appliquant pour un appel à la fonction. Les transformations convertissent des types de données SQL en des types de données spécifiques au langage. Voir CREATE TRANSFORM(7). Les implémentations des langages de procédure stockée ont une connaissance codée en dur des types internes, donc ces derniers n'ont pas besoin d'être listés ici. Si l'implémentation d'un langage de procédure ne sait pas gérer un type et qu'aucune transformation n'est fournie, il y a un retour au comportement par défaut pour les conversions des types de données mais ceci dépend de l'implémentation.

WINDOW

`WINDOW` indique que la fonction est une *fonction window* plutôt qu'une fonction simple. Ceci n'est à l'heure actuelle utilisable que pour les fonctions écrites en C. L'attribut `WINDOW` ne peut pas être changé lors du remplacement d'une définition de fonction existante.

IMMUTABLE, STABLE, VOLATILE

Ces attributs informent l'optimiseur de requêtes sur le comportement de la fonction. Un seul choix est possible. En son absence, `VOLATILE` est utilisé.

`IMMUTABLE` indique que la fonction ne peut pas modifier la base de données et qu'à arguments constants, la fonction renvoie toujours le même résultat ; c'est-à-dire qu'elle n'effectue pas de recherches dans la base de données, ou alors qu'elle utilise des informations non directement présentes dans la liste d'arguments. Si cette option est précisée, tout appel de la fonction avec des arguments constants peut être immédiatement remplacé par la valeur de la fonction.

`STABLE` indique que la fonction ne peut pas modifier la base de données et qu'à l'intérieur d'un seul parcours de la table, à arguments constants, la fonction retourne le même résultat, mais celui-ci varie en fonction des instructions SQL. Cette option est appropriée pour les fonctions dont les résultats dépendent des recherches en base, des variables de paramètres (tel que la

zone horaire courante), etc. (Ce mode est inapproprié pour les triggers AFTER qui souhaitent voir les lignes modifiées par la commande en cours.) La famille de fonctions `current_timestamp` est qualifiée de stable car les valeurs de ces fonctions ne changent pas à l'intérieur d'une transaction.

`VOLATILE` indique que la valeur de la fonction peut changer même au cours d'un seul parcours de table. Aucune optimisation ne peut donc être réalisée. Relativement peu de fonctions de bases de données sont volatiles dans ce sens ; quelques exemples sont `random()`, `currval()`, `timeofday()`. Toute fonction qui a des effets de bord doit être classée volatile, même si son résultat est assez prévisible. Cela afin d'éviter l'optimisation des appels ; `setval()` en est un exemple.

Pour des détails complémentaires, voir Section 36.6, « Catégories de volatilité des fonctions ».

LEAKPROOF

`LEAKPROOF` indique que la fonction n'a pas d'effets de bord. Elle ne fournit aucune information sur ces arguments autrement que par sa valeur de retour. Par exemple, une fonction qui renvoie un message d'erreur pour certaines valeurs d'arguments et pas pour d'autres, ou qui inclut les valeurs des arguments dans des messages d'erreur, ne peut pas utiliser cette clause. Ceci affecte la façon dont le système exécute des requêtes contre les vues créées avec l'option `security_barrier` ou les tables avec la fonctionnalité RLS activée. Le système force les conditions des politiques de sécurité et les vues avec barrière de sécurité avant toute condition fournie par l'utilisateur sur la requête appelante qui contient des fonctions non sécurisées (non `LEAKPROOF`), pour empêcher toute exposition involontaire des données. Les fonctions et opérateurs marquées `LEAKPROOF` sont supposés être sûrs, et peuvent être exécutées avant les conditions des politiques de sécurité et les vues avec barrière de sécurité. De plus, les fonctions qui ne prennent pas d'arguments ou qui ne se voient pas fournies d'arguments par la vue ou la table n'ont pas besoin d'être marquées comme `LEAKPROOF` pour être exécutées avant les conditions de sécurité. Voir CREATE VIEW(7) et Section 39.5, « Règles et droits ». Cette option peut seulement être utilisée par un superutilisateur.

`CALLED ON NULL INPUT, RETURNS NULL ON NULL INPUT, STRICT`

`CALLED ON NULL INPUT` (la valeur par défaut) indique que la fonction est appelée normalement si certains de ses arguments sont `NULL`. C'est alors de la responsabilité de l'auteur de la fonction de gérer les valeurs `NULL`.

`RETURNS NULL ON NULL INPUT` ou `STRICT` indiquent que la fonction renvoie toujours `NULL` si l'un de ses arguments est `NULL`. Lorsque ce paramètre est utilisé et qu'un des arguments est `NULL`, la fonction n'est pas exécutée, mais un résultat `NULL` est automatiquement retourné.

`[EXTERNAL] SECURITY INVOKER, [EXTERNAL] SECURITY DEFINER`

`SECURITY INVOKER` indique que la fonction est exécutée avec les droits de l'utilisateur qui l'appelle. C'est la valeur par défaut. `SECURITY DEFINER` spécifie que la fonction est exécutée avec les droits de l'utilisateur qui l'a créé.

Le mot clé `EXTERNAL` est autorisé pour la conformité SQL mais il est optionnel car, contrairement à SQL, cette fonctionnalité s'applique à toutes les fonctions, pas seulement celles externes.

PARALLEL

`PARALLEL UNSAFE` indique que la fonction ne peut pas être exécutée dans le mode parallèle. La présence d'une fonction de ce type dans une requête SQL force un plan d'exécution en série. C'est la valeur par défaut. `PARALLEL RESTRICTED` indique que la fonction peut être exécutée en mode parallèle mais l'exécution est restreinte au processus principal d'exécution. `PARALLEL SAFE` indique que la fonction s'exécute correctement dans le mode parallèle sans restriction.

Les fonctions doivent être marquées comme non parallélisable si elles modifient l'état d'une base ou si elles font des changements sur la transaction telles que l'utilisation de sous-transactions ou si elles accèdent à des séquences ou tentent de faire des modifications persistantes aux configurations (par exemple `setval`). Elles doivent être marquées comme restreintes au parallélisme si elles accèdent aux tables temporaires, à l'état de connexion des clients, aux curseurs, aux requêtes préparées ou à un état local du moteur où le système ne peut pas synchroniser en mode parallèle (par exemple, `setseed` ne peut pas être exécuté autrement que par le processus principal car une modification réalisée par un autre processus ne pourrait pas être reflétée dans le processus principal). En général, si une fonction est marquée sûre à la parallélisation alors qu'elle est restreinte ou non parallélisable ou si elle est marquée restreinte quand elle est en fait non parallélisable, elle pourrait renvoyer des erreurs ou fournir de mauvaises réponses lorsqu'elle est utilisée dans une requête parallèle. Les fonctions en langage C peuvent en théorie afficher un comportement indéfini si elles sont marquées de façon erronée car le système ne peut pas se protéger comme du code C arbitraire mais, généralement, le résultat ne sera pas pire que pour toute autre fonction. En cas de doute, les fonctions doivent être marquées comme `UNSAFE`, ce qui correspond à la valeur par défaut.

`cost_execution`

Un nombre positif donnant le coût estimé pour l'exécution de la fonction en unité de `cpu_operator_cost`. Si la fonction renvoie plusieurs lignes, il s'agit d'un coût par ligne renvoyée. Si le coût n'est pas spécifié, une unité est supposée pour les fonctions en langage C et les fonctions internes. Ce coût est de 100 unités pour les fonctions dans tout autre langage. Des valeurs plus importantes feront que le planificateur tentera d'éviter l'évaluation de la fonction aussi souvent que possible.

`nb_lignes_resultat`

Un nombre positif donnant le nombre estimé de lignes que la fonction renvoie, information utile au planificateur. Ceci est seulement autorisé pour les fonctions qui renvoient plusieurs lignes (fonctions SRF). La valeur par défaut est de 1000 lignes.

paramètre, valeur

La clause **SET** fait que le paramètre de configuration indiquée est initialisée avec la valeur précisée au lancement de la fonction, puis restaurée à sa valeur d'origine lors de la sortie de la fonction. **SET FROM CURRENT** sauvegarde la valeur actuelle du paramètre quand **ALTER FUNCTION** est exécuté comme valeur à appliquer lors de l'exécution de la fonction.

Si une clause **SET** est attachée à une fonction, alors les effets de la commande **SET LOCAL** exécutée à l'intérieur de la fonction pour la même variable sont restreints à la fonction : la valeur précédente du paramètre de configuration est de nouveau restaurée en sortie de la fonction. Néanmoins, une commande **SET** ordinaire (c'est-à-dire sans **LOCAL**) surcharge la clause **SET**, comme il le ferait pour une précédente commande **SET LOCAL** : les effets d'une telle commande persisteront après la sortie de la fonction sauf si la transaction en cours est annulée.

Voir **SET(7)** et Chapitre 19, Configuration du serveur pour plus d'informations sur les paramètres et valeurs autorisés.

definition

Une constante de type chaîne définissant la fonction ; la signification dépend du langage. Cela peut être un nom de fonction interne, le chemin vers un fichier objet, une commande SQL ou du texte en langage procédural.

Il est souvent utile d'utiliser les guillemets dollar (voir Section 4.1.2.4, « Constantes de chaînes avec guillemet dollar ») pour écrire le code de la fonction, au lieu de la syntaxe habituelle des guillemets. Sans les guillemets dollar, tout guillemet ou anti-slash dans la définition de la fonction doit être échappé en les doublant.

fichier_obj, symbole_lien

Cette forme de clause **AS** est utilisée pour les fonctions en langage C chargeables dynamiquement lorsque le nom de la fonction dans le code source C n'est pas le même que celui de la fonction SQL. La chaîne *fichier_obj* est le nom du fichier contenant l'objet chargeable dynamiquement et *symbole_lien* est le symbole de lien de la fonction, c'est-à-dire le nom de la fonction dans le code source C. Si ce lien est omis, il est supposé être le même que le nom de la fonction SQL définie.

Lors d'appels répétés à **CREATE FUNCTION** se référant au même fichier objet, il est chargé seulement une fois par session. Pour décharger et recharger le fichier (par exemple lors du développement de la fonction), démarrez une nouvelle session.

attribut

Façon historique d'indiquer des informations optionnelles concernant la fonction. Les attributs suivants peuvent apparaître ici :

isStrict

Équivalent à **STRICT** ou **RETURNS NULL ON NULL INPUT**.

isCachable

isCachable est un équivalent obsolète de **IMMUTABLE** ; il est toujours accepté pour des raisons de compatibilité ascendante.

Les noms d'attribut sont insensibles à la casse.

La lecture de Section 36.3, « Fonctions utilisateur » fournit des informations supplémentaires sur l'écriture de fonctions.

Overloading

PostgreSQL™ autorise la *surcharge* des fonctions ; c'est-à-dire que le même nom peut être utilisé pour des fonctions différentes si tant est qu'elles aient des types d'arguments en entrée distincts. Néanmoins, les noms C de toutes les fonctions doivent être différents. Il est donc nécessaire de donner des noms différents aux fonctions C surchargées (on peut, par exemple, utiliser le type des arguments dans le nom de la fonction).

Deux fonctions sont considérées identiques si elles partagent le même nom et les mêmes types d'argument en *entrée*, sans considération des paramètres OUT. Les déclarations suivantes sont, de fait, en conflit :

```
CREATE FUNCTION truc(int) ...
CREATE FUNCTION truc(int, out text) ...
```

Des fonctions ayant des listes de types d'arguments différents ne seront pas considérées comme en conflit au moment de leur création, mais si des valeurs par défauts sont fournies, elles peuvent se retrouver en conflit au moment de l'invocation. Considérez par exemple :

```
CREATE FUNCTION truc(int) ...
CREATE FUNCTION truc(int, int default 42) ...
```

Un appel `truc(10)` échouera à cause de l'ambiguïté sur la fonction à appeler.

Notes

La syntaxe SQL complète des types est autorisé pour déclarer les arguments en entrée et la valeur de sortie d'une fonction. Néanmoins, les modificateurs du type de la fonction (par exemple le champ précision pour un numeric) sont ignorés par **CREATE FUNCTION**. Du coup, par exemple, `CREATE FUNCTION foo (varchar(10)) ...` est identique à `CREATE FUNCTION foo (varchar) ...`

Lors du remplacement d'une fonction existante avec **CREATE OR REPLACE FUNCTION**, il existe des restrictions sur le changement des noms de paramètres. Vous ne pouvez pas modifier le nom de paramètre en entrée déjà affecté mais vous pouvez ajouter des noms aux paramètres qui n'en avaient pas. S'il y a plus d'un paramètre en sortie, vous ne pouvez pas changer les noms des paramètres en sortie car cela changera les noms de colonne du type composite anonyme qui décrit le résultat de la fonction. Ces restrictions sont là pour assurer que les appels suivants à la fonction ne s'arrêtent pas de fonctionner lorsqu'elle est remplacée.

Exemples

Quelques exemples triviaux pour bien débuter sont présentés ci-après. Pour plus d'informations et d'exemples, voir Section 36.3, « Fonctions utilisateur ».

```
CREATE FUNCTION add(integer, integer) RETURNS integer
    AS 'select $1 + $2;'
    LANGUAGE SQL
    IMMUTABLE
    RETURNS NULL ON NULL INPUT;
```

Incrémenter un entier, en utilisant le nom de l'argument, dans PL/pgSQL :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION increment(i integer) RETURNS integer AS $$%
    BEGIN
        RETURN i + 1;
    END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

Renvoyer un enregistrement contenant plusieurs paramètres en sortie :

```
CREATE FUNCTION dup(in int, out f1 int, out f2 text)
    AS $$ SELECT $1, CAST($1 AS text) || ' is text' $$%
    LANGUAGE SQL;

SELECT * FROM dup(42);
```

La même chose, en plus verbeux, avec un type composite nommé explicitement :

```
CREATE TYPE dup_result AS (f1 int, f2 text);

CREATE FUNCTION dup(int) RETURNS dup_result
    AS $$ SELECT $1, CAST($1 AS text) || ' is text' $$%
    LANGUAGE SQL;

SELECT * FROM dup(42);
```

Une autre façon de renvoyer plusieurs colonnes est d'utiliser une fonction TABLE :

```
CREATE FUNCTION dup(int) RETURNS TABLE(f1 int, f2 text)
    AS $$ SELECT $1, CAST($1 AS text) || ' is text' $$%
    LANGUAGE SQL;

SELECT * FROM dup(42);
```

Toutefois, une fonction TABLE est différente des exemples précédents parce qu'elle retourne en fait un *ensemble* d'enregistrements, pas juste un enregistrement.

Écrire des fonctions SECURITY DEFINER en toute sécurité

Parce qu'une fonction SECURITY DEFINER est exécutée avec les droits de l'utilisateur qui l'a créé, une certaine attention est né-

cessaire pour s'assurer que la fonction ne peut pas être utilisée de façon maline. Pour des raisons de sécurité, `search_path` doit être configuré pour exclure les schémas modifiables par des utilisateurs indignes de confiance. Cela empêche des utilisateurs malveillants de créer des objets (par exemple tables, fonctions et opérateurs) qui masquent les objets utilisés par la fonction. Dans ce sens, le schéma des tables temporaires est particulièrement important car il est le premier schéma parcouru et qu'il est normalement modifiable par tous les utilisateurs. Une solution consiste à forcer le parcours de ce schéma en dernier lieu. Pour cela, on écrit `pg_temp` comme dernière entrée de `search_path`. La fonction suivante illustre une utilisation sûre :

```
CREATE FUNCTION verifie_motdepasse(unom TEXT, motpasse TEXT)
RETURNS BOOLEAN AS $$ 
DECLARE ok BOOLEAN;
BEGIN
    -- Effectuer le travail sécurisé de la fonction.
    SELECT (motdepasse = $2) INTO ok
    FROM motsdepasse
    WHERE nomutilisateur = $1;

    RETURN ok;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql
SECURITY DEFINER
-- Configure un search_path sécurisée : les schémas de confiance, puis 'pg_temp'.
SET search_path = admin, pg_temp;
```

Le but de cette fonction est d'accéder à une table `admin.motsdepasse`. Mais sans la clause `SET` ou avec une clause `SET` mentionnant uniquement `admin`, la fonction pourrait être transformée en créant une table temporaire nommée `motsdepasse`.

Avant PostgreSQL™ 8.3, la clause `SET` n'était pas disponible, donc les anciennes fonctions pouvaient contenir un code assez complexe pour sauvegarder, initialiser puis restaurer un paramètre comme `search_path`. La clause `SET` est plus simple à utiliser dans ce but.

Un autre point à garder en mémoire est que, par défaut, le droit d'exécution est donné à `PUBLIC` pour les fonctions nouvellement créées (voir GRANT(7) pour plus d'informations). Fréquemment, vous souhaiterez restreindre l'utilisation d'une fonction « security definer » à seulement quelques utilisateurs. Pour cela, vous devez révoquer les droits `PUBLIC` puis donner le droit d'exécution aux utilisateurs sélectionnés. Pour éviter que la nouvelle fonction soit accessible à tous pendant un court moment, créez-la et initialisez les droits dans une même transaction. Par exemple :

```
BEGIN;
CREATE FUNCTION verifie_motdepasse(unom TEXT, motpasse TEXT) ... SECURITY DEFINER;
REVOKE ALL ON FUNCTION verifie_motdepasse(unom TEXT, motpasse TEXT) FROM PUBLIC;
GRANT EXECUTE ON FUNCTION verifie_motdepasse(unom TEXT, motpasse TEXT) TO admins;
COMMIT;
```

Compatibilité

Une commande **CREATE FUNCTION** est définie en SQL:1999 et ultérieur. La version PostgreSQL™ est similaire mais pas entièrement compatible. Les attributs ne sont pas portables, pas plus que les différents langages disponibles.

Pour des raisons de compatibilité avec d'autres systèmes de bases de données, `modearg` peut être écrit avant ou après `nomarg`. Mais seule la première façon est compatible avec le standard.

Pour les valeurs par défaut des paramètres, le standard SQL spécifie seulement la syntaxe du mot clé `DEFAULT`. La syntaxe utilisant `=` est utilisé dans T-SQL et Firebird.

Voir aussi

`ALTER FUNCTION(7)`, `DROP FUNCTION(7)`, `GRANT(7)`, `LOAD(7)`, `REVOKE(7)`, `createlang(1)`

Nom

CREATE GROUP — Définir un nouveau rôle de base de données

Synopsis

```
CREATE GROUP nom [ [ WITH ] option [ . . . ] ]
```

où *option* peut être :

```
SUPERUSER | NOSUPERUSER
CREATEDB | NOCREATEDB
CREATEROLE | NOCREATEROLE
INHERIT | NOINHERIT
LOGIN | NOLOGIN
[ ENCRYPTED | UNENCRYPTED ] PASSWORD 'motdepasse'
VALID UNTIL 'dateheure'
IN ROLE nom_role [ , . . . ]
IN GROUP nom_role [ , . . . ]
ROLE nom_role [ , . . . ]
ADMIN nom_role [ , . . . ]
USER nom_role [ , . . . ]
SYSID uid
```

Description

CREATE GROUP est désormais un alias de CREATE ROLE(7).

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction CREATE GROUP dans le standard SQL.

Voir aussi

CREATE ROLE(7)

Nom

CREATE INDEX — Définir un nouvel index

Synopsis

```
CREATE [ UNIQUE ] INDEX [ CONCURRENTLY ] [ [ IF NOT EXISTS ] nom ] ON nom_table [  
USING méthode ]  
  ( { nom_colonne | ( expression ) } [ COLLATE collation ] [ classeop ] [ ASC |  
DESC ] [ NULLS { FIRST | LAST } ] [ , ... ] )  
  [ WITH ( parametre_stockage = valeur [ , ... ] ) ]  
  [ TABLESPACE nom_espace_logique ]  
  [ WHERE prédicat ]
```

Description

CREATE INDEX construit un index sur le (ou les) colonne(s) spécifiée(s) de la relation spécifiée, qui peut être une table ou une vue matérialisée. Les index sont principalement utilisés pour améliorer les performances de la base de données (bien qu'une utilisation inappropriée puisse produire l'effet inverse).

Les champs clé pour l'index sont spécifiés à l'aide de noms des colonnes ou par des expressions écrites entre parenthèses. Plusieurs champs peuvent être spécifiés si la méthode d'indexation supporte les index multi-colonnes.

Un champ d'index peut être une expression calculée à partir des valeurs d'une ou plusieurs colonnes de la ligne de table. Cette fonctionnalité peut être utilisée pour obtenir un accès rapide à des données obtenues par transformation des données basiques. Par exemple, un index calculé sur `upper(col)` autorise la clause `WHERE upper(col) = 'JIM'` à utiliser un index.

PostgreSQL™ fournit les méthodes d'indexation B-tree (NDT : arbres balancés), hash (NDT : hachage), GiST (NDT : arbres de recherche généralisés), SP-GiST, GIN et BRIN. Il est possible, bien que compliqué, de définir des méthodes d'indexation utilisateur.

Lorsque la clause `WHERE` est présente, un *index partiel* est créé. Un index partiel est un index ne contenant des entrées que pour une portion d'une table, habituellement la portion sur laquelle l'indexation est la plus utile. Par exemple, si une table contient des ordres facturés et d'autres qui ne le sont pas, et que les ordres non facturés n'occupent qu'une petite fraction du total de la table, qui plus est fréquemment utilisée, les performances sont améliorées par la création d'un index sur cette portion. Une autre application possible est l'utilisation de la clause `WHERE` en combinaison avec `UNIQUE` pour assurer l'unicité sur un sous-ensemble d'une table. Voir Section 11.8, « Index partiels » pour plus de renseignements.

L'expression utilisée dans la clause `WHERE` peut ne faire référence qu'à des colonnes de la table sous-jacente, mais elle peut utiliser toutes les colonnes, pas uniquement celles indexées. Actuellement, les sous-requêtes et les expressions d'agrégats sont aussi interdites dans la clause `WHERE`. Les mêmes restrictions s'appliquent aux champs d'index qui sont des expressions.

Toutes les fonctions et opérateurs utilisés dans la définition d'index doivent être « immutable » (NDT : immuable), c'est-à-dire que leur résultat ne doit dépendre que de leurs arguments et jamais d'une influence externe (telle que le contenu d'une autre table ou l'heure). Cette restriction permet de s'assurer que le comportement de l'index est strictement défini. Pour utiliser une fonction utilisateur dans une expression d'index ou dans une clause `WHERE`, cette fonction doit être marquée immutable lors de sa création.

Paramètres

UNIQUE

Le système vérifie la présence de valeurs dupliquées dans la table à la création de l'index (si des données existent déjà) et à chaque fois qu'une donnée est ajoutée. Les tentatives d'insertion ou de mises à jour qui résultent en des entrées dupliquées engendrent une erreur.

CONCURRENTLY

Quand cette option est utilisée, PostgreSQL™ construira l'index sans prendre de verrous qui bloquent les insertions, mises à jour, suppression en parallèle sur cette table ; la construction d'un index standard verrouille les écritures (mais pas les lectures) sur la table jusqu'à la fin de la construction. Il est nécessaire d'avoir quelques connaissances avant d'utiliser cette option -- voir la section intitulée « Construire des index en parallèle ».

IF NOT EXISTS

Ne renvoie pas une erreur si une relation existe avec le même nom. Un message est renvoyé dans ce cas. Notez qu'il n'existe pas de garantie que l'index existant ressemble à celui qui aurait été créé. Le nom d'index est requis quand `IF NOT`

`EXISTS` est spécifié.

nom

Le nom de l'index à créer. Aucun nom de schéma ne peut être inclus ici ; l'index est toujours créé dans le même schéma que sa table parent. Si le nom est omis, PostgreSQL™ choisit un nom convenable basé sur le nom de la table parent et celui des colonnes indexées.

nom_table

Le nom de la table à indexer (éventuellement qualifié du nom du schéma).

méthode

Le nom de la méthode à utiliser pour l'index. Les choix sont `btree`, `hash`, `gist`, `spgist`, `gin` et `brin`. La méthode par défaut est `btree`.

nom_colonne

Le nom d'une colonne de la table.

expression

Une expression basée sur une ou plusieurs colonnes de la table. L'expression doit habituellement être écrite entre parenthèses, comme la syntaxe le précise. Néanmoins, les parenthèses peuvent être omises si l'expression a la forme d'un appel de fonction.

collation

Le nom du collationnement à utiliser pour l'index. Par défaut, l'index utilise le collationnement déclaré pour la colonne à indexer ou le collationnement résultant de l'expression à indexer. Les index avec des collationnements spécifiques peuvent être utiles pour les requêtes qui impliquent des expressions utilisant des collationnements spécifiques.

classeop

Le nom d'une classe d'opérateur. Voir plus bas pour les détails.

`ASC`

Spécifie un ordre de tri ascendant (valeur par défaut).

`DESC`

Spécifie un ordre de tri descendant.

`NULLS FIRST`

Spécifie que les valeurs `NULL` sont présentées avant les valeurs non `NULL`. Ceci est la valeur par défaut quand `DESC` est indiqué.

`NULLS LAST`

Spécifie que les valeurs `NULL` sont présentées après les valeurs non `NULL`. Ceci est la valeur par défaut quand `ASC` est indiqué.

paramètre_stockage

Le nom d'un paramètre de stockage spécifique à la méthode d'indexage. Voir la section intitulée « Paramètres de stockage des index » pour les détails.

nom_espace_logique

Le tablespace dans lequel créer l'index. S'il n'est pas précisé, `default_tablespace` est consulté, sauf si la table est temporaire auquel cas `temp_tablespaces` est utilisé.

prédicat

L'expression de la contrainte pour un index partiel.

Paramètres de stockage des index

La clause `WITH` optionnelle spécifie des *paramètres de stockage* pour l'index. Chaque méthode d'indexage peut avoir son propre ensemble de paramètres de stockage. Les méthodes d'indexage B-tree, hash et GiST et SP-GiST acceptent toutes un seul paramètre :

fillfactor

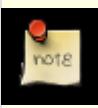
Le facteur de remplissage pour un index est un pourcentage qui détermine à quel point les pages d'index seront remplies par la méthode d'indexage. Pour les B-tree, les pages enfants sont remplies jusqu'à ce pourcentage lors de la construction initiale de l'index, et aussi lors de l'extension de l'index sur la droite (ajoutant les valeurs de clé les plus importantes). Si les pages deviennent ensuite totalement remplies, elles seront partagées, amenant une dégradation graduelle de l'efficacité de l'index. Les arbres B-tree utilisent un facteur de remplissage de 90% par défaut mais toute valeur entière comprise entre 10 et 100 peut être choisie. Si la table est statique, alors un facteur de 100 est meilleur pour minimiser la taille physique de l'index. Pour les tables mises à jour régulièrement, un facteur de remplissage plus petit est meilleur pour minimiser le besoin de pages divisées.

Les autres méthodes d'indexage utilisent un facteur de remplissage de façon différente mais en gros analogue ; le facteur de remplissage varie suivant les méthodes.

Les index GIN acceptent plusieurs paramètres supplémentaires :

`fastupdate`

Ce paramètre régit l'utilisation de la technique de mise à jour rapide décrite dans Section 63.4.1, « Technique GIN de mise à jour rapide ». C'est un paramètre booléen : ON active la mise à jour rapide, OFF la désactive. (Les autres façons d'écrire ON et OFF sont autorisées, comme décrit dans Section 19.1, « Paramètres de configuration ».) La valeur par défaut est ON.



Note

Désactiver `fastupdate` via **ALTER INDEX** empêche les insertions futures d'aller dans la liste d'entrées d'index à traiter, mais ne nettoie pas les entrées précédentes de cette liste. Vous voudrez peut être ensuite exécuter un **VACUUM** sur la table ou exécuter la fonction `gin_clean_pending_list`, afin de garantir que la liste à traiter soit vidée.

`gin_pending_list_limit`

Personnalise le paramètre `gin_pending_list_limit`. Cette valeur est spécifiée en Ko.

Les index BRIN acceptent un paramètre différent :

`pages_per_range`

Définit le nombre de blocs de table qui sera résumé en un intervalle de blocs pour chaque entrée dans un index BRIN (voir Section 64.1, « Introduction » pour plus de détails). La valeur par défaut est 128.

Les index GiST acceptent en plus ce paramètre :

`buffering`

Détermine si la technique de construction avec tampons décrite dans Section 61.4.1, « Construction GiST avec tampon » est utilisée pour construire l'index. À OFF, cette technique n'est pas utilisée. À ON, elle est utilisée. À AUTO, elle est au départ désactivée mais elle est activée une fois que la taille de l'index atteint `effective_cache_size`. La valeur par défaut est AUTO.

Construire des index en parallèle

Créer un index peut interférer avec les opérations normales d'une base de données. Habituellement, PostgreSQL™ verrouille la table à indexer pour la protéger des écritures et construit l'index complet avec un seul parcours de la table. Les autres transactions peuvent toujours lire la table mais s'ils essaient d'insérer, mettre à jour, supprimer des lignes dans la table, elles seront bloquées jusqu'à la fin de la construction de l'index. Ceci peut avoir un effet sérieux si le système est une base en production. Les très grosses tables peuvent demander plusieurs heures pour être indexées. Même pour les petites tables, une construction d'index peut bloquer les processus qui voudraient écrire dans la table pendant des périodes longues sur un système de production.

PostgreSQL™ supporte la construction des index sans verrouillage des écritures. Cette méthode est appelée en précisant l'option `CONCURRENTLY` de **CREATE INDEX**. Quand cette option est utilisée, PostgreSQL™ doit réaliser deux parcours de table et, en plus, il doit attendre que toutes les transactions existantes qui peuvent modifier ou utiliser cet index se terminent. Du coup, cette méthode requiert plus de temps qu'une construction standard de l'index et est bien plus longue à se terminer. Néanmoins, comme cela autorise la poursuite des opérations pendant la construction de l'index, cette méthode est utile pour ajouter de nouveaux index dans un environnement en production. Bien sûr, la charge CPU et I/O supplémentaire imposée par la création de l'index peut ralentir les autres opérations.

Dans la construction en parallèle d'un index, l'index est enregistré dans les catalogues systèmes dans une transaction, puis les deux parcours de table interviennent dans deux transactions supplémentaires. Avant chaque parcours de table, la construction de l'index doit attendre la fin des transactions en cours qui ont modifié la table. Après le deuxième parcours, la construction doit attendre la fin de toute transaction ayant une image de base (un snapshot, voir Chapitre 13, Contrôle d'accès simultané) datant d'avant le deuxième parcours pour se terminer. Ensuite, l'index peut être marqué comme utilisable, et la commande **CREATE INDEX** se termine. Néanmoins, même après cela, l'index pourrait ne pas être immédiatement utilisable pour les autres requêtes : dans le pire des cas, il ne peut pas être utilisé tant que des transactions datant d'avant le début de la création de l'index existent.

Si un problème survient lors du parcours de la table, comme un deadlock ou une violation d'unicité dans un index unique, la commande **CREATE INDEX** échouera mais laissera derrière un index « invalide ». Cet index sera ignoré par les requêtes car il pourrait être incomplet ; néanmoins il consommera quand même du temps lors des mises à jour de l'index. La commande `\d` de psql rapportera cet index comme `INVALID` :

```
postgres=# \d tab
Table "public.tab"
Column | Type    | Modifiers
-----+-----+
col   | integer |
Indexes:
"idx" btree (col) INVALID
```

La méthode de récupération recommandée dans de tels cas est de supprimer l'index et de tenter de nouveau un **CREATE INDEX CONCURRENTLY**. (Une autre possibilité est de reconstruire l'index avec **REINDEX**. Néanmoins, comme **REINDEX** ne supporte pas la construction d'index en parallèle, cette option ne semble pas très attrayante.)

Lors de la construction d'un index unique en parallèle, la contrainte d'unicité est déjà placée pour les autres transactions quand le deuxième parcours de table commence. Cela signifie que des violations de contraintes pourraient être rapportées dans les autres requêtes avant que l'index ne soit disponible, voire même dans des cas où la construction de l'index va échouer. De plus, si un échec survient dans le deuxième parcours, l'index « invalide » continue à forcer la contrainte d'unicité.

Les constructions en parallèle d'index avec expression et d'index partiels sont supportées. Les erreurs survenant pendant l'évaluation de ces expressions pourraient causer un comportement similaire à celui décrit ci-dessus pour les violations de contraintes d'unicité.

Les constructions d'index standards permettent d'autres construction d'index en parallèle sur la même table mais seul une construction d'index en parallèle peut survenir sur une table à un même moment. Dans les deux cas, aucun autre type de modification de schéma n'est autorisé sur la table. Une autre différence est qu'une commande **CREATE INDEX** normale peut être réalisée à l'intérieur d'un bloc de transactions mais **CREATE INDEX CONCURRENTLY** ne le peut pas.

Notes

Chapitre 11, Index présente des informations sur le moment où les index peuvent être utilisés, quand ils ne le sont pas et dans quelles situations particulières ils peuvent être utiles.

Actuellement, seules les méthodes d'indexation B-tree, GiST, GIN et BRIN supportent les index multi-colonnes. Jusqu'à 32 champs peuvent être spécifiés par défaut. (Cette limite peut être modifiée à la compilation de PostgreSQL™.) Seul B-tree supporte actuellement les index uniques.

Une *classe d'opérateur* peut être spécifiée pour chaque colonne d'un index. La classe d'opérateur identifie les opérateurs à utiliser par l'index pour cette colonne. Par exemple, un index B-tree sur des entiers codés sur quatre octets utilise la classe `int4_ops`, qui contient des fonctions de comparaison pour les entiers sur quatre octets. En pratique, la classe d'opérateur par défaut pour le type de données de la colonne est généralement suffisant. Les classes d'opérateur trouvent leur intérêt principal dans l'existence, pour certains types de données, de plusieurs ordonnancements significatifs.

Soit l'exemple d'un type de données « nombre complexe » qui doit être classé par sa valeur absolue ou par sa partie réelle. Cela peut être réalisé par la définition de deux classes d'opérateur pour le type de données, puis par la sélection de la classe appropriée lors de la création d'un index.

De plus amples informations sur les classes d'opérateurs sont disponibles dans Section 11.9, « Classes et familles d'opérateurs » et dans Section 36.14, « Interfacer des extensions d'index ».

Pour les méthodes d'indexage qui supportent les parcours ordonnés (actuellement seulement pour les B-tree), les clauses optionnelles `ASC`, `DESC`, `NULLS FIRST` et/ou `NULLS LAST` peuvent être spécifiées pour modifier l'ordre de tri normal de l'index. Comme un index ordonné peut être parcouru en avant et en arrière, il n'est habituellement pas utile de créer un index `DESC` sur une colonne -- ce tri est déjà disponible avec un index standard. L'intérêt de ces options se révèle avec les index multi-colonnes. Ils peuvent être créés pour correspondre à un tri particulier demandé par une requête, comme `SELECT ... ORDER BY x ASC, y DESC`. Les options `NULLS` sont utiles si vous avez besoin de supporter le comportement « nulls sort low », plutôt que le « nulls sort high » par défaut, dans les requêtes qui dépendent des index pour éviter l'étape du tri.

Pour la plupart des méthodes d'indexation, la vitesse de création d'un index est dépendante du paramètre `maintenance_work_mem`. Une plus grande valeur réduit le temps nécessaire à la création d'index, tant qu'elle ne dépasse pas la quantité de mémoire vraiment disponible, afin d'éviter que la machine ne doive paginer.

`DROP INDEX`(7) est utilisé pour supprimer un index.

Les versions précédentes de PostgreSQL™ ont aussi une méthode d'index R-tree. Cette méthode a été supprimée car elle n'a pas d'avantages par rapport à la méthode GiST. Si `USING rtree` est indiqué, **CREATE INDEX** l'interprétera comme `USING gist` pour simplifier la conversions des anciennes bases à GiST.

Exemples

Créer un index B-tree sur la colonne `titre` dans la table `films` :

```
CREATE UNIQUE INDEX title_idx ON films (titre);
```

Pour créer un index sur l'expression `lower(titre)`, permettant une recherche efficace quelque soit la casse :

```
CREATE INDEX ON films ((lower(titre)));
```

(dans cet exemple, nous avons choisi d'omettre le nom de l'index, donc le système choisira un nom, typiquement `films_lower_idx`.)

Pour créer un index avec un collationnement spécifique :

```
CREATE INDEX title_idx_german ON films (title COLLATE "de_DE");
```



Attention

Les opérations sur les index hash ne sont pas enregistrées dans les journaux de transactions. Du coup, les index hash doivent être reconstruit avec **REINDEX** après un arrêt brutal de la base de données si des modifications n'ont pas été écrites. De plus, les modifications dans les index hash ne sont pas répliquées avec la réplication Warm Standby après la sauvegarde de base initiale, donc ces index donneront de mauvaises réponses aux requêtes qui les utilisent. Les index hash ne sont pas correctement restaurés lors d'une restauration PITR. Pour ces raisons, l'utilisation des index hash est actuellement déconseillée.

Pour créer un index avec un ordre de tri des valeurs NULL différent du standard :

```
CREATE INDEX title_idx_nulls_low ON films (title NULLS FIRST);
```

Pour créer un index avec un facteur de remplissage différent :

```
CREATE UNIQUE INDEX idx_titre ON films (titre) WITH (fillfactor = 70);
```

Pour créer un index GIN avec les mises à jour rapides désactivées :

```
CREATE INDEX gin_idx ON documents_table USING GIN (locations) WITH (fastupdate = off);
```

Créer un index sur la colonne `code` de la table `films` et donner à l'index l'emplacement du tablespace `espaceindex` :

```
CREATE INDEX code_idx ON films (code) TABLESPACE espaceindex;
```

Pour créer un index GiST sur un attribut point, de façon à ce que nous puissions utiliser rapidement les opérateurs box sur le résultat de la fonction de conversion :

```
CREATE INDEX pointloc
  ON points USING gist (box(location,location));
SELECT * FROM points
  WHERE box(location,location) && '(0,0),(1,1)::box';
```

Pour créer un index sans verrouiller les écritures dans la table :

```
CREATE INDEX CONCURRENTLY index_quentite_ventes ON table_ventes (quantité);
```

Compatibilité

CREATE INDEX est une extension du langage PostgreSQL™. Les index n'existent pas dans le standard SQL.

Voir aussi

ALTER INDEX(7), DROP INDEX(7)

Nom

CREATE LANGUAGE — Définir un nouveau langage procédural

Synopsis

```
CREATE [ OR REPLACE ] [ PROCEDURAL ] LANGUAGE nom
CREATE [ OR REPLACE ] [ TRUSTED ] [ PROCEDURAL ] LANGUAGE nom
    HANDLER gestionnaire_appel [ VALIDATOR fonction_validation ]
```

Description

CREATE LANGUAGE enregistre un nouveau langage procédural à une base de données PostgreSQL™. En conséquence, les fonctions et les procédures de déclencheurs peuvent être définies dans ce nouveau langage.



Note

À partir de PostgreSQL™ 9.1, la plupart des langages procéduraux ont été transformés en « extensions », et doivent du coup être installés avec CREATE EXTENSION(7), et non pas avec CREATE LANGUAGE. L'utilisation directe de CREATE LANGUAGE devrait maintenant être réservée aux scripts d'installation d'extension. Si vous avez un langage « nu » dans votre base de données, peut-être comme résultat d'une mise à jour, vous pouvez le convertir en extension en utilisant CREATE EXTENSION *nom_langage* FROM *unpackaged*.

CREATE LANGUAGE associe en fait le nom du langage à un ou des fonctions de gestion qui sont responsable de l'exécution des fonctions écrites dans le langage. Chapitre 40, Langages de procédures offre de plus amples informations sur les gestionnaires de fonctions.

La commande CREATE LANGUAGE existe sous deux formes. Dans la première, l'utilisateur ne fournit que le nom du langage désiré et le serveur PostgreSQL™ consulte le catalogue système pg_pltemplate pour déterminer les paramètres adéquats. Dans la seconde, l'utilisateur fournit les paramètres du langage avec son nom. Cette forme peut être utilisée pour créer un langage non défini dans pg_pltemplate. Cette approche est cependant obsolète.

Si le serveur trouve une entrée dans le catalogue pg_pltemplate pour le nom donné, il utilise les données du catalogue quand bien même la commande incluerait les paramètres du langage. Ce comportement simplifie le chargement des anciens fichiers de sauvegarde ; ceux-ci présentent le risque de contenir des informations caduques sur les fonctions de support du langage.

Habituellement, l'utilisateur doit être un superutilisateur PostgreSQL™ pour enregistrer un nouveau langage. Néanmoins, le propriétaire d'une base de données peut enregistrer un nouveau langage dans sa base si le langage est listé dans le catalogue pg_pltemplate et est marqué comme autorisé à être créé par les propriétaires de base (*tmp1dbacreate* à true). La valeur par défaut est que les langages de confiance peuvent être créés par les propriétaires de base de données, mais cela peut être modifié par les superutilisateurs en ajustant le contenu de pg_pltemplate. Le créateur d'un langage devient son propriétaire et peut ensuite le supprimer, le renommer ou le donner à un autre propriétaire.

CREATE OR REPLACE LANGUAGE créera un nouveau langage ou remplacera une définition existante. Si le langage existe déjà, ces paramètres sont mis à jour suivant les valeurs indiquées ou prises de pg_pltemplate mais le propriétaire et les droits du langage ne sont pas modifiés et toutes fonctions existantes créées dans le langage sont supposées être toujours valides. En plus des droits nécessaires pour créer un langage, un utilisateur doit être superutilisateur ou propriétaire du langage existant. Le cas REPLACE a pour but principal d'être utilisé pour s'assurer que le langage existe. Si le langage a une entrée pg_pltemplate alors REPLACE ne modifiera rien sur la définition existante, sauf dans le cas inhabituel où l'entrée pg_pltemplate a été modifiée depuis que le langage a été créé.

Paramètres

TRUSTED

TRUSTED indique que le langage ne donne pas accès aux données auquel l'utilisateur n'a pas normalement accès. Si ce mot clé est omis à l'enregistrement du langage, seuls les superutilisateurs peuvent utiliser ce langage pour créer de nouvelles fonctions.

PROCEDURAL

Sans objet.

nom

Le nom du nouveau langage procédural. Il ne peut y avoir deux langages portant le même nom au sein de la base de données.

Pour des raisons de compatibilité descendante, le nom doit être entouré de guillemets simples.

HANDLER *gestionnaire_appel*

gestionnaire_appel est le nom d'une fonction précédemment enregistrée. C'est elle qui est appelée pour exécuter les fonctions du langage procédural. Le gestionnaire d'appels d'un langage procédural doit être écrit dans un langage compilé, tel que le C, avec la convention d'appel version 1 et enregistré dans PostgreSQL™ comme une fonction ne prenant aucun argument et retournant le type language_handler, type servant essentiellement à identifier la fonction comme gestionnaire d'appels.

INLINE *gestionnaire_en_ligne*

gestionnaire_en_ligne est le nom d'une fonction déjà enregistrée qui sera appelée pour exécuter un bloc de code anonyme (voir la commande DO(7)) dans ce langage. Si aucune fonction *gestionnaire_en_ligne* n'est indiquée, le langage ne supporte pas les blocs de code anonymes. La fonction de gestion doit prendre un argument du type internal, qui sera la représentation interne de la commande DO, et il renverra le type void. La valeur de retour du gestionnaire est ignorée.

VALIDATOR *fonction_validation*

fonction_validation est le nom d'une fonction précédemment enregistrée. C'est elle qui est appelée pour valider toute nouvelle fonction écrite dans ce langage. Si aucune fonction de validation n'est spécifiée, alors toute nouvelle fonction n'est pas vérifiée à sa création. La fonction de validation prend obligatoirement un argument de type oid, OID de la fonction à créer, et renvoie par convention void.

Une fonction de validation contrôle généralement le corps de la fonction pour s'assurer de sa justesse syntaxique mais peut également vérifier d'autres propriétés de la fonction (l'incapacité du langage à gérer certains types d'argument, par exemple). Le signalement d'erreur se fait à l'aide de la fonction ereport(). La valeur de retour de la fonction est ignorée.

L'option TRUSTED et le(s) nom(s) de la fonction de support sont ignorés s'il existe une entrée dans la table pg_pltemplate pour le nom du langage spécifié.

Notes

Le programme createlang(1) est un simple enrobage de la commande **CREATE LANGUAGE**. Il facilite l'installation des langages procéduraux à partir de la ligne de commande du shell.

DROP LANGUAGE(7), ou mieux, le programme droplang(1) sont utilisés pour supprimer des langages procéduraux.

Le catalogue système pg_language (voir Section 50.29, « pg_language ») contient des informations sur les langages installés. De plus, **createlang** dispose d'une option pour lister ces langages.

Pour créer des fonctions dans un langage procédural, l'utilisateur doit posséder le droit USAGE pour ce langage. Par défaut, USAGE est donné à PUBLIC (c'est-à-dire tout le monde) pour les langages de confiance. Ce droit peut être révoqué si nécessaire.

Les langages procéduraux sont installées par base. Néanmoins, un langage peut être installé dans la base de données template1, ce qui le rend automatiquement disponible dans toutes les bases de données créées par la suite.

Le gestionnaire d'appels, le gestionnaire en ligne (s'il y en a un) et la fonction de validation (s'il y en a une) doivent exister préalablement si le serveur ne possède pas d'entrée pour ce langage dans pg_pltemplate. Dans le cas contraire, les fonctions n'ont pas besoin de pré-exister ; elles sont automatiquement définies si elles ne sont pas présentes dans la base de données. (Cela peut amener **CREATE LANGUAGE** à échouer si la bibliothèque partagée implémentant le langage n'est pas disponible dans l'installation.)

Dans les versions de PostgreSQL™ antérieures à 7.3, il était nécessaire de déclarer des fonctions de gestion renvoyant le type opaque, plutôt que language_handler. Pour accepter le chargement d'anciens fichiers de sauvegarde, **CREATE LANGUAGE** accepte toute fonction retournant le type opaque mais affiche un message d'avertissement et modifie le type de retour de la fonction en language_handler.

Exemples

Tout langage procédural standard sera préférentiellement créé ainsi :

```
CREATE LANGUAGE plperl;
```

Pour un langage inconnu du catalogue pg_pltemplate, une séquence comme celle-ci est nécessaire :

```
CREATE FUNCTION plsample_call_handler() RETURNS language_handler
  AS '$libdir/plsample'
  LANGUAGE C;
CREATE LANGUAGE plsample
```

```
HANDLER plsample_call_handler;
```

Compatibilité

CREATE LANGUAGE est une extension de PostgreSQL™.

Voir aussi

[ALTER LANGUAGE\(7\)](#), [CREATE FUNCTION\(7\)](#), [DROP LANGUAGE\(7\)](#), [GRANT\(7\)](#), [REVOKE\(7\)](#), [createlang\(1\)](#), [droplang\(1\)](#)

Nom

CREATE MATERIALIZED VIEW — définir une nouvelle vue matérialisée

Synopsis

```
CREATE MATERIALIZED VIEW [ IF NOT EXISTS ] nom_table
  [ ( nom_colonne [ , ... ] ) ]
  [ WITH ( paramètre_stockage [= valeur] [ , ... ] ) ]
  [ TABLESPACE nom_tablespace ]
  AS requête
  [ WITH [ NO ] DATA ]
```

Description

CREATE MATERIALIZED VIEW définit une vue matérialisée à partir d'une requête. La requête est exécutée et utilisée pour peupler la vue à l'exécution de la commande (sauf si **WITH NO DATA** est utilisé) et peut être rafraîchi plus tard en utilisant **REFRESH MATERIALIZED VIEW**.

CREATE MATERIALIZED VIEW est similaire à **CREATE TABLE AS**, sauf qu'il se rappelle aussi de la requête utilisée pour initialiser la vue pour qu'elle puisse être rafraîchie à la demande. Une vue matérialisée a plusieurs propriétés communes avec une table mais il n'y a pas de support pour les vues matérialisées temporaires ou avec génération automatique d'OID.

Paramètres

IF NOT EXISTS

Ne renvoie pas une erreur si une vue matérialisée portant le même nom existe déjà. Un message d'avertissement est renvoyé dans ce cas. Notez qu'il n'y a aucune garantie que la vue matérialisée existante ressemble à celle qui aurait dû être créée.

nom_table

Le nom de la vue matérialisée (potentiellement qualifié du schéma) à créer.

nom_colonne

Le nom d'une colonne dans la nouvelle vue matérialisée. Si les noms des colonnes ne sont pas fournis, ils sont pris des noms de colonne en sortie de la requête.

WITH (*paramètre_stockage* [= *valeur*] [, ...])

Cette clause indique les paramètres de stockage optionnels pour la nouvelle vue matérialisée ; voir la section intitulée « Paramètres de stockage » pour plus d'informations. Tous les paramètres supportés pour **CREATE TABLE** sont aussi supportés par **CREATE MATERIALIZED VIEW** à l'exception d'OIDs. Voir **CREATE TABLE(7)** pour plus d'informations.

TABLESPACE *nom_tablespace*

nom_tablespace est le nom du tablespace dans lequel la nouvelle vue matérialisée sera créée. S'il n'est pas indiqué, default_tablespace est consulté.

query

Une commande **SELECT(7)**, **TABLE** ou **VALUES(7)**. Cette requête sera exécutée dans une opération restreinte au niveau sécurité. En particulier, les appels aux fonctions qui elles-mêmes créent des tables temporaires échoueront.

WITH [NO] DATA

Cette clause indique si la vue matérialisée doit être peuplée ou non lors de sa création. Si elle ne l'est pas, la vue matérialisée sera marquée comme non parcourable et ne pourra pas être lu jusqu'à ce que **REFRESH MATERIALIZED VIEW** soit utilisé.

Compatibilité

CREATE MATERIALIZED VIEW est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

ALTER MATERIALIZED VIEW(7), **CREATE TABLE AS(7)**, **CREATE VIEW(7)**, **DROP MATERIALIZED VIEW(7)**, **REFRESH MATERIALIZED VIEW(7)**

Nom

CREATE OPERATOR — Définir un nouvel opérateur

Synopsis

```
CREATE OPERATOR nom (
    PROCEDURE = nom_fonction
    [, LEFTARG = type_gauche ]
    [, RIGHTARG = type_droit ]
    [, COMMUTATOR = op_com ]
    [, NEGATOR = op_neg ]
    [, RESTRICT = proc_res ]
    [, JOIN = proc_join ]
    [, HASHES ] [, MERGES ]
)
```

Description

CREATE OPERATOR définit un nouvel opérateur, *nom*. L'utilisateur qui définit un opérateur en devient propriétaire. Si un nom de schéma est donné, l'opérateur est créé dans le schéma spécifié. Sinon, il est créé dans le schéma courant.

Le nom de l'opérateur est une séquence d'au plus NAMEDATALEN-1 (63 par défaut) caractères parmi la liste suivante :

```
+ - * / < > = ~ ! @ # % ^ & | ` ?
```

Il existe quelques restrictions dans le choix du nom :

- -- et /* ne peuvent pas apparaître dans le nom d'un opérateur car ils sont pris pour le début d'un commentaire.
- Un nom d'opérateur multicaractères ne peut pas finir avec + ou - sauf si le nom contient l'un, au moins, de ces caractères :
~ ! @ # % ^ & | ` ?

Par exemple, @- est un nom d'opérateur autorisé mais *- n'en est pas un. Cette restriction permet à PostgreSQL™ d'analyser les commandes compatibles SQL sans nécessiter d'espaces entre les lexèmes.

- L'utilisation de => comme nom d'opérateur est déconseillée. Il pourrait être complètement interdit dans une prochaine version.

L'opérateur != est remplacé par <> à la saisie, ces deux noms sont donc toujours équivalents.

Au moins un des deux LEFTARG et RIGHTARG doit être défini. Pour les opérateurs binaires, les deux doivent l'être. Pour les opérateurs unaires droits, seul LEFTARG doit l'être, RIGHTARG pour les opérateurs unaires gauches.

La procédure *nom_fonction* doit avoir été précédemment définie par **CREATE FUNCTION** et doit accepter le bon nombre d'arguments (un ou deux) des types indiqués.

Les autres clauses spécifient des clauses optionnelles d'optimisation d'opérateur. Leur signification est détaillée dans Section 36.13, « Informations sur l'optimisation d'un opérateur ».

Pour pouvoir créer un opérateur, vous devez avoir le droit USAGE sur le type des arguments et sur le type en retour. Vous devez aussi avoir le droit EXECUTE sur la fonction sous-jacente. Si un opérateur de commutation ou de négation est spécifié, vous devez être le propriétaire de ces opérateurs.

Paramètres

nom

Le nom de l'opérateur à définir. Voir ci-dessus pour les caractères autorisés. Le nom peut être qualifié du nom du schéma, par exemple CREATE OPERATOR monschema.+ (. . .). Dans le cas contraire, il est créé dans le schéma courant. Deux opérateurs dans le même schéma peuvent avoir le même nom s'ils opèrent sur des types de données différents. On parle alors de *surcharge*.

nom_fonction

La fonction utilisée pour implanter cet opérateur.

type_gauche

Le type de données de l'opérande gauche de l'opérateur, s'il existe. Cette option est omise pour un opérateur unaire gauche.

type_droit

Le type de données de l'opérande droit de l'opérateur, s'il existe. Cette option est omise pour un opérateur unaire droit.

op_com

Le commutateur de cet opérateur.

op_neg

La négation de cet opérateur.

proc_res

La fonction d'estimation de la sélectivité de restriction pour cet opérateur.

proc_join

La fonction d'estimation de la sélectivité de jointure pour cet opérateur.

HASHES

L'opérateur peut supporter une jointure de hachage.

MERGES

L'opérateur peut supporter une jointure de fusion.

La syntaxe OPERATOR() est utilisée pour préciser un nom d'opérateur qualifié d'un schéma dans *op_com* ou dans les autres arguments optionnels. Par exemple :

```
COMMUTATOR = OPERATOR(mon_schema.==) ,
```

Notes

Section 36.12, « Opérateurs définis par l'utilisateur » fournit de plus amples informations.

Il n'est pas possible de spécifier la précédence lexicale d'un opérateur dans **CREATE OPERATOR** car le comportement de précédence de l'analyseur n'est pas modifiable. Voir Section 4.1.6, « Précédence d'opérateurs » pour des détails sur la gestion de la précédence.

Les options obsolètes, SORT1, SORT2, LTCMP et GTCMP étaient utilisées auparavant pour spécifier les noms des opérateurs de tris associés avec un opérateur joignable par fusion (*mergejoinable*). Ceci n'est plus nécessaire car l'information sur les opérateurs associés est disponible en cherchant les familles d'opérateur B-tree. Si une des ces options est fournie, elle est ignorée mais configure implicitement MERGES à true.

DROP OPERATOR(7) est utilisé pour supprimer les opérateurs utilisateur, ALTER OPERATOR(7) pour les modifier.

Exemples

La commande suivante définit un nouvel opérateur, « area-equality », pour le type de données box :

```
CREATE OPERATOR === (
    LEFTARG = box,
    RIGHTARG = box,
    PROCEDURE = area_equal_procedure,
    COMMUTATOR = ===,
    NEGATOR = !=,
    RESTRICT = area_restriction_procedure,
    JOIN = area_join_procedure,
    HASHES, MERGES
);
```

Compatibilité

CREATE OPERATOR est une extension PostgreSQL™. Il n'existe pas d'opérateurs utilisateur dans le standard SQL.

Voir aussi

ALTER OPERATOR(7), CREATE OPERATOR CLASS(7), DROP OPERATOR(7)

Nom

CREATE OPERATOR CLASS — Définir une nouvelle classe d'opérateur

Synopsis

```
CREATE OPERATOR CLASS nom [ DEFAULT ] FOR TYPE type_donnee
  USING methode_indexage [ FAMILY nom_famille ] AS
  {   OPERATOR numero_strategie nom_operateur [ ( type_op, type_op ) ] [ FOR SEARCH |
FOR ORDER BY nom_famille_tri ]
    | FUNCTION numero_support [ ( type_op [ , type_op ] ) ] nom_fonction (
type_argument [ , ... ] )
    | STORAGE type_stockage
  } [ , ... ]
```

Description

CREATE OPERATOR CLASS crée une nouvelle classe d'opérateur. Une classe d'opérateur définit la façon dont un type de données particulier peut être utilisé avec un index. La classe d'opérateur spécifie le rôle particulier ou la « stratégie » que jouent certains opérateurs pour ce type de données et cette méthode d'indexation. La classe d'opérateur spécifie aussi les procédures de support à utiliser par la méthode d'indexation quand la classe d'opérateur est sélectionnée pour une colonne d'index. Tous les opérateurs et fonctions utilisés par une classe d'opérateur doivent être définis avant la création de la classe d'opérateur.

Si un nom de schéma est donné, la classe d'opérateur est créée dans le schéma spécifié. Sinon, elle est créée dans le schéma courant. Deux classes d'opérateur ne peuvent avoir le même nom que s'ils concernent des méthodes d'indexation différentes.

L'utilisateur qui définit une classe d'opérateur en devient propriétaire. Actuellement, le créateur doit être superutilisateur. Cette restriction existe parce qu'une définition erronée d'une classe d'opérateur peut gêner le serveur, voire causer un arrêt brutal de celui-ci.

Actuellement, **CREATE OPERATOR CLASS** ne vérifie pas si la définition de la classe d'opérateur inclut tous les opérateurs et fonctions requis par la méthode d'indexation. Il ne vérifie pas non plus si les opérateurs et les fonctions forment un ensemble cohérent. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de définir une classe d'opérateur valide.

Les classes d'opérateur en relation peuvent être groupées dans des *familles d'opérateurs*. Pour ajouter une nouvelle classe d'opérateur à une famille existante, indiquez l'option **FAMILY** dans **CREATE OPERATOR CLASS**. Sans cette option, la nouvelle classe est placée dans une famille de même nom (créant la famille si elle n'existe pas).

Section 36.14, « Interfacer des extensions d'index » fournit de plus amples informations.

Paramètres

nom

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de la classe d'opérateur à créer.

DEFAULT

La classe d'opérateur est celle par défaut pour son type de données. Il ne peut y avoir qu'une classe d'opérateur par défaut pour un type de données et une méthode d'indexation particuliers.

type_données

Le type de données de la colonne auquel s'applique cette classe d'opérateur.

méthode_index

Le nom de la méthode d'indexation à laquelle s'applique la classe d'opérateur.

nom_famille

Le nom d'une famille d'opérateur existante pour lui ajouter cette classe d'opérateur. Si non spécifié, une famille du même nom que l'opérateur est utilisée (la créant si elle n'existe pas déjà).

numéro_stratégie

Le numéro de stratégie de la méthode d'indexation pour un opérateur associé à la classe d'opérateur.

nom_operateur

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) d'un opérateur associé à la classe d'opérateur.

op_type

Dans une clause OPERATOR, le(s) type(s) de données de l'opérande d'un opérateur ou NONE pour signifier un opérateur unaire (droite ou gauche). Les types de données de l'opérande peuvent être omis dans le cas où ils sont identiques au type de données de la classe d'opérateur.

Dans une clause FUNCTION, le (ou les) types de données en opérande, supporté par la fonction, si différent du type de données en entrée de la fonction (pour les fonctions de comparaison d'index B-tree et les fonctions des index hash) ou le type de données de la classe (pour les fonctions de support du tri pour les index B-tree et pour toutes les fonctions des opérateurs de classe des index GiST, SP-GiST, GIN et BRIN). Ces valeurs par défaut sont correctes. Du coup, *op_type* n'a pas besoin d'être précisé dans les clauses FUNCTION, sauf dans le cas de la fonction de support du tri pour les index B-tree qui doit supporter les comparaisons inter-types.

nom_famille_tri

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) d'une famille d'opérateur btree qui décrit l'ordre de tri associé à un opérateur de tri.

Si ni FOR SEARCH ni FOR ORDER BY ne sont spécifiés, FOR SEARCH est la valeur par défaut.

numéro_support

Le numéro de procédure support de la méthode d'indexation pour une fonction associée à la classe d'opérateur.

nom_fonction

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) d'une fonction procédure support pour la méthode d'indexation de la classe d'opérateur.

types_argument

Le(s) type(s) de données des paramètres de la fonction.

type_stockage

Le type de données réellement stocké dans l'index. C'est normalement le même que le type de données de la colonne mais certaines méthodes d'indexage (GiST, GIN et BRIN actuellement) autorisent un type différent. La clause STORAGE doit être omise sauf si la méthode d'indexation autorise un type différent.

L'ordre des clauses OPERATOR, FUNCTION et STORAGE n'a aucune importance.

Notes

Comme toute la partie d'indexage ne vérifie pas les droits d'accès aux fonctions avant de les utiliser, inclure une fonction ou un opérateur dans une classe d'opérateur the index machinery does not check access permissions on functions before using them, including a function or operator in an operator class is équivalent à donner les droits d'exécution à PUBLIC sur celle-ci. Ce n'est pas un problème habituellement pour les types de fonctions utiles dans une classe d'opérateur.

Les opérateurs ne doivent pas être définis par des fonctions SQL. Une fonction SQL peut être intégrée dans la requête appelante, ce qui empêche l'optimiseur de faire la correspondance avec un index.

Avant PostgreSQL™ 8.4, la clause OPERATOR pouvait inclure l'option RECHECK. Cela n'est plus supporté car le fait qu'un index soit « à perte » est maintenant déterminé à l'exécution. Ceci permet une gestion plus efficace des cas où l'opérateur pourrait ou non être à perte.

Exemples

La commande issue de l'exemple suivant définit une classe d'opérateur d'indexation GiST pour le type de données _int4 (tableau de int4). Voir le module intarray pour l'exemple complet.

```
CREATE OPERATOR CLASS gist_int_ops
  DEFAULT FOR TYPE _int4 USING gist AS
    OPERATOR   3      &&,
    OPERATOR   6      = (anyarray, anyarray),
    OPERATOR   7      @>,
    OPERATOR   8      <@,
    OPERATOR  20     @@ (_int4, query_int),
    FUNCTION  1      g_int_consistent (internal, _int4, smallint, oid,
internal),
    FUNCTION  2      g_int_union (internal, internal),
    FUNCTION  3      g_int_compress (internal),
    FUNCTION  4      g_int_decompress (internal),
    FUNCTION  5      g_int_penalty (internal, internal, internal),
    FUNCTION  6      g_int_picksplit (internal, internal),
    FUNCTION  7      g_int_same (_int4, _int4, internal);
```

Compatibilité

CREATE OPERATOR CLASS est une extension PostgreSQL™. Il n'existe pas d'instruction **CREATE OPERATOR CLASS** dans le standard SQL.

Voir aussi

[ALTER OPERATOR CLASS\(7\)](#), [DROP OPERATOR CLASS\(7\)](#), [CREATE OPERATOR FAMILY\(7\)](#), [ALTER OPERATOR FAMILY\(7\)](#)

Nom

CREATE OPERATOR FAMILY — définir une nouvelle famille d'opérateur

Synopsis

```
CREATE OPERATOR FAMILY nom USING methode_indexage
```

Description

CREATE OPERATOR FAMILY crée une nouvelle famille d'opérateurs. Une famille d'opérateurs définit une collection de classes d'opérateur en relation et peut-être quelques opérateurs et fonctions de support supplémentaires compatibles avec ces classes d'opérateurs mais non essentiels au bon fonctionnement des index individuels. (Les opérateurs et fonctions essentiels aux index doivent être groupés avec la classe d'opérateur adéquate, plutôt qu'être des membres « lâches » dans la famille d'opérateur. Typiquement, les opérateurs sur un seul type de données peuvent être lâches dans une famille d'opérateur contenant des classes d'opérateur pour les deux types de données.)

La nouvelle famille d'opérateur est initialement vide. Elle sera remplie en exécutant par la suite des commandes **CREATE OPERATOR CLASS** pour ajouter les classes d'opérateurs contenues et, en option, des commandes **ALTER OPERATOR FAMILY** pour ajouter des opérateurs et leur fonctions de support correspondantes en tant que membres « lâches ».

Si un nom de schéma est précisée, la famille d'opérateur est créée dans le schéma en question. Sinon elle est créée dans le schéma en cours. Deux familles d'opérateurs du même schéma ne peuvent avoir le même nom que s'ils sont des méthodes d'indexage différentes.

L'utilisateur qui définit une famille d'opérateur devient son propriétaire. Actuellement, l'utilisateur qui crée doit être un superutilisateur. (Cette restriction est nécessaire car une définition erronée d'une famille d'opérateur pourrait gêner le serveur, voire même l'arrêter brutalement.)

Voir Section 36.14, « Interfacer des extensions d'index » pour plus d'informations.

Paramètres

nom

Le nom de la famille d'opérateur (pouvant être qualifié du schéma).

methode_indexage

Le nom de la méthode d'indexage utilisée par cette famille d'opérateur.

Compatibilité

CREATE OPERATOR FAMILY est une extension PostgreSQL™. Il n'existe pas d'instruction **CREATE OPERATOR FAMILY** dans le standard SQL.

Voir aussi

[ALTER OPERATOR FAMILY\(7\)](#), [DROP OPERATOR FAMILY\(7\)](#), [CREATE OPERATOR CLASS\(7\)](#), [ALTER OPERATOR CLASS\(7\)](#), [DROP OPERATOR CLASS\(7\)](#)

Nom

CREATE POLICY — définir un niveau de politique de sécurité pour une table

Synopsis

```
CREATE POLICY nom ON nom_table
  [ FOR { ALL | SELECT | INSERT | UPDATE | DELETE } ]
  [ TO { nom_role | PUBLIC | CURRENT_USER | SESSION_USER } [ , ... ] ]
  [ USING ( expression_USING ) ]
  [ WITH CHECK ( expression_CHECK ) ]
```

Description

La commande **CREATE POLICY** définit un nouveau niveau de politique de sécurité pour une table. Notez que le niveau de politique de sécurité doit être actif pour la table. Les politiques de sécurité créées peuvent être appliquées en utilisant la commande suivante : **ALTER TABLE ... ENABLE ROW LEVEL SECURITY**

Une politique (*policy* dans la version originale de la documentation) valide l'autorisation de sélectionner (instruction SELECT), insérer (instruction INSERT), mettre à jour (instruction UPDATE) ou supprimer (instruction DELETE) des lignes qui correspondent à l'expression concordante d'une politique particulière. Une expression spécifiée avec USING sera vérifiée par rapport aux lignes existantes dans la table, tandis qu'une expression spécifiée avec WITH CHECK sera vérifiée sur les nouvelles lignes créées par INSERT ou UPDATE. Lorsqu'une expression définie dans USING renvoie true pour une ligne donnée, alors cette ligne est visible pour l'utilisateur. Dans le cas contraire, cette ligne reste invisible. Lorsqu'une expression définie dans WITH CHECK renvoie true pour une ligne, alors cette ligne est insérée. Par contre, si elle renvoie false ou NULL, cela génère une erreur.

Pour les commandes **INSERT** et **UPDATE**, les expressions définies dans WITH CHECK sont appliquées après l'activation du trigger BEFORE et avant qu'aucune modification de données n'ait réellement été effectuée. Un trigger BEFORE ROW peut éventuellement modifier les données à insérer, influençant ainsi le résultat de la politique de sécurité. Les expressions définies dans WITH CHECK sont forcées avant toutes les autres contraintes.

Les noms de politique s'entendent par table. De ce fait, un même nom de politique peut être utilisé pour différentes tables et avoir une définition différente, adaptée à la table en question.

Les politiques peuvent être appliquées pour des commandes ou rôles spécifiques. Par défaut, une nouvelle politique créée sera appliquée à toutes les commandes et pour tous les rôles à moins qu'autre chose ne soit spécifié. Si plusieurs politiques sont applicables à une requête donnée, elles seront combinées en utilisant OR (bien que les politiques ON CONFLICT DO UPDATE et INSERT ne soient pas combinées de cette manière mais sont plutôt appliquées comme demandé à chaque étape de l'exécution ON CONFLICT).

Pour les commandes qui ont simultanément les politiques USING et WITH CHECK (ALL et UPDATE), s'il n'y a pas de politique WITH CHECK définie, alors la politique USING sera utilisée pour les lignes visibles (cas normal d'utilisation de USING), et pour les lignes qui obtiendront l'autorisation d'être ajoutées (cas WITH CHECK).

Si un niveau de sécurité est activé pour une table mais qu'aucune politique (policy) n'est applicable, une politique « default deny » est utilisée, plus aucune ligne n'est alors visible ou modifiable.

Paramètres

nom

Nom de la politique à créer. Chaque nom de politique doit être unique au sein d'une table.

nom_table

Le nom (optionnellement qualifié par le schéma) de la table à laquelle s'applique la politique.

commande

La commande à laquelle la politique s'applique. Les options valides sont les suivantes : **ALL**, **SELECT**, **INSERT**, **UPDATE**, et **DELETE**. **ALL** est la valeur par défaut. Vous verrez par la suite comment sont appliquées les spécificités de chaque option.

nom_role

Le ou les rôle(s) auxquels les politiques sont appliquées. Par défaut, c'est le pseudo-rôle PUBLIC, qui applique les politiques à tous les rôles.

expression_USING

Toute expression SQL conditionnelle (autrement dit, renvoyant une donnée de type boolean). L'expression conditionnelle ne peut pas contenir de fonction d'agrégat ou de fenêtrage (window). Si le niveau de politique de sécurité est activé, cette expression sera ajoutée aux requêtes exécutées sur la table. Les lignes pour lesquelles l'expression renvoie true seront visibles. Toute ligne pour laquelle l'expression renvoie false ou NULL sera invisible pour l'utilisateur (avec **SELECT**) et ne sera pas modifiable (avec **UPDATE** ou **DELETE**). Ces lignes seront supprimées sans qu'aucune erreur ou notification ne soit rapportée.

expression CHECK

Toute expression SQL conditionnelle (autrement dit, renvoyant une donnée de type boolean). L'expression conditionnelle ne peut pas contenir de fonction d'agrégat ou de fenêtrage (window). Si le niveau de politique de sécurité est activé, cette expression sera utilisée dans les requêtes contenant **INSERT** et **UPDATE**. Seules les lignes pour lesquelles l'expression est évaluée à true seront autorisée à être modifiées. Une erreur sera générée si l'évaluation de la condition de la commande **UPDATE** ou **INSERT** renvoie false ou NULL pour n'importe quel enregistrement parmi l'ensemble des résultats. Notez que *expression_CHECK* est évaluée sur le futur contenu de la ligne, et non pas sur le contenu d'origine.

Politique par commande

ALL

Utiliser ALL pour une politique signifie qu'elle s'appliquera pour toutes les commandes, peu importe le type de commande. Si une politique ALL existe et que des politiques spécifiques supplémentaires existent, alors leur résultat sera combinée avec une opération booléenne OR, et c'est le résultat de cette opération qui sera appliqué. Le comportement est identique lorsque les politiques se chevauchent. Pour terminer, les politiques ALL seront appliquées pour la partie extraction et pour la partie modification de la requête, en utilisant l'expression définie dans **USING** pour les deux cas si seule la partie **USING** est définie.

Par exemple, si une requête **UPDATE** est exécutée, alors la politique ALL sera applicable sur les lignes à modifier que la commande **UPDATE** sera capable de sélectionner (en appliquant l'expression définie dans **USING**) mais aussi sur le résultat des lignes modifiées, pour vérifier s'il est autorisé de les ajouter à la table (en appliquant l'expression définie dans **WITH CHECK** si elle est définie, et sinon en appliquant l'expression définie dans **USING**). Si une **INSERT** ou **UPDATE** essaie d'ajouter des lignes à une table et est bloquée par l'expression définie dans **WITH CHECK** de la politique ALL, l'ensemble de la commande est annulé.

SELECT

Utiliser **SELECT** dans une politique signifie que cette politique s'appliquera à toutes les requêtes **SELECT** ainsi qu'à toute vérification du droit **SELECT** nécessaire sur la table pour laquelle la politique est définie. Concernant les requêtes **SELECT**, le résultat sera composé uniquement des lignes qui auront passé la politique **SELECT**. Pour les requêtes qui demandent des droits, telles que les commandes d'**UPDATE**, elles verront uniquement dans le résultat les lignes qui auront été autorisés par la politique **SELECT**. Une politique **SELECT** ne peut pas avoir une expression définie dans **WITH CHECK** qui ne s'applique que dans le cas où des enregistrements sont récupérés depuis la table.

INSERT

Utiliser **INSERT** dans une politique signifie que cette politique s'appliquera à toutes les requêtes **INSERT**. Les lignes à insérer qui ne passent pas la politique renvoient une erreur de violation de politique, et l'ensemble **INSERT** de la commande est annulé. Une politique **INSERT** ne peut pas avoir une expression définie dans **USING** qui ne s'applique que dans les cas où des enregistrements sont ajoutés à la table.

Notez que la commande **INSERT** avec **ON CONFLICT DO UPDATE** vérifie la politique **INSERT** avec l'expression définie dans **WITH CHECK** uniquement pour les lignes ajoutées à la table par la commande **INSERT**.

UPDATE

Utiliser **UPDATE** dans une politique signifie que cette politique s'appliquera à toutes les requêtes **UPDATE** (ou accessoirement aux clauses **ON CONFLICT DO UPDATE** de la commande **INSERT**). Puisque la commande **UPDATE** implique de récupérer un enregistrement existant puis d'en modifier une partie (voire ne rien modifier), la politique **UPDATE** accepte les expressions définies dans **USING** mais aussi dans **WITH CHECK**. L'expression définie dans **USING** déterminera sur quelle sélection d'enregistrements la commande **UPDATE** est capable de travailler tandis que l'expression définie dans **WITH CHECK** déterminera les enregistrements qui pourront être modifiés et réinjectés dans la table.

Lorsqu'une commande **UPDATE** est utilisée avec une clause **WHERE** ou **RETURNING**, les droits de **SELECT** sont nécessaires sur la table à mettre à jour. De ce fait, le résultat des politiques sur **SELECT** et **ALL** seront combinées avec une opération booléenne **OR** si les politiques **SELECT** se chevauchent et sinon avec une opération booléenne **AND** sur la clause **USING** appliquée par la politique définie pour **UPDATE**. Donc, pour qu'un utilisateur soit capable de mettre à jour des lignes spécifiques, cet utilisateur doit avoir accès aux lignes protégées par les politiques **SELECT** ou **ALL** et les lignes doivent être autorisées à être mises à jour par la politique **UPDATE** utilisant l'expression définie dans **USING**.

Si une seule ligne à mettre à jour ne remplit pas les conditions pour être autorisée par l'expression spécifiée dans **WITH CHECK**, une erreur sera générée, et l'ensemble de la commande est annulé. S'il n'y a que l'expression spécifiée dans **USING** qui a été définie alors c'est cette expression qui sera utilisée pour vérifier les cas **USING** et **WITH CHECK**.

Notez toutefois que, dans le cas d'une commande `INSERT` avec `ON CONFLICT DO UPDATE`, la politique `UPDATE` avec une expression définie dans `USING` sera toujours appliquée comme une expression définie dans `WITH CHECK`. Cette policy doit systématiquement être appliquée lorsque la branche `UPDATE` est empruntée. Toutes les lignes existantes doivent nécessairement être autorisées par les policy (`SELECT` ou `ALL`) en utilisant la ou les expressions définies dans `USING` (combinées avec `OR`) qui sont toujours appliquées comme une ou des expression(s) définie(s) dans `WITH CHECK` dans ce contexte. (La branche `UPDATE` ne sera *jamais* ignorée sans que cela génère une erreur.) Pour terminer, la dernière ligne insérée dans la table doit passer toutes les contraintes définies dans `WITH CHECK` qu'un simple `UPDATE` devrait de toutes façons satisfaire.

DELETE

Utiliser `DELETE` dans une politique signifie que cette politique s'appliquera à toutes les requêtes `DELETE`. Seules les lignes autorisées par cette politique seront visibles à une commande `DELETE`. Il peut y avoir des lignes visibles retournées par la commande `SELECT` qui ne sont pas candidates à la suppression si elles ne sont pas validées par l'expression définie dans la clause `USING` de la politique `DELETE`.

Lorsqu'une commande `DELETE` est utilisée avec une clause `WHERE` ou une clause `RETURNING`, les droits sur `SELECT` sont nécessaires sur la table à mettre à jour. De ce fait, les résultats des politiques sur `SELECT` et `ALL` seront combinées avec une opération booléenne `AND` (avec un `OR` si les politiques `SELECT`s se chevauchent) sur la clause `USING` appliquée par la policy définie pour `DELETE`. Pour qu'un utilisateur soit capable de mettre à jour des lignes spécifiques, cet utilisateur doit avoir accès aux lignes protégées par les politiques `SELECT` ou `ALL` et les lignes doivent être autorisées à être mise à jour par la politique `DELETE` utilisant l'expression définie dans `USING`.

Une politique `DELETE` ne peut pas avoir d'expression définie dans `WITH CHECK` puisque cette politique ne s'applique qu'à des enregistrements qui vont être supprimés de la table. Il n'y a donc pas de nouvelles lignes à vérifier.

Notes

Vous devez être le propriétaire de la table pour laquelle vous souhaitez créer ou modifier des politiques.

Tandis que les politiques sont appliquées pour les requêtes accédant explicitement aux tables de la base de données, elles ne sont pas appliquées lorsque le système réalise des vérifications internes d'intégrité sur le référentiel ou pour la validation des contraintes. Ce qui signifie qu'il y a des manières indirectes de déterminer si une valeur donnée existe. Par exemple, si vous essayez d'insérer un doublon dans une colonne clé primaire, ou qui possède une contrainte d'unicité. Si l'insertion échoue alors l'utilisateur peut inférer que la valeur existe déjà. (dans cet exemple, il est entendu que l'utilisateur est soumis à une politique de sécurité lui permettant d'insérer des enregistrements qu'il n'est néanmoins pas autorisé à consulter) Un autre exemple, si un utilisateur est autorisé à insérer dans une table qui en référence une autre, une table cachée. Son existence peut être déterminée par l'utilisateur en insérant une valeur dans la table, la réussite indiquerait que la valeur existe dans la table référencée. Ces problèmes peuvent être résolus en vérifiant minutieusement les politiques de façon à ce que les utilisateurs ne puissent pas insérer, supprimer, ou mettre à jour des enregistrements qui pourraient récupérer des valeurs qu'ils ne devraient pas pouvoir consulter, ou en utilisant un générateur de valeur (par exemple clés substituées) à la place de clés à signification externe.

En général, le système va appliquer des conditions filtrantes en se servant de politiques de sécurité pour prioriser les conditions apparaissant dans les requêtes utilisateur. Ceci afin d'éviter d'exposer par inadvertance des données protégées à certaines fonctions utilisateurs qui pourraient ne pas être dignes de confiance. Les fonctions et opérateurs, taggués `LEAKPROOF` par le système (ou l'administrateur système) seront évaluées avant les expressions des politiques et seront considérées comme digne de confiance.

Comme les expressions de politique s'appliquent directement à la requête d'un utilisateur, elles seront lancées avec les droits de cet utilisateur pendant toute la durée de la requête. De ce fait, un utilisateur qui utilise une politique donnée doit pouvoir accéder à toutes les tables et fonctions référencées dans l'expression de vérification, sinon il recevra une erreur du type « permission denied » en essayant d'accéder à une référence dont le niveau de sécurité est activé. Cependant, ceci ne modifie pas le fonctionnement des vues. Comme avec les requêtes classiques et leurs vues, les vérifications des autorisations et politiques des tables référencées par la vue utilisent les droits du propriétaire de la vue, ainsi les politiques s'appliquent sur le propriétaire de la vue.

Des commentaires supplémentaires et des exemples pratiques peuvent être trouvés ici : Section 5.7, « Row Security Policies ».

Compatibilité

`CREATE POLICY` est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

`ALTER POLICY(7)`, `DROP POLICY(7)`, `ALTER TABLE(7)`

Nom

CREATE ROLE — Définir un nouveau rôle de base de données

Synopsis

```
CREATE ROLE nom [ [ WITH ] option [ ... ] ]
```

où *option* peut être :

SUPERUSER NOSUPERUSER		CREATEDB NOCREATEDB		CREATEROLE NOCREATEROLE
INHERIT NOINHERIT		LOGIN NOLOGIN		REPLICATION NOREPLICATION
BYPASSRLS NOBYPASSRLS				
CONNECTION LIMIT <i>limite_connexion</i>				
[ENCRYPTED UNENCRYPTED] PASSWORD ' <i>motdepasse</i> '				
VALID UNTIL ' <i>heuredate</i> '				
IN ROLE <i>nom_role</i> [, ...]				
IN GROUP <i>nom_role</i> [, ...]				
ROLE <i>nom_role</i> [, ...]				
ADMIN <i>nom_role</i> [, ...]				
USER <i>nom_role</i> [, ...]				
SYSID <i>uid</i>				

Description

CREATE ROLE ajoute un nouveau rôle dans une instance PostgreSQL™. Un rôle est une entité qui peut posséder des objets de la base de données et avoir des droits sur la base et ses objets. Il peut être considéré comme un « utilisateur », un « groupe » ou les deux suivant la façon dont il est utilisé. Chapitre 21, Rôles de la base de données et Chapitre 20, Authentification du client donnent de plus amples informations sur la gestion des utilisateurs et l'authentification. Il est nécessaire de posséder le droit CREATEROLE ou d'être superutilisateur pour utiliser cette commande.

Les rôles sont définis au niveau de l'instance, et sont donc disponibles dans toutes les bases de l'instance.

Paramètres

nom

Le nom du nouveau rôle.

SUPERUSER, NOSUPERUSER

Ces clauses définissent si le nouveau rôle est un « superutilisateur » et peut ainsi outrepasser les droits d'accès à la base de données. Le statut de superutilisateur est dangereux et ne doit être utilisé qu'en cas d'absolue nécessité. Seul un superutilisateur peut créer un superutilisateur. NOSUPERUSER est la valeur par défaut.

CREATEDB, NOCREATEDB

Ces clauses précisent le droit de création de bases de données. Si CREATEDB est spécifié, l'autorisation est donnée au rôle. NOCREATEDB, valeur par défaut, produit l'effet inverse.

CREATEROLE, NOCREATEROLE

Ces clauses précisent le droit de création de nouveaux rôles (c'est-à-dire d'exécuter **CREATE ROLE**). Un rôle qui possède le droit CREATEROLE peut aussi modifier ou supprimer d'autres rôles. NOCREATEROLE est la valeur par défaut.

INHERIT, NOINHERIT

Ces clauses précisent si un rôle « hérite » des droits d'un rôle dont il est membre. Un rôle qui possède l'attribut INHERIT peut automatiquement utiliser tout droit détenu par un rôle dont il est membre direct ou indirect. Sans INHERIT, l'appartenance à un autre rôle lui confère uniquement la possibilité d'utiliser SET ROLE pour acquérir les droits de l'autre rôle ; ils ne sont disponibles qu'après cela. INHERIT est la valeur par défaut.

LOGIN, NOLOGIN

Ces clauses précisent si un rôle est autorisé à se connecter, c'est-à-dire si le rôle peut être donné comme nom pour l'autorisation initiale de session à la connexion du client. Un rôle ayant l'attribut LOGIN peut être vu comme un utilisateur.

Les rôles qui ne disposent pas de cet attribut sont utiles pour gérer les droits de la base de données mais ne sont pas des utilisateurs au sens habituel du mot. NOLOGIN est la valeur par défaut, sauf lorsque **CREATE ROLE** est appelé à travers la commande CREATE USER(7).

REPLICATION, NOREPLICATION

Ces clauses déterminent si un rôle est un rôle de réplication. Un rôle doit avoir cet attribut (ou être un superutilisateur) pour être capable de se connecter à un serveur en mode réplication (physique ou logique) et pour être capable de créer ou supprimer des slots de réplication.

BYPASSRLS, NOBYPASSRLS

Ces clauses déterminent si un rôle contourne toute politique de sécurité au niveau ligne (RLS). NOBYPASSRLS est la valeur par défaut. Notez que l'outil pg_dump configure `row_security` à OFF par défaut pour s'assurer que tout le contenu d'une table est sauvegardé. Si l'utilisateur exécutant pg_dump n'a pas les droits appropriés, une erreur est renvoyée. Le superutilisateur et le propriétaire de la table sauvegardée contournent toujours RLS.

CONNECTION LIMIT *limiteconnexion*

Le nombre maximum de connexions concurrentes possibles pour le rôle, s'il possède le droit de connexion. -1 (valeur par défaut) signifie qu'il n'y a pas de limite. Il est à noter que seules les connexions normales sont soumises à cette limite. Les transactions préparées et les connexions des processus worker n'y sont pas soumis.

PASSWORD *motdepasse*

Le mot de passe du rôle. Il n'est utile que pour les rôles ayant l'attribut LOGIN, mais il est possible d'en définir un pour les rôles qui ne l'ont pas. Cette option peut être omise si l'authentification par mot de passe n'est pas envisagée. Si aucun mot de passe n'est spécifié, le mot de passe est NULL et l'authentification par mot de passe échouera toujours pour cet utilisateur. Un mot de passe NULL peut aussi être indiqué explicitement avec PASSWORD NULL.

ENCRYPTED, UNENCRYPTED

Ces mots clés contrôlent le chiffrement du mot de passe stocké dans les catalogues système. En l'absence de précision, le comportement par défaut est déterminé par le paramètre de configuration `password_encryption`. Si le mot de passe présenté est déjà une chaîne chiffrée avec MD5, il est stocké ainsi, quelque soit le mot-clé spécifié, ENCRYPTED ou UNENCRYPTED (le système ne peut pas déchiffrer la chaîne déjà chiffrée). Cela permet de recharger des mots de passe chiffrés lors d'opérations de sauvegarde/restauration.

VALID UNTIL '*dateheure*'

Cette clause configure la date et l'heure de fin de validité du mot de passe. Sans précision, le mot de passe est indéfiniment valide.

IN ROLE *nom_role*

Cette clause liste les rôles dont le nouveau rôle est membre. Il n'existe pas d'option pour ajouter le nouveau rôle en tant que superutilisateur ; cela se fait à l'aide d'une commande **GRANT** séparée.

IN GROUP *nom_role*

IN GROUP est un équivalent obsolète de IN ROLE.

ROLE *nom_role*

Cette clause liste les rôles membres du nouveau rôle. Le nouveau rôle devient ainsi un « groupe ».

ADMIN *nom_role*

Cette clause est équivalente à la clause ROLE, à la différence que les rôles nommés sont ajoutés au nouveau rôle avec l'option WITH ADMIN OPTION. Cela leur confère le droit de promouvoir à d'autres rôles l'appartenance à celui-ci.

USER *nom_role*

USER est un équivalent obsolète de ROLE.

SYSID *uid*

La clause SYSID est ignorée, mais toujours acceptée pour des raisons de compatibilité.

Notes

ALTER ROLE(7) est utilisé pour modifier les attributs d'un rôle, et DROP ROLE(7) pour supprimer un rôle. Tous les attributs positionnés par **CREATE ROLE** peuvent être modifiés par la suite à l'aide de commandes **ALTER ROLE**.

Il est préférable d'utiliser GRANT(7) et REVOKE(7) pour ajouter et supprimer des membres de rôles utilisés comme groupe.

La clause VALID UNTIL définit les date et heure d'expiration du mot de passe uniquement, pas du rôle. En particulier, les date et heure d'expiration ne sont pas vérifiées lors de connexions à l'aide de méthodes d'authentification qui n'utilisent pas les mots de passe.

L'attribut INHERIT gouverne l'héritage des droits conférables (c'est-à-dire les droits d'accès aux objets de la base de données et

les appartenances aux rôles). Il ne s'applique pas aux attributs de rôle configurés par **CREATE ROLE** et **ALTER ROLE**. Par exemple, être membre d'un rôle disposant du droit CREATEDB ne confère pas automatiquement le droit de création de bases de données, même avec `INHERIT` positionné ; il est nécessaire d'acquérir ce rôle via `SET ROLE(7)` avant de créer une base de données.

L'attribut `INHERIT` est la valeur par défaut pour des raisons de compatibilité descendante : dans les précédentes versions de PostgreSQL™, les utilisateurs avaient toujours accès à tous les droits des groupes dont ils étaient membres. Toutefois, `NOINHERIT` est plus respectueux de la sémantique spécifiée dans le standard SQL.

L'attribut `CREATEROLE` impose quelques précautions. Il n'y a pas de concept d'héritage des droits pour un tel rôle. Cela signifie qu'un rôle qui ne possède pas un droit spécifique, mais est autorisé à créer d'autres rôles, peut aisément créer un rôle possédant des droits différents des siens (sauf en ce qui concerne la création des rôles superutilisateurs). Par exemple, si le rôle « u1 » a le droit `CREATEROLE` mais pas le droit `CREATEDB`, il peut toujours créer un rôle possédant le droit `CREATEDB`. Il est de ce fait important de considérer les rôles possédant l'attribut `CREATEROLE` comme des superutilisateurs en puissance.

PostgreSQL™ inclut un programme, `createuser(1)`, qui possède les mêmes fonctionnalités que **CREATE ROLE** (en fait, il appelle cette commande) et peut être lancé à partir du shell.

L'option `CONNECTION LIMIT` n'est vérifiée qu'approximativement. Si deux nouvelles sessions sont lancées à peu près simultanément alors qu'il ne reste qu'un seule possibilité de connexion pour le rôle, il est possible que les deux échouent. De plus, la limite n'est jamais vérifiée pour les superutilisateurs.

Faites attention lorsque vous donnez un mot de passe non chiffré avec cette commande. Le mot de passe sera transmis en clair au serveur. Ce dernier pourrait être tracé dans l'historique des commandes du client ou dans les traces du serveur. Néanmoins, la commande `createuser(1)` transmet le mot de passe chiffré. De plus, `psql(1)` contient une commande `\password` que vous pouvez utiliser pour modifier en toute sécurité votre mot de passe.

Exemples

Créer un rôle qui peut se connecter mais sans lui donner de mot de passe :

```
CREATE ROLE jonathan LOGIN;
```

Créer un rôle avec un mot de passe :

```
CREATE USER davide WITH PASSWORD 'jw8s0F4';
```

(**CREATE USER** est identique à **CREATE ROLE** mais implique l'attribut `LOGIN`.)

Créer un rôle avec un mot de passe valide jusqu'à fin 2006. Une seconde après le passage à 2007, le mot de passe n'est plus valide.

```
CREATE ROLE miriam WITH LOGIN PASSWORD 'jw8s0F4' VALID UNTIL '2007-01-01';
```

Créer un rôle qui peut créer des bases de données et gérer des rôles :

```
CREATE ROLE admin WITH CREATEDB CREATEROLE;
```

Compatibilité

L'instruction **CREATE ROLE** est définie dans le standard SQL. Ce dernier n'impose que la syntaxe

```
CREATE ROLE nom [ WITH ADMIN nom_role ]
```

La possibilité d'avoir plusieurs superutilisateurs initiaux et toutes les autres options de **CREATE ROLE** sont des extensions PostgreSQL™.

Le standard SQL définit les concepts d'utilisateurs et de rôles mais les considère comme des concepts distincts et laisse la spécification des commandes de définition des utilisateurs à l'implémentation de chaque moteur de bases de données. PostgreSQL™ a pris le parti d'unifier les utilisateurs et les rôles au sein d'une même entité. Ainsi, les rôles ont plus d'attributs optionnels que dans le standard.

Le comportement spécifié par le standard SQL peut être approché en donnant aux utilisateurs l'attribut `NOINHERIT` et aux rôles l'attribut `INHERIT`.

Voir aussi

`SET ROLE(7)`, `ALTER ROLE(7)`, `DROP ROLE(7)`, `GRANT(7)`, `REVOKE(7)`, `createuser(1)`

Nom

CREATE RULE — Définir une nouvelle règle de réécriture

Synopsis

```
CREATE [ OR REPLACE ] RULE nom AS ON événement
    TO nom_table [ WHERE condition ]
    DO [ ALSO | INSTEAD ] { NOTHING | commande | ( commande ; commande ... ) }
```

où *événement* fait partie de :

```
SELECT | INSERT | UPDATE | DELETE
```

Description

CREATE RULE définit une nouvelle règle sur une table ou une vue. **CREATE OR REPLACE RULE** crée une nouvelle règle ou remplace la règle si elle existe déjà.

Le système de règles de PostgreSQL™ autorise la définition d'actions alternatives sur les insertions, mises à jour ou suppressions dans les tables. Pour résumer, une règle impose des commandes supplémentaires lors de l'exécution d'une instruction sur une table donnée. Une règle **INSTEAD**, au contraire, permet de remplacer une commande par une autre, voire d'empêcher sa réalisation. Ce sont également les règles qui sont utilisées pour implanter les vues.

Une règle est un mécanisme de transformation de commandes, une « macro ». La transformation intervient avant l'exécution de la commande. Pour obtenir une opération qui s'exécute indépendamment pour chaque ligne physique, il faut utiliser des déclencheurs. On trouvera plus d'informations sur le système des règles dans Chapitre 39, Système de règles.

À l'heure actuelle, les règles **ON SELECT** doivent être des règles **INSTEAD** inconditionnelles. Chacune de leurs actions ne peut être constituée que d'une simple commande **SELECT**. Ainsi, une règle **ON SELECT** a pour résultat la transformation effective d'une table en une vue dont le contenu visible est composé des lignes retournées par la commande **SELECT** de la règle ; ce ne sont pas les lignes stockées dans la table (s'il y en a) qui sont retournées. Le création d'une vue à l'aide de la commande **CREATE VIEW** est toujours préférable à la création d'une table réelle associée à une règle **ON SELECT**.

On peut donner l'illusion d'une vue actualisable (« updatable view ») par la définition de règles **ON INSERT**, **ON UPDATE** et **ON DELETE** (ou tout sous-ensemble de celles-ci) pour remplacer les actions de mises à jour de la vue par des mises à jours des tables adéquates. Si vous voulez supporter **INSERT RETURNING**, alors assurez-vous de placer une clause **RETURNING** adéquate à chacune de ces règles.

Il y a quelques chausse-trappes à éviter lors de l'utilisation de règles conditionnelles pour la mise à jour de vues complexes : à chaque action autorisée sur la vue *doit* correspondre une règle **INSTEAD** inconditionnelle. Si la règle est conditionnelle ou n'est pas une règle **INSTEAD**, alors le système rejette toute tentative de mise à jour, ceci afin d'éviter toute action sur la table virtuelle de la vue. Pour gérer tous les cas utiles à l'aide de règles conditionnelles, il convient d'ajouter une règle inconditionnelle **DO INSTEAD NOTHING** afin de préciser au système qu'il ne recevra jamais de demande de mise à jour d'une table virtuelle. La clause **INSTEAD** des règles conditionnelles peut alors être supprimée ; dans les cas où ces règles s'appliquent, l'action **INSTEAD NOTHING** est utilisée. (Néanmoins, cette méthode ne fonctionne pas actuellement avec les requêtes **RETURNING**.)



Note

Une vue qui est suffisamment simple pour être modifiable automatiquement (voir **CREATE VIEW(7)**) ne nécessite pas un règle utilisateur pour être modifiable. Bien que vous puissiez de toute façon créer une règle, la transformation automatique de la mise à jour sera généralement plus performante qu'une règle explicite.

Une autre alternative à considérer est l'utilisateur des triggers **INSTEAD OF** (voir **CREATE TRIGGER(7)**) à la place des règles.

Paramètres

nom

Le nom de la règle à créer. Elle doit être distincte du nom de toute autre règle sur la même table. Les règles multiples sur la même table et le même type d'événement sont appliquées dans l'ordre alphabétique des noms.

événement

SELECT, INSERT, UPDATE ou DELETE. Notez qu'un **INSERT** contenant une clause ON CONFLICT ne peut pas être utilisé sur des tables ayant une règle INSERT ou UPDATE. Utilisez plutôt une vue modifiable automatiquement.

nom_table

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de la table ou de la vue sur laquelle s'applique la règle.

condition

Toute expression SQL conditionnelle (renvoyant un type boolean). L'expression de la condition ne peut pas faire référence à une table autre que NEW ou OLD ni contenir de fonction d'agrégat.

INSTEAD

Les commandes sont exécutées à la place de la commande originale.

ALSO

Les commandes sont exécutées en plus de la commande originale.

En l'absence de ALSO et de INSTEAD, ALSO est utilisé par défaut.

commande

Commande(s) réalisant l'action de la règle. Les commandes valides sont **SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE** ou **NOTIFY**.

À l'intérieur d'une *condition* ou d'une *commande*, les noms des tables spéciales NEW et OLD peuvent être utilisés pour faire référence aux valeurs de la table référencée. NEW peut être utilisé dans les règles ON INSERT et ON UPDATE pour faire référence à la nouvelle ligne lors d'une insertion ou à la nouvelle valeur de la ligne lors d'une mise à jour. OLD est utilisé dans les règles ON UPDATE et ON DELETE pour référencer la ligne existante avant modification ou suppression.

Notes

Vous devez être le propriétaire de la table à créer ou sur laquelle vous ajoutez des règles.

Dans une règle pour l'action INSERT, UPDATE ou DELETE sur une vue, vous pouvez ajouter une clause RETURNING qui émet les colonnes de la vue. Cette clause sera utilisée pour calculer les sorties si la règle est déclenchée respectivement par une commande **INSERT RETURNING**, **UPDATE RETURNING** ou **DELETE RETURNING**. Quand la règle est déclenchée par une commande sans clause RETURNING, la clause RETURNING de la règle est ignorée. L'implémentation actuelle autorise seulement des règles INSTEAD sans condition pour contenir RETURNING ; de plus, il peut y avoir au plus une clause RETURNING parmi toutes les règles pour le même événement. (Ceci nous assure qu'il y a seulement une clause RETURNING candidate utilisée pour calculer les résultats.) Les requêtes RETURNING sur la vue seront rejetées s'il n'existe pas de clause RETURNING dans une des règles disponibles.

Une attention particulière doit être portée aux règles circulaires. Ainsi dans l'exemple suivant, bien que chacune des deux définitions de règles soit acceptée par PostgreSQL™, la commande **SELECT** produira une erreur à cause de l'expansion récursive de la règle :

```
CREATE RULE "_RETURN" AS
  ON SELECT TO t1
  DO INSTEAD
    SELECT * FROM t2;

CREATE RULE "_RETURN" AS
  ON SELECT TO t2
  DO INSTEAD
    SELECT * FROM t1;

SELECT * FROM t1;
```

Actuellement, si l'action d'une règle contient une commande **NOTIFY**, cette commande est exécutée sans condition, c'est-à-dire que **NOTIFY** est déclenché même si la règle ne s'applique à aucune ligne. Par exemple, dans :

```
CREATE RULE notify_me AS ON UPDATE TO matable DO ALSO NOTIFY matable;
UPDATE matable SET name = 'foo' WHERE id = 42;
```

un événement **NOTIFY** est lancé durant un **UPDATE**, qu'il y ait ou non des lignes satisfaisant la condition `id = 42`. Cette restriction pourrait être corrigée dans les prochaines versions.

Compatibilité

CREATE RULE est une extension PostgreSQL™, tout comme l'est le système complet de réécriture de requêtes.

Voir aussi

ALTER RULE(7), DROP RULE(7)

Nom

CREATE SCHEMA — Définir un nouveau schéma

Synopsis

```
CREATE SCHEMA nom_schéma [ AUTHORIZATION spécification_rôle ] [ élément_schéma [ ... ] ]
CREATE SCHEMA AUTHORIZATION spécification_rôle [ élément_schéma [ ... ] ]
CREATE SCHEMA IF NOT EXISTS nom_schéma [ AUTHORIZATION spécification_rôle ]
CREATE SCHEMA IF NOT EXISTS AUTHORIZATION spécification_rôle
```

où *spécification_rôle* peut valoir :

[GROUP] <i>user_name</i>		CURRENT_USER
		SESSION_USER

Description

CREATE SCHEMA crée un nouveau schéma dans la base de données. Le nom du schéma doit être unique au sein de la base de données.

Un schéma est essentiellement un espace de noms : il contient des objets nommés (tables, types de données, fonctions et opérateurs) dont les noms peuvent être identiques à ceux d'objets d'autres schémas. Les objets nommés sont accessibles en préfixant leur nom de celui du schéma (on dit alors que le nom est « qualifié » du nom du schéma), ou par la configuration d'un chemin de recherche incluant le(s) schéma(s) désiré(s). Une commande **CREATE** qui spécifie un objet non qualifié crée l'objet dans le schéma courant (le premier dans le chemin de recherche, obtenu par la fonction `current_schema`).

CREATE SCHEMA peut éventuellement inclure des sous-commandes de création d'objets dans le nouveau schéma. Les sous-commandes sont traitées à la façon de commandes séparées lancées après la création du schéma. La différence réside dans l'utilisation de la clause AUTHORIZATION. Dans ce cas, l'utilisateur est propriétaire de tous les objets créés.

Paramètres

nom_schéma

Le nom du schéma à créer. S'il est oublié, le paramètre *nomutilisateur* est utilisé comme nom de schéma. Le nom ne peut pas débuter par `pg_`, ces noms étant réservés aux schémas du système.

nom_utilisateur

Le nom de l'utilisateur à qui appartient le schéma. Par défaut, il s'agit de l'utilisateur qui exécute la commande. Pour créer un schéma dont le propriétaire est un autre rôle, vous devez être un membre direct ou indirect de ce rôle, ou être un superutilisateur.

élément_schéma

Une instruction SQL qui définit un objet à créer dans le schéma. À ce jour, seules **CREATE TABLE**, **CREATE VIEW**, **CREATE SEQUENCE**, **CREATE TRIGGER** et **GRANT** peuvent être utilisées dans la commande **CREATE SCHEMA**. Les autres types d'objets sont créés dans des commandes séparées après la création du schéma.

IF NOT EXISTS

Ne rien faire (en dehors de l'envoi d'un message d'avertissement) si un schéma de même nom existe déjà. Les sous-commandes *élément_schéma* ne peuvent pas être utilisées quand cette option est indiquée.

Notes

Pour créer un schéma, l'utilisateur doit avoir le droit **CREATE** sur la base de données. (Les superutilisateurs contournent cette vérification.)

Exemples

Créer un schéma :

```
CREATE SCHEMA mon_schema;
```

Créer un schéma pour l'utilisateur joe, schéma nommé joe :

```
CREATE SCHEMA AUTHORIZATION joe;
```

Créer un schéma nommé test dont le propriétaire sera l'utilisateur joe, sauf s'il existe déjà un schéma test (peu importe si joe est le propriétaire du schéma existant).

```
CREATE SCHEMA IF NOT EXISTS test AUTHORIZATION joe;
```

Créer un schéma et lui ajouter une table et une vue :

```
CREATE SCHEMA hollywood
  CREATE TABLE films (titre text, sortie date, recompenses text[])
  CREATE VIEW gagnants AS
    SELECT titre, sortie FROM films WHERE recompenses IS NOT NULL;
```

Les sous-commandes ne sont pas terminées par un point-virgule.

La même chose, autre écriture :

```
CREATE SCHEMA hollywood;
CREATE TABLE hollywood.films (titre text, sortie date, recompenses text[]);
CREATE VIEW hollywood.gagnants AS
  SELECT titre, sortie FROM hollywood.films WHERE recompenses IS NOT NULL;
```

Compatibilité

Le standard SQL autorise une clause DEFAULT CHARACTER SET dans **CREATE SCHEMA**, et des types de sous-commandes en plus grand nombre que ceux supportés actuellement par PostgreSQL™.

Le standard SQL n'impose pas d'ordre d'apparition des sous-commandes dans **CREATE SCHEMA**. L'implantation actuelle de PostgreSQL™ ne gère pas tous les cas de références futures dans les sous-commandes. Il peut s'avérer nécessaire de réordonner les sous-commandes pour éviter ces références.

Dans le standard SQL, le propriétaire d'un schéma est également propriétaire de tous les objets qui s'y trouvent. PostgreSQL™ permet à un schéma de contenir des objets qui n'appartiennent pas à son propriétaire. Cela n'est possible que si le propriétaire du schéma transmet le privilège CREATE sur son schéma ou si un superutilisateur choisir d'y créer des objets.

La clause IF NOT EXISTS est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[ALTER SCHEMA\(7\)](#), [DROP SCHEMA\(7\)](#)

Nom

CREATE SEQUENCE — Définir un nouveau générateur de séquence

Synopsis

```
CREATE [ TEMPORARY | TEMP ] SEQUENCE [ IF NOT EXISTS ] nom [ INCREMENT [ BY ]
incrément ]
[ MINVALUE valeurmin | NO MINVALUE ]
[ MAXVALUE valeurmax | NO MAXVALUE ]
[ START [ WITH ] début ]
[ CACHE cache ]
[ [ NO ] CYCLE ]
[ OWNED BY { nom_table.nom_colonne | NONE } ]
```

Description

CREATE SEQUENCE crée un nouveau générateur de séquence de nombres. Cela implique la création et l'initialisation d'une nouvelle table à une seule ligne nommée *nom*. Le générateur appartient à l'utilisateur qui exécute la commande.

Si un nom de schéma est donné, la séquence est créée dans le schéma spécifié. Sinon, elle est créée dans le schéma courant. Les séquences temporaires existent dans un schéma spécial, il n'est donc pas utile de préciser un nom de schéma lors de la création d'une séquence temporaire. Le nom de la séquence doit être distinct du nom de toute autre séquence, table, index, vue ou table distante du schéma.

Après la création d'une séquence, les fonctions `nextval`, `currval` et `setval` sont utilisées pour agir sur la séquence. Ces fonctions sont documentées dans Section 9.16, « Fonctions de manipulation de séquences ».

Bien qu'il ne soit pas possible de mettre à jour une séquence en accédant directement à la table, une requête telle que :

```
SELECT * FROM nom;
```

peut être utilisée pour examiner les paramètres et l'état courant d'une séquence. En particulier, le champ `last_value` affiche la dernière valeur allouée par une session. (Cette valeur peut être rendue obsolète à l'affichage par des appels effectifs de `nextval` dans des sessions concurrentes.)

Paramètres

TEMPORARY ou TEMP

Si ce paramètre est spécifié, l'objet séquence n'est créé que pour la session en cours et est automatiquement supprimé lors de la sortie de session. Les séquences permanentes portant le même nom ne sont pas visibles (dans cette session) tant que la séquence temporaire existe, sauf à être référencées par les noms qualifiés du schéma.

IF NOT EXISTS

Ne renvoie pas une erreur si une relation de même nom existe déjà. Un message d'avertissement est renvoyé dans ce cas. Notez qu'il n'y a aucune garantie que la relation existante ressemble à la séquence qui aurait été créée. Il est même possible que cela ne soit pas une séquence.

nom

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de la séquence à créer.

incrément

La clause optionnelle `INCREMENT BY` *incrément* précise la valeur à ajouter à la valeur courante de la séquence pour créer une nouvelle valeur. Une valeur positive crée une séquence ascendante, une valeur négative une séquence descendante. 1 est la valeur par défaut.

valeurmin, NO MINVALUE

La clause optionnelle `MINVALUE` *valeurmin* détermine la valeur minimale de la séquence. Si cette clause n'est pas fournie ou si `NO MINVALUE` est spécifié, alors les valeurs par défaut sont utilisées. Ces valeurs sont, respectivement, 1 et $-2^{63}-1$ pour les séquences ascendantes et descendantes.

valeurmax, NO MAXVALUE

La clause optionnelle `MAXVALUE` *valeurmax* détermine la valeur maximale de la séquence. Si cette clause n'est pas fournie ou si `NO MAXVALUE` est spécifié, alors les valeurs par défaut sont utilisées. Ces valeurs sont, respectivement, $2^{63}-1$ et -1 pour les séquences ascendantes et descendantes.

début

La clause optionnelle START WITH *début* permet à la séquence de démarrer n'importe où. La valeur de début par défaut est *valeurmin* pour les séquences ascendantes et *valeurmax* pour les séquences descendantes.

cache

La clause optionnelle CACHE *cache* spécifie le nombre de numéros de séquence à préallouer et stocker en mémoire pour un accès plus rapide. 1 est la valeur minimale (une seule valeur est engendrée à la fois, soit pas de cache) et la valeur par défaut.

CYCLE, NO CYCLE

L'option CYCLE autorise la séquence à recommencer au début lorsque *valeurmax* ou *valeurmin* sont atteintes, respectivement, par une séquence ascendante ou descendante. Si la limite est atteinte, le prochain nombre engendré est respectivement *valeurmin* ou *valeurmax*.

Si NO CYCLE est spécifié, tout appel à nextval alors que la séquence a atteint la valeur maximale (dans le cas d'une séquence ascendante) ou la valeur minimale (dans l'autre cas) retourne une erreur. En l'absence de précision, NO CYCLE est la valeur par défaut.

OWNED BY nom_table.nom_colonne, OWNED BY NONE

L'option OWNED BY permet d'associer la séquence à une colonne de table spécifique. De cette façon, la séquence sera automatiquement supprimée si la colonne (ou la table entière) est supprimée. La table indiquée doit avoir le même propriétaire et être dans le même schéma que la séquence. OWNED BY NONE, valeur par défaut, indique qu'il n'y a pas d'association.

Notes

DROP SEQUENCE est utilisé pour supprimer une séquence.

Les séquences sont fondées sur l'arithmétique bigint, leur échelle ne peut donc pas excéder l'échelle d'un entier sur huit octets (-9223372036854775808 à 9223372036854775807).

Comme les appels à nextval et setval ne sont jamais annulés, les objets séquences ne peuvent pas être utilisés si des affectations « sans trous » sont nécessaires. Il est possible de construire une affectation sans trou en utilisant des verrous exclusifs sur une table contenant un compteur. Cependant, cette solution est bien plus coûteuse que les objets séquences, tout spécialement si un grand nombre de transactions ont besoin de numéro de séquence en parallèle.

Des résultats inattendus peuvent être obtenus dans le cas d'un paramétrage de *cache* supérieur à un pour une séquence utilisée concurrentiellement par plusieurs sessions. Chaque session alloue et cache des valeurs de séquences successives lors d'un accès à la séquence et augmente en conséquence la valeur de *last_value*. Les *cache*-1 appels suivants de nextval au cours de la session session retourne simplement les valeurs préallouées sans toucher à la séquence. De ce fait, tout nombre alloué mais non utilisé au cours d'une session est perdu à la fin de la session, créant ainsi des « trous » dans la séquence.

De plus, bien qu'il soit garanti que des sessions différentes engendrent des valeurs de séquence distinctes, si l'on considère toutes les sessions, les valeurs peuvent ne pas être engendrées séquentiellement. Par exemple, avec un paramétrage du *cache* à 10, la session A peut réserver les valeurs 1..10 et récupérer nextval=1 ; la session B peut alors réserver les valeurs 11..20 et récupérer nextval=11 avant que la session A n'ait engendré nextval=2. De ce fait, un paramétrage de *cache* à un permet d'assumer que les valeurs retournées par nextval sont engendrées séquentiellement ; avec un *cache* supérieur, on ne peut qu'assumer que les valeurs retournées par nextval sont tous distinctes, non qu'elles sont réellement engendrées séquentiellement. De plus, *last_value* reflète la dernière valeur réservée pour toutes les sessions, que nextval ait ou non retourné cette valeur.

D'autre part, setval exécuté sur une telle séquence n'est pas pris en compte par les autres sessions avant qu'elle n'aient utilisé toutes les valeurs préallouées et cachées.

Exemples

Créer une séquence ascendante appelée *serie*, démarrant à 101 :

```
CREATE SEQUENCE serie START 101;
```

Sélectionner le prochain numéro de cette séquence :

```
SELECT nextval('serie');

nextval
-----
101
```

Récupérer le prochain numéro d'une séquence :

```
SELECT nextval('serial');

nextval
-----
 102
```

Utiliser cette séquence dans une commande **INSERT** :

```
INSERT INTO distributors VALUES (nextval('serie'), 'nothing');
```

Mettre à jour la valeur de la séquence après un **COPY FROM** :

```
BEGIN;
COPY distributeurs FROM 'fichier_entrees';
SELECT setval('serie', max(id)) FROM distributeurs;
END;
```

Compatibilité

CREATE SEQUENCE est conforme au standard SQL, exception faites des remarques suivantes :

- L'expression standard AS *type donnée* n'est pas supportée.
- Obtenir la prochaine valeur se fait en utilisant la fonction `nextval()` au lieu de l'expression standard **NEXT VALUE FOR**.
- La clause `OWNED BY` est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[ALTER SEQUENCE\(7\)](#), [DROP SEQUENCE\(7\)](#)

Nom

CREATE SERVER — Définir un nouveau serveur distant

Synopsis

```
CREATE SERVER nom_serveur [ TYPE 'type_serveur' ] [ VERSION 'version_serveur' ]
    FOREIGN DATA WRAPPER nom_fdw
    [ OPTIONS ( option valeur [ , ... ] ) ]
```

Description

CREATE SERVER définit un nouveau serveur de données distantes. L'utilisateur qui définit le serveur devient son propriétaire.

Un serveur distant englobe typiquement des informations de connexion qu'un wrapper de données distantes utilise pour accéder à une ressource externe de données. Des informations de connexions supplémentaires spécifiques à l'utilisateur pourraient être fournies par l'intermédiaire des correspondances d'utilisateur.

Le nom du serveur doit être unique dans la base de données.

La création d'un serveur nécessite d'avoir le droit USAGE sur le wrapper de données distant qui est utilisé.

Paramètres

nom_serveur

Nom du serveur de données distant qui sera créé.

type_serveur

Type de serveur (optionnel), potentiellement utile pour les wrappers de données distantes.

version_serveur

Version du serveur (optionnel), potentiellement utile pour les wrappers de données distantes.

nom_fdw

Nom du wrapper de données distantes qui gère le serveur.

OPTIONS (*option valeur* [, ...])

Cette clause spécifie les options pour le serveur. Typiquement, les options définissent les détails de connexion au serveur, mais les noms et valeurs réelles dépendent du wrapper de données distantes du serveur.

Notes

Lors de l'utilisation du module dblink, le nom du serveur distant peut être utilisé comme argument de la fonction dblink_connect(3) pour indiquer les paramètres de connexion. Il est nécessaire de disposer du droit USAGE sur le serveur distant pour être capable de l'utiliser de cette façon.

Exemples

Créer un serveur monserveur qui utilise le wrapper de données distantes postgres_fdw :

```
CREATE SERVER monserver FOREIGN DATA WRAPPER postgres_fdw OPTIONS (host 'truc',
dbname 'trucdb', port '5432');
```

Voir postgres_fdw pour plus de détails.

Créer un serveur monserveur qui utilise le wrapper de données distantes pgsql :

```
CREATE SERVER monserveur FOREIGN DATA WRAPPER pgsql OPTIONS (host 'truc', dbname
'trucdb', port '5432');
```

Compatibilité

CREATE SERVER est conforme à ISO/IEC 9075-9 (SQL/MED).

Voir aussi

ALTER SERVER(7), DROP SERVER(7), CREATE FOREIGN DATA WRAPPER(7), CREATE FOREIGN TABLE(7),
CREATE USER MAPPING(7)

Nom

CREATE TABLE — Définir une nouvelle table

Synopsis

```
CREATE [ [ GLOBAL | LOCAL ] { TEMPORARY | TEMP } | UNLOGGED ] TABLE [ IF NOT EXISTS ]
nom_table ( [
  { nom_colonne type_donnees [ COLLATE collation ] [ contrainte_colonne [ ... ] ]
    | contrainte_table
    | LIKE table_source [ option_like ... ] }
  [ , ... ]
] )
[ INHERITS ( table_parent [ , ... ] ) ]
[ WITH ( parametre_stockage [= valeur] [ , ... ] ) | WITH OIDS | WITHOUT OIDS ]
[ ON COMMIT { PRESERVE ROWS | DELETE ROWS | DROP } ]
[ TABLESPACE nom_tablespace ]
```



```
CREATE [ [ GLOBAL | LOCAL ] { TEMPORARY | TEMP } | UNLOGGED ] TABLE nom_table
      OF nom_type [ (
        { nom_colonne WITH OPTIONS [ contrainte_colonne [ ... ] ]
          | contrainte_table }
        [ , ... ]
      ) ]
[ WITH ( parametre_stockage [= valeur] [ , ... ] ) | WITH OIDS | WITHOUT OIDS ]
[ ON COMMIT { PRESERVE ROWS | DELETE ROWS | DROP } ]
[ TABLESPACE nom_tablespace ]
```

où *contrainte_colonne*
peut être :

```
[ CONSTRAINT nom_contrainte ]
{ NOT NULL | NULL |
  CHECK ( expression ) [ NO INHERIT ] |
  DEFAULT expression_par_défaut |
  UNIQUE parametres_index |
  PRIMARY KEY parametres_index |
  EXCLUDE [ USING methode_index ] ( élément_exclude WITH opérateur [ , ... ] )
paramètres_index [ WHERE ( prédicat ) ] |
  REFERENCES table_reference [ ( colonne_reference ) ] [ MATCH FULL
| MATCH PARTIAL | MATCH SIMPLE ]
    [ ON DELETE action ] [ ON UPDATE action ] }
[ DEFERRABLE | NOT DEFERRABLE ] [ INITIALLY DEFERRED | INITIALLY IMMEDIATE ]
```

et *option_like* peut
valoir :

```
{ INCLUDING | EXCLUDING } { DEFAULTS | CONSTRAINTS | INDEXES | STORAGE | COMMENTS |
ALL }
```

et *contrainte_table* :

```
[ CONSTRAINT nom_contrainte ]
{ UNIQUE ( nom_colonne [ , ... ] ) parametres_index |
  PRIMARY KEY ( nom_colonne [ , ... ] ) parametres_index |
  CHECK ( expression ) [ NO INHERIT ] |
  FOREIGN KEY ( nom_colonne [ , ... ]
) REFERENCES table_reference [ (
colonne_reference [ , ... ] ) ]
    [ MATCH FULL | MATCH PARTIAL | MATCH SIMPLE ] [ ON DELETE action ] [ ON UPDATE
action ] }
[ DEFERRABLE | NOT DEFERRABLE ] [ INITIALLY DEFERRED | INITIALLY IMMEDIATE ]
```

Les *paramètres_index* dans les
contraintes UNIQUE, PRIMARY KEY et
EXCLUDE sont :

```
[ WITH ( paramètre_stockage [= valeur] [ , ... ] ) ]
```

```
[ USING INDEX TABLESPACE nom_tablespace ]
exclude_element dans une
contrainte EXCLUDE peut valoir :
{ nom_colonne | ( expression ) } [ opclass ] [ ASC | DESC ] [ NULLS { FIRST | LAST } ]
```

Description

CREATE TABLE crée une nouvelle table initialement vide dans la base de données courante. La table appartient à l'utilisateur qui exécute cette commande.

Si un nom de schéma est donné (par exemple, `CREATE TABLE monschéma.matable ...`), alors la table est créée dans le schéma spécifié. Dans le cas contraire, elle est créée dans le schéma courant. Les tables temporaires existent dans un schéma spécial, il n'est donc pas nécessaire de fournir un nom de schéma lors de la création d'une table temporaire. Le nom de la table doit être distinct du nom des autres tables, séquences, index, vues ou tables distantes dans le même schéma.

CREATE TABLE crée aussi automatiquement un type de données qui représente le type composé correspondant à une ligne de la table. Ainsi, les tables doivent avoir un nom distinct de tout type de données du même schéma.

Les clauses de contrainte optionnelles précisent les contraintes (ou tests) que les nouvelles lignes ou les lignes mises à jour doivent satisfaire pour qu'une opération d'insertion ou de mise à jour réussisse. Une contrainte est un objet SQL qui aide à définir l'ensemble des valeurs valides de différentes façons.

Il existe deux façons de définir des contraintes : celles de table et celles de colonnes. Une contrainte de colonne fait partie de la définition de la colonne. Une définition de contrainte de tables n'est pas liée à une colonne particulière et peut englober plusieurs colonnes. Chaque contrainte de colonne peut être écrite comme une contrainte de table ; une contrainte de colonne n'est qu'un outil de notation utilisé lorsque la contrainte n'affecte qu'une colonne.

Pour pouvoir créer une table, vous devez avoir le droit `USAGE` sur les types de chaque colonne ou sur le type indiqué dans la clause `OF`.

Paramètres

TEMPORARY ou TEMP

La table est temporaire. Les tables temporaires sont automatiquement supprimées à la fin d'une session ou, optionnellement, à la fin de la transaction en cours (voir **ON COMMIT** ci-dessous). Les tables permanentes qui portent le même nom ne sont pas visibles dans la session courante tant que la table temporaire existe sauf s'il y est fait référence par leur nom qualifié du schéma. Tous les index créés sur une table temporaire sont automatiquement temporaires.

Le démon autovacuum ne peut pas accéder et, du coup, ne peut pas exécuter un `VACUUM` ou un `ANALYZE` sur les tables temporaires. Pour cette raison, les opérations `VACUUM` et `ANALYZE` doivent être traitées via des commandes SQL de session. Par exemple, si une table temporaire doit être utilisée dans des requêtes complexes, il est raisonnable d'exécuter `ANALYZE` sur la table temporaire après qu'elle ait été peuplée.

On peut éventuellement écrire `GLOBAL` ou `LOCAL` avant `TEMPORARY` ou `TEMP`. Cela ne fait pas de différence dans PostgreSQL™ (cf. Cela ne fait actuellement pas de différence dans PostgreSQL™ et est obsolète ; voir la section intitulée « Compatibilité »).

UNLOGGED

Si spécifié, la table est créée en tant que table non tracée. Les données écrites dans ce type de table ne sont pas écrites dans les journaux de transactions (voir Chapitre 30, Fiabilité et journaux de transaction), ce qui les rend considérablement plus rapides que les tables ordinaires. Néanmoins, elles ne sont pas sûres en cas d'arrêt brutal : une table non tracée est automatiquement vidée après un arrêt brutal. Le contenu d'une table non tracée n'est pas répliqué vers les serveurs en attente. Tout index créé sur une table non tracée est aussi automatiquement non tracé.

IF NOT EXISTS

N'affiche pas d'erreur si une relation de même nom existe déjà. Un message de niveau notice est retourné dans ce cas. Notez qu'il n'existe aucune garantie que la relation existante ressemble à celle qui devait être créée..

nom_table

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de la table à créer.

OF *nom_type*

Crée une *table typée*, qui prend sa structure à partir du type composite spécifié (son nom peut être qualifié du schéma). Une table typée est liée à son type ; par exemple, la table sera supprimée si le type est supprimé (avec `DROP TYPE ... CASCADE`).

Quand une table typée est créée, les types de données des colonnes sont déterminés par le type composite sous-jacent et ne sont pas indiqués par la commande `CREATE TABLE`. Mais la commande `CREATE TABLE` peut ajouter des valeurs par défaut et des contraintes à la table. Elle peut aussi indiquer des paramètres de stockage.

nom_colonne

Le nom d'une colonne de la nouvelle table.

type_données

Le type de données de la colonne. Cela peut inclure des spécificateurs de tableaux. Pour plus d'informations sur les types de données supportés par PostgreSQL™, on se référera à Chapitre 8, Types de données.

`COLLATE collation`

La clause `COLLATE` affecte un collationnement à une colonne (qui doit être d'un type de données collationnable). Sans information, le collationnement par défaut du type de données de la colonne est utilisé.

`INHERITS (table_parent [, ...])`

La clause optionnelle `INHERITS` indique une liste de tables dont les colonnes sont automatiquement héritées par la nouvelle table. Les tables parents peuvent être des tables standards ou des tables distantes.

L'utilisation d'`INHERITS` crée une relation persistante entre la nouvelle table enfant et sa table parent. Les modifications de schéma du(des) parent(s) se propagent normalement aux enfants et, par défaut, les données de la table enfant sont incluses dans les parcours de(s) parent(s).

Si un même nom de colonne existe dans plusieurs tables parentes, une erreur est rapportée, à moins que les types de données des colonnes ne correspondent dans toutes les tables parentes. S'il n'y a pas de conflit, alors les colonnes dupliquées sont assemblées pour former une seule colonne dans la nouvelle table. Si la liste des noms de colonnes de la nouvelle table contient un nom de colonne hérité, le type de données doit correspondre à celui des colonnes héritées et les définitions des colonnes sont fusionnées. Si la nouvelle table spécifie explicitement une valeur par défaut pour la colonne, cette valeur surcharge toute valeur par défaut héritée. Dans le cas contraire, les parents qui spécifient une valeur par défaut doivent tous spécifier la même, sans quoi une erreur est rapportée.

Les contraintes `CHECK` sont fusionnées, dans les grandes lignes, de la même façon que les colonnes : si des tables parentes multiples et/ou la nouvelle définition de table contient des contraintes `CHECK` de même nom, ces contraintes doivent toutes avoir la même expression de vérification, ou une erreur sera retournée. Les contraintes qui ont le même nom et la même expression seront fusionnées en une seule. Une contrainte marquée `NO INHERIT` dans une table parent ne sera pas prise en compte. Notez qu'une contrainte `CHECK` non nommée dans la nouvelle table ne sera jamais fusionnée puisqu'un nom unique lui sera toujours affecté.

Les paramètres `STORAGE` de la colonne sont aussi copiés des tables parents.

`LIKE table_source [option_like ...]`

La clause `LIKE` spécifie une table à partir de laquelle la nouvelle table copie automatiquement tous les noms de colonnes, leur types de données et les contraintes non `NULL`.

Contrairement à `INHERITS`, la nouvelle table et la table originale sont complètement découpées à la fin de la création. Les modifications sur la table originale ne sont pas appliquées à la nouvelle table et les données de la nouvelle table sont pas prises en compte lors du parcours de l'ancienne table.

Les expressions par défaut des définitions de colonnes ne seront copiées que si `INCLUDING DEFAULTS` est spécifié. Le comportement par défaut les exclut, ce qui conduit à des valeurs par défaut `NULL` pour les colonnes copiées de la nouvelle table. Notez que copier les valeurs par défaut appelant des fonctions de modification de la base de données, comme `next_val`, pourraient créer un lien fonctionnel entre les tables originale et nouvelle.

Les contraintes `NOT NULL` sont toujours copiées sur la nouvelle table. Les contraintes `CHECK` sont copiées seulement si la clause `INCLUDING CONSTRAINTS` est précisée. Aucune distinction n'est faite entre les contraintes au niveau colonne et les contraintes au niveau table.

Les index, les contraintes `PRIMARY KEY`, `UNIQUE` et `EXCLUDE` sur la table originale seront créés sur la nouvelle table seulement si la clause `INCLUDING INDEXES` est spécifiée. Les noms des nouveaux index et des nouvelles contraintes sont choisis suivant les règles par défaut, quelque soit la façon dont les originaux étaient appelés. (Ce comportement évite les potentiels échecs de nom dupliqué pour les nouveaux index.)

Des paramètres `STORAGE` pour les définitions de la colonne copiée seront seulement copiés si `INCLUDING STORAGE` est spécifié. Le comportement par défaut est d'exclure des paramètres `STORAGE`, résultant dans les colonnes copiées dans la nouvelle table ayant des paramètres par défaut spécifiques par type. Pour plus d'informations sur `STORAGE`, voir Section 65.2, « TOAST ».

Les commentaires pour les colonnes, contraintes et index copiés seront seulement copiés si `INCLUDING COMMENTS` est spécifié. Le comportement par défaut est d'exclure les commentaires, ce qui résulte dans des colonnes et contraintes copiées

dans la nouvelle table mais sans commentaire.

`INCLUDING ALL` est une forme abrégée de `INCLUDING DEFAULTS INCLUDING CONSTRAINTS INCLUDING INDEXES INCLUDING STORAGE INCLUDING COMMENTS`.

Contrairement à `INHERITS`, les colonnes et les contraintes copiées par `LIKE` ne sont pas assemblées avec des colonnes et des contraintes nommées de façon similaire. Si le même nom est indiqué explicitement ou dans une autre clause `LIKE`, une erreur est rapportée.

La clause `LIKE` peut aussi être utilisée pour copier les définitions de colonne des vues, tables distantes et types composites. Les options inapplicables (comme `INCLUDING INDEXES` à partir d'une vue) sont ignorées.

`CONSTRAINT nom_constrainte`

Le nom optionnel d'une contrainte de colonne ou de table. Si la contrainte est violée, le nom de la contrainte est présente dans les messages d'erreur. Donc les noms de contraintes comme `col` doit être positive peuvent être utilisés pour communiquer des informations utiles aux applications clients. (Des doubles guillemets sont nécessaires pour indiquer les noms des contraintes qui contiennent des espaces.) Si un nom de contrainte n'est pas donné, le système en crée un.

`NOT NULL`

Interdiction des valeurs `NULL` dans la colonne.

`NULL`

Les valeurs `NULL` sont autorisées pour la colonne. Comportement par défaut.

Cette clause n'est fournie que pour des raisons de compatibilité avec les bases de données SQL non standard. Son utilisation n'est pas encouragée dans les nouvelles applications.

`CHECK (expression) [NO INHERIT]`

La clause `CHECK` spécifie une expression de résultat booléen que les nouvelles lignes ou celles mises à jour doivent satisfaire pour qu'une opération d'insertion ou de mise à jour réussisse. Les expressions de résultat `TRUE` ou `UNKNOWN` réussissent. Si une des lignes de l'opération d'insertion ou de mise à jour produit un résultat `FALSE`, une exception est levée et la base de données n'est pas modifiée. Une contrainte de vérification sur une colonne ne fait référence qu'à la valeur de la colonne tandis qu'une contrainte sur la table fait référence à plusieurs colonnes.

Actuellement, les expressions `CHECK` ne peuvent ni contenir des sous-requêtes ni faire référence à des variables autres que les colonnes de la ligne courante. La colonne système `tableoid` peut être référencé contrairement aux autres colonnes systèmes.

Une contrainte marquée `NO INHERIT` ne sera pas propagée aux tables filles.

Quand une table a plusieurs contraintes `CHECK`, elles seront testées pour chaque ligne dans l'ordre alphabétique de leur nom, après la vérification des contraintes `NOT NULL`. (Les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 9.5 ne respectaient pas d'ordre de déclenchement particulier pour les contraintes `CHECK`.)

`DEFAULT expression_par_défaut`

La clause `DEFAULT`, apparaissant dans la définition d'une colonne, permet de lui affecter une valeur par défaut. La valeur est une expression libre de variable (les sous-requêtes et références croisées aux autres colonnes de la table courante ne sont pas autorisées). Le type de données de l'expression par défaut doit correspondre au type de données de la colonne.

L'expression par défaut est utilisée dans les opérations d'insertion qui ne spécifient pas de valeur pour la colonne. S'il n'y a pas de valeur par défaut pour une colonne, elle est `NULL`.

`UNIQUE (contrainte de colonne), UNIQUE (nom_colonne [, ...]) (contrainte de table)`

La contrainte `UNIQUE` indique qu'un groupe d'une ou plusieurs colonnes d'une table ne peut contenir que des valeurs uniques. Le comportement de la contrainte de table unique est le même que celui des contraintes de colonnes avec la capacité supplémentaire de traiter plusieurs colonnes.

Pour une contrainte unique, les valeurs `NULL` ne sont pas considérées comme égales.

Chaque contrainte unique de table doit nommer un ensemble de colonnes qui est différent de l'ensemble de colonnes nommées par toute autre contrainte unique ou de clé primaire définie pour la table. (Sinon elle ne ferait que lister la même contrainte deux fois.)

`PRIMARY KEY (contrainte de colonne), PRIMARY KEY (nom_colonne [, ...]) (contrainte de table)`

La contrainte `PRIMARY KEY` indique qu'une ou plusieurs colonnes d'une table peuvent uniquement contenir des valeurs uniques (pas de valeurs dupliquées) et non `NULL`. Une table ne peut avoir qu'une seule clé primaire, que ce soit une contrainte au niveau de la colonne ou au niveau de la table.

La contrainte clé primaire doit nommer un ensemble de colonnes différent de l'ensemble de colonnes nommé par toute contrainte unique définie sur la même table. (Sinon, la contrainte unique est redondante et sera ignorée.)

PRIMARY KEY force les mêmes contraintes sur les données que la combinaison UNIQUE et NOT NULL mais identifier un ensemble de colonnes comme une clé primaire fournit aussi des métadonnées sur la conception du schéma car une clé primaire implique que les autres tables peuvent s'appuyer sur cet ensemble de colonnes comme un identifiant unique des lignes de la table.

```
EXCLUDE [ USING méthode_index ] ( élément_exclusion WITH opérateur [ , ... ] ) paramètres_index [ WHERE ( prédictat ) ]
```

La clause EXCLUDE définit une contrainte d'exclusion qui garantit que si deux lignes sont comparées sur la ou les colonnes spécifiées ou des expressions utilisant le ou les opérateurs spécifiés, seulement certaines de ces comparaisons, mais pas toutes, renverront TRUE. Si tous les opérateurs spécifiés testent une égalité, ceci est équivalent à une contrainte UNIQUE bien qu'une contrainte unique ordinaire sera plus rapide. Néanmoins, ces contraintes d'exclusion peuvent spécifier des contraintes qui sont plus générales qu'une simple égalité. Par exemple, vous pouvez spécifier qu'il n'y a pas deux lignes dans la table contenant des cercles de surcharge (voir Section 8.8, « Types géométriques ») en utilisant l'opérateur &&.

Des contraintes d'exclusion sont implantées en utilisant un index, donc chaque opérateur précisé doit être associé avec une classe d'opérateurs appropriée (voir Section 11.9, « Classes et familles d'opérateurs ») pour la méthode d'accès par index, nommée *méthode_index*. Les opérateurs doivent être commutatifs. Chaque *élément_exclusion* peut spécifier en option une classe d'opérateur et/ou des options de tri ; ils sont décrits complètement sous CREATE INDEX(7).

La méthode d'accès doit supporter *amgettuple* (voir Chapitre 59, Définition de l'interface des méthodes d'accès aux index) ; dès à présent, cela signifie que GIN ne peut pas être utilisé. Bien que cela soit autorisé, il existe peu de raison pour utiliser des index B-tree ou hash avec une contrainte d'exclusion parce que cela ne fait rien de mieux que ce que peut faire une contrainte unique ordinaire. Donc, en pratique, la méthode d'accès sera toujours GiST ou SP-GIST.

Le *prédictat* vous permet de spécifier une contrainte d'exclusion sur un sous-ensemble de la table ; en interne, un index partiel est créé. Notez que ces parenthèses sont requis autour du prédictat.

```
REFERENCES table_reference [ ( colonne_reference ) ] [ MATCH matchtype ] [ ON DELETE action ] [ ON UPDATE action ] (contrainte de colonne), FOREIGN KEY ( nom_colonne [ , ... ] ) REFERENCES table_reference [ ( colonne_reference [ , ... ] ) ] [ MATCH matchtype ] [ ON DELETE action ] [ ON UPDATE action ] (contrainte de colonne)
```

Ces clauses spécifient une contrainte de clé étrangère. Cela signifie qu'un groupe de colonnes de la nouvelle table ne peut contenir que des valeurs correspondant à celles des colonnes de référence de la table de référence. Si la liste *colonne_reference* est omise, la clé primaire de la *table_reference* est utilisée. Les colonnes référencées doivent être celles d'une contrainte d'unicité ou de clé primaire, non déferrable, dans la table référencée. Les contraintes de type clé étrangère ne peuvent pas être définies entre des tables temporaires et des tables permanentes.

Une valeur insérée dans les colonnes de la nouvelle table est comparée aux valeurs des colonnes de référence dans la table de référence à l'aide du type de concordance fourni. Il existe trois types de correspondance : MATCH FULL (NDT : correspondance totale), MATCH PARTIAL (NDT : correspondance partielle) et MATCH SIMPLE (NDT : correspondance simple), qui est aussi la valeur par défaut. MATCH FULL n'autorise une colonne d'une clé étrangère composite à être NULL que si l'ensemble des colonnes de la clé étrangère sont NULL. Si elles sont NULL, la ligne n'a pas besoin d'avoir une correspondance dans la table référencée. MATCH SIMPLE permet à n'importe quel colonne d'une clé étrangère d'être NULL ; si l'une d'entre elles est NULL, la ligne n'a pas besoin d'avoir une correspondance dans la table référencée. MATCH PARTIAL n'est pas encore implémentée. Bien sûr, les contraintes NOT NULL peuvent être appliquées sur la (ou les) colonne(s) référencantes pour empêcher ces cas de survenir.

Lorsque les données des colonnes référencées sont modifiées, des actions sont réalisées sur les données de la table référençant. La clause ON DELETE spécifie l'action à réaliser lorsqu'une ligne référencée de la table de référence est supprimée. De la même façon, la clause ON UPDATE spécifie l'action à réaliser lorsqu'une colonne référencée est mise à jour. Si la ligne est mise à jour sans que la valeur de la colonne référencée ne soit modifiée, aucune action n'est réalisée. Les actions référentielles autres que la vérification NO ACTION ne peuvent pas être différées même si la contrainte est déclarée retardable. Les actions suivantes sont possibles pour chaque clause :

NO ACTION

Une erreur est produite pour indiquer que la suppression ou la mise à jour entraîne une violation de la contrainte de clé étrangère. Si la contrainte est différée, cette erreur est produite au moment de la vérification, si toutefois il existe encore des lignes de référence. C'est le comportement par défaut.

RESTRICT

Une erreur est produite pour indiquer que la suppression ou la mise à jour entraîne une violation de la contrainte de clé étrangère. Ce comportement est identique à NO ACTION, si ce n'est que la vérification n'est pas décalable dans le temps.

CASCADE

La mise à jour ou la suppression de la ligne de référence est propagée à l'ensemble des lignes qui la référencent, qui sont, respectivement, mises à jour ou supprimées.

SET NULL

La valeur de la colonne qui référence est positionnée à NULL.

SET DEFAULT

(Il doit exister une ligne dans la table référencée correspondant aux valeurs par défaut, si elles ne sont pas NULL. Dans le cas contraire, l'opération échouera.)

Si les colonnes référencées sont modifiées fréquemment, il est conseillé d'ajouter un index sur les colonnes référençantes pour que les actions associées à la contrainte de clé étrangère soient plus performantes.

DEFERRABLE, NOT DEFERRABLE

Ces clauses contrôlent la possibilité de différer la contrainte. Une contrainte qui n'est pas décalable dans le temps est vérifiée immédiatement après chaque commande. La vérification des contraintes décalables est repoussée à la fin de la transaction (à l'aide de la commande SET CONSTRAINTS(7)). NOT DEFERRABLE est la valeur par défaut. Actuellement, seules les contraintes UNIQUE, PRIMARY KEY, EXCLUDE et REFERENCES (clé étrangère) acceptent cette clause. Les contraintes NOT NULL et CHECK ne sont pas différables. Notez que les contraintes différables ne peuvent pas être utilisées comme arbitres d'un conflit dans une commande INSERT qui inclut une clause ON CONFLICT DO UPDATE.

INITIALLY IMMEDIATE, INITIALLY DEFERRED

Si une contrainte est décalable dans le temps, cette clause précise le moment de la vérification. Si la contrainte est INITIALLY IMMEDIATE, elle est vérifiée après chaque instruction. Si la contrainte est INITIALLY DEFERRED, elle n'est vérifiée qu'à la fin de la transaction. Le moment de vérification de la contrainte peut être modifié avec la commande SET CONSTRAINTS(7).

WITH (paramètre_stockage [= valeur] [, ...])

Cette clause spécifie les paramètres de stockage optionnels pour une table ou un index ; voir la section intitulée « Paramètres de stockage » pour plus d'informations. La clause WITH peut aussi inclure pour une table OIDS=TRUE (ou simplement OIDS) pour indiquer que les lignes de la nouvelle table doivent se voir affecter des OID (identifiants d'objets) ou OIDS=False pour indiquer que les lignes ne doivent pas avoir d'OID. Si OIDS n'est pas indiqué, la valeur par défaut dépend du paramètre de configuration default_with_oids. (Si la nouvelle table hérite d'une table qui a des OID, alors OIDS=True est forcée même si la commande précise OIDS=False.)

Si OIDS=False est indiqué ou implicite, la nouvelle table ne stocke pas les OID et aucun OID n'est affecté pour une ligne insérée dans cette table. Ceci est généralement bien considéré car cela réduit la consommation des OID et retarde le coup le retour à zéro du compteur sur 32 bits. Une fois que le compteur est revenu à zéro, les OID ne sont plus considérés uniques ce qui les rend beaucoup moins utiles. De plus, exclure les OID d'une table réduit l'espace requis pour stocker la table sur le disque de quatre octets par ligne (la plupart des machines), améliorant légèrement les performances.

Pour supprimer les OID d'une table une fois qu'elle est créée, utilisez ALTER TABLE(7).

WITH OIDS, WITHOUT OIDS

Ce sont les syntaxes obsolètes mais équivalentes, respectivement de WITH (OID) et WITH (OID=False). Si vous souhaitez indiquer à la fois l'option OIDS et les paramètres de stockage, vous devez utiliser la syntaxe WITH (...) ; voir ci-dessus.

ON COMMIT

Le comportement des tables temporaires à la fin d'un bloc de transactions est contrôlé à l'aide de la clause ON COMMIT. Les trois options sont :

PRESERVE ROWS

Aucune action n'est entreprise à la fin des transactions. Comportement par défaut.

DELETE ROWS

Toutes les lignes de la table temporaire sont détruites à la fin de chaque bloc de transactions. En fait, un TRUNCATE(7) automatique est réalisé à chaque validation.

DROP

La table temporaire est supprimée à la fin du bloc de transactions.

TABLESPACE nom_tablespace

nom_tablespace est le nom du tablespace dans lequel est créée la nouvelle table. S'il n'est pas spécifié, default_tablespace est consulté, sauf si la table est temporaire auquel cas temp_tablespaces est utilisé.

USING INDEX TABLESPACE nom_tablespace

Les index associés à une contrainte UNIQUE, PRIMARY KEY, ou EXCLUDE sont créés dans le tablespace nommé nom_tablespace. S'il n'est pas précisé, default_tablespace est consulté, sauf si la table est temporaire auquel cas temp_tablespaces est utilisé.

Paramètres de stockage

La clause WITH spécifie des *paramètres de stockage* pour les tables ainsi que pour les index associés avec une contrainte UNIQUE, PRIMARY KEY, ou EXCLUDE. Les paramètres de stockage des index sont documentés dans CREATE INDEX(7). Les paramètres de stockage actuellement disponibles pour les tables sont listés ci-dessous. Pour beaucoup de ces paramètres, comme indiqué, il y a un paramètre additionnel, de même nom mais préfixé par toast., qui contrôle le comportement de la table TOAST (stockage supplémentaire), si elle existe (voir Section 65.2, « TOAST » pour plus d'informations sur TOAST). Si une valeur de paramètre d'une table est configuré et que le paramètre équivalent toast. ne l'est pas, la partie TOAST utilisera la valeur du paramètre de la table.

fillfactor (integer)

Le facteur de remplissage d'une table est un pourcentage entre 10 et 100. 100 (paquet complet) est la valeur par défaut. Quand un facteur de remplissage plus petit est indiqué, les opérations INSERT remplissent les pages de table d'au maximum ce pourcentage ; l'espace restant sur chaque page est réservé à la mise à jour des lignes sur cette page. Cela donne à UPDATE une chance de placer la copie d'une ligne mise à jour sur la même page que l'original, ce qui est plus efficace que de la placer sur une page différente. Pour une table dont les entrées ne sont jamais mises à jour, la valeur par défaut est le meilleur choix, mais pour des tables mises à jour fréquemment, des facteurs de remplissage plus petits sont mieux appropriés. Ce paramètre n'est pas disponible pour la table TOAST.

parallel_workers (integer)

Ce paramètre configure le nombre de processus pouvant être utilisés pour aider lors d'un parcours parallélisé de cette table. Si ce paramètre n'est pas configuré, le système déterminera une valeur en se basant sur la taille de la relation. Le nombre réel de processus choisis par le planificateur pourrait être moindre, par exemple suite à la configuration de max_worker_processes.

autovacuum_enabled, toast.autovacuum_enabled (boolean)

Active ou désactive le démon autovacuum pour une table particulière. Si elle vaut true, le démon autovacuum réalise des VACUUM et/ou ANALYZE automatiques sur cette table en suivant les règles discutées dans Section 24.1.6, « Le démon autovacuum ». À false, cette table ne sera pas traitée par le démon autovacuum, sauf s'il y a un risque de réutilisation des identifiants de transaction. Voir Section 24.1.5, « Éviter les cycles des identifiants de transactions » pour plus d'informations sur la prévention de ce problème. Notez que le démon autovacuum n'est pas lancé (sauf pour prévenir la réutilisation des identifiants de transaction) si le paramètre autovacuum vaut false ; configurer les paramètres de stockage d'une table ne surcharge pas cela. De ce fait, il y a peu d'intérêt de configurer ce paramètre à true.

autovacuum_vacuum_threshold, toast.autovacuum_vacuum_threshold (integer)

Valeur spécifique à la table pour le paramètre autovacuum_vacuum_threshold.

autovacuum_vacuum_scale_factor, toast.autovacuum_vacuum_scale_factor (float4)

Valeur spécifique à la table pour le paramètre autovacuum_vacuum_scale_factor.

autovacuum_analyze_threshold (integer)

Valeur spécifique à la table pour le paramètre autovacuum_analyze_threshold.

autovacuum_analyze_scale_factor (float4)

Valeur spécifique à la table pour le paramètre autovacuum_analyze_scale_factor.

autovacuum_vacuum_cost_delay, toast.autovacuum_vacuum_cost_delay (integer)

Valeur spécifique à la table pour le paramètre autovacuum_vacuum_cost_delay.

autovacuum_vacuum_cost_limit, toast.autovacuum_vacuum_cost_limit (integer)

Valeur spécifique à la table pour le paramètre autovacuum_vacuum_cost_limit.

autovacuum_freeze_min_age, toast.autovacuum_freeze_min_age (integer)

Valeur spécifique à la table pour le paramètre vacuum_freeze_min_age. Notez que l'autovacuum ignorera les paramètres autovacuum_freeze_min_age spécifiques à la table qui sont plus importants que la moitié du paramètre autovacuum_freeze_max_age.

autovacuum_freeze_max_age, toast.autovacuum_freeze_max_age (integer)

Valeur spécifique à la table pour le paramètre autovacuum_freeze_max_age. Notez que l'autovacuum ignorera les paramètres autovacuum_freeze_max_age spécifiques à la table qui sont plus importants que la configuration globale (elle ne peut être que plus petite).

autovacuum_freeze_table_age, toast.autovacuum_freeze_table_age (integer)

Valeur spécifique à la table pour le paramètre vacuum_freeze_table_age.

autovacuum_multixact_freeze_min_age, toast.autovacuum_multixact_freeze_min_age (integer)

Valeur spécifique à la table pour le paramètre vacuum_multixact_freeze_min_age. Notez que l'autovacuum ignorera les paramètres autovacuum_multixact_freeze_min_age spécifiques à la table si leur configuration est supérieure à la moitié de la valeur du paramètre global autovacuum_multixact_freeze_max_age.

`autovacuum_multixact_freeze_max_age`, `toast.autovacuum_multixact_freeze_max_age` (integer)
 Valeur spécifique à la table pour le paramètre `autovacuum_multixact_freeze_max_age`. Notez que l'autovacuum ignorerà les paramètres `autovacuum_multixact_freeze_max_age` spécifiques à la table si leur configuration est supérieure à la valeur du paramètre global (elle peut seulement être inférieure).

`autovacuum_multixact_freeze_table_age`, `toast.autovacuum_multixact_freeze_table_age` (integer)
 Valeur spécifique à la table pour le paramètre `vacuum_multixact_freeze_table_age`.

`log_autovacuum_min_duration`, `toast.log_autovacuum_min_duration` (integer)
 Valeur spécifique à la table pour le paramètre `log_autovacuum_min_duration`.

`user_catalog_table` (boolean)
 Déclare la table comme une autre table du catalogue dans le cadre de la réPLICATION logique. Voir Section 47.6.2, « Capacités » pour les détails. Ce paramètre ne peut pas être configuré pour les tables TOAST.

Notes

Utiliser les OID dans les nouvelles applications n'est pas recommandé : dans la mesure du possible, un type SERIAL ou un autre générateur de séquence sera utilisé comme clé primaire de la table. Néanmoins, si l'application utilise les OID pour identifier des lignes spécifiques d'une table, il est recommandé de créer une contrainte unique sur la colonne `oid` de cette table afin de s'assurer que les OID de la table identifient les lignes de façon réellement unique même si le compteur est réinitialisé. Il n'est pas garanti que les OID soient uniques sur l'ensemble des tables. Dans le cas où un identifiant unique sur l'ensemble de la base de données est nécessaire, on utilise préférentiellement une combinaison de `tableoid` et de l'OID de la ligne.



Astuce

L'utilisation de `OIDS=FALSE` est déconseillée pour les tables dépourvues de clé primaire. En effet, sans OID ou clé de données unique, il est difficile d'identifier des lignes spécifiques.

PostgreSQL™ crée automatiquement un index pour chaque contrainte d'unicité ou clé primaire afin d'assurer l'unicité. Il n'est donc pas nécessaire de créer un index spécifique pour les colonnes de clés primaires. Voir CREATE INDEX(7) pour plus d'informations.

Les contraintes d'unicité et les clés primaires ne sont pas héritées dans l'implantation actuelle. Cela diminue la fonctionnalité des combinaisons d'héritage et de contraintes d'unicité.

Une table ne peut pas avoir plus de 1600 colonnes (en pratique, la limite réelle est habituellement plus basse du fait de contraintes sur la longueur des lignes).

Exemples

Créer une table `films` et une table `distributeurs` :

```
CREATE TABLE films (
    code      char(5) CONSTRAINT premierecle PRIMARY KEY,
    titre     varchar(40) NOT NULL,
    did       integer NOT NULL,
    date_prod date,
    genre    varchar(10),
    duree    interval hour to minute
);

CREATE TABLE distributeurs (
    did      integer PRIMARY KEY DEFAULT nextval('serial'),
    nom     varchar(40) NOT NULL CHECK (nom <> '')
);
```

Créer une table contenant un tableau à deux dimensions :

```
CREATE TABLE array_int (
    vecteur int[][][]
);
```

Définir une contrainte d'unicité pour la table `films`. Les contraintes d'unicité de table peuvent être définies sur une ou plusieurs colonnes de la table :

CREATE TABLE

```
CREATE TABLE films (
    code      char(5),
    titre     varchar(40),
    did       integer,
    date_prod date,
    genre    varchar(10),
    duree    interval hour to minute,
    CONSTRAINT production UNIQUE(date_prod)
);
```

Définir une contrainte de vérification sur une colonne :

```
CREATE TABLE distributeurs (
    did      integer CHECK (did > 100),
    nom     varchar(40)
);
```

Définir une contrainte de vérification sur la table :

```
CREATE TABLE distributeurs (
    did      integer,
    nom     varchar(40)
    CONSTRAINT con1 CHECK (did > 100 AND nom <> '')
);
```

Définir une contrainte de clé primaire sur la table films.

```
CREATE TABLE films (
    code      char(5),
    titre     varchar(40),
    did       integer,
    date_prod date,
    genre    varchar(10),
    duree    interval hour to minute,
    CONSTRAINT code_titre PRIMARY KEY(code,titre)
);
```

Définir une contrainte de clé primaire pour la table distributeurs. Les deux exemples suivants sont équivalents, le premier utilise la syntaxe de contrainte de table, le second la syntaxe de contrainte de colonne :

```
CREATE TABLE distributeurs (
    did      integer,
    nom     varchar(40),
    PRIMARY KEY(did)
);
```

```
CREATE TABLE distributeurs (
    did      integer PRIMARY KEY,
    nom     varchar(40)
);
```

Affecter une valeur par défaut à la colonne nom, une valeur par défaut à la colonne did, engendrée à l'aide d'une séquence, et une valeur par défaut à la colonne modtime, équivalente au moment où la ligne est insérée :

```
CREATE TABLE distributeurs (
    name     varchar(40) DEFAULT 'Luso Films',
    did      integer DEFAULT nextval('distributeurs_serial'),
    modtime  timestamp DEFAULT current_timestamp
);
```

Définir deux contraintes de colonnes NOT NULL sur la table distributeurs, dont l'une est explicitement nommée :

```
CREATE TABLE distributeurs (
    did      integer CONSTRAINT no_null NOT NULL,
```

```
    nom      varchar(40) NOT NULL  
);
```

Définir une contrainte d'unicité sur la colonne nom :

```
CREATE TABLE distributeurs (  
    did      integer,  
    nom      varchar(40) UNIQUE  
);
```

La même chose en utilisant une contrainte de table :

```
CREATE TABLE distributeurs (  
    did      integer,  
    nom      varchar(40),  
    UNIQUE(nom)  
);
```

Créer la même table en spécifiant un facteur de remplissage de 70% pour la table et les index uniques :

```
CREATE TABLE distributeurs (  
    did      integer,  
    nom      varchar(40),  
    UNIQUE(nom) WITH (fillfactor=70)  
)  
WITH (fillfactor=70);
```

Créer une table cercles avec une contrainte d'exclusion qui empêche le croisement de deux cercles :

```
CREATE TABLE cercles (  
    c circle,  
    EXCLUDE USING gist (c WITH &&)  
);
```

Créer une table cinemas dans le tablespace diskvol1 :

```
CREATE TABLE cinemas (  
    id serial,  
    nom text,  
    emplacement text  
) TABLESPACE diskvol1;
```

Créer un type composite et une table typée :

```
CREATE TYPE type_employe AS (nom text, salaire numeric);  
  
CREATE TABLE employes OF type_employe (  
    PRIMARY KEY (nom),  
    salaire WITH OPTIONS DEFAULT 1000  
);
```

Compatibilité

La commande **CREATE TABLE** est conforme au standard SQL, aux exceptions indiquées ci-dessous.

Tables temporaires

Bien que la syntaxe de **CREATE TEMPORARY TABLE** ressemble à celle du SQL standard, l'effet n'est pas le même. Dans le standard, les tables temporaires sont définies une seule fois et existent automatiquement (vide de tout contenu au démarrage) dans

toute session les utilisant. PostgreSQL™, au contraire, impose à chaque session de lancer une commande `CREATE TEMPORARY TABLE` pour chaque table temporaire utilisée. Cela permet à des sessions différentes d'utiliser le même nom de table temporaire dans des buts différents (le standard contraint toutes les instances d'une table temporaire donnée à pointer sur la même structure de table).

Le comportement des tables temporaires tel que défini par le standard est largement ignorée. Le comportement de PostgreSQL™ sur ce point est similaire à celui de nombreuses autres bases de données SQL.

Le standard SQL distingue aussi les tables temporaires globales et locales. Une table temporaire local a un contenu séparé pour chaque module SQL à l'intérieur de chaque session bien que sa définition est toujours partagée entre les sessions. Comme PostgreSQL™ ne supporte pas les modules SQL, la distinction n'a pas de raison d'être avec PostgreSQL™.

Pour des raisons de compatibilité, PostgreSQL™ accepte néanmoins les mots-clés `GLOBAL` et `LOCAL` dans la définition d'une table temporaire, mais ils n'ont actuellement aucun effet. L'utilisation de ces mots clés n'est pas conseillée car les versions futures de PostgreSQL™ pourrait adopter une interprétation plus standard de leur signification.

La clause `ON COMMIT` sur les tables temporaires diffère quelque peu du standard SQL. Si la clause `ON COMMIT` est omise, SQL spécifie `ON COMMIT DELETE ROWS` comme comportement par défaut. PostgreSQL™ utilise `ON COMMIT PRESERVE ROWS` par défaut. De plus, l'option `ON COMMIT DROP` n'existe pas en SQL.

Contraintes d'unicité non déferrées

Quand une contrainte `UNIQUE` ou `PRIMARY KEY` est non déferrable, PostgreSQL™ vérifie l'unicité immédiatement après qu'une ligne soit insérée ou modifiée. Le standard SQL indique que l'unicité doit être forcée seulement à la fin de l'instruction ; ceci fait une différence quand, par exemple, une seule commande met à jour plusieurs valeurs de clés. Pour obtenir un comportement compatible au standard, déclarez la contrainte comme `DEFERRABLE` mais non déferrée (c'est-à-dire que `INITIALLY IMMEDIATE`). Faites attention que cela peut être beaucoup plus lent qu'une vérification d'unicité immédiate.

Contraintes de vérification de colonnes

Dans le standard, les contraintes de vérification `CHECK` de colonne ne peuvent faire référence qu'à la colonne à laquelle elles s'appliquent ; seules les contraintes `CHECK` de table peuvent faire référence à plusieurs colonnes. PostgreSQL™ n'impose pas cette restriction ; les contraintes de vérifications de colonnes et de table ont un traitement identique.

EXCLUDE Constraint

Le type de contrainte `EXCLUDE` est une extension PostgreSQL™.

Contrainte NULL

La « contrainte » `NULL` (en fait, une non-contrainte) est une extension PostgreSQL™ au standard SQL, incluse pour des raisons de compatibilité avec d'autres systèmes de bases de données (et par symétrie avec la contrainte `NOT NULL`). Comme c'est la valeur par défaut de toute colonne, sa présence est un simple bruit.

Héritage

L'héritage multiple via la clause `INHERITS` est une extension du langage PostgreSQL™. SQL:1999 et les versions ultérieures définissent un héritage simple en utilisant une syntaxe et des sémantiques différentes. L'héritage style SQL:1999 n'est pas encore supporté par PostgreSQL™.

Tables sans colonne

PostgreSQL™ autorise la création de tables sans colonne (par exemple, `CREATE TABLE foo()`). C'est une extension du standard SQL, qui ne le permet pas. Les tables sans colonne ne sont pas très utiles mais les interdire conduit à un comportement étrange de `ALTER TABLE DROP COLUMN`. Il est donc plus sage d'ignorer simplement cette restriction.

Clause LIKE

Alors qu'une clause `LIKE` existe dans le standard SQL, beaucoup des options acceptées par PostgreSQL™ ne sont pas dans le standard, et certaines options du standard ne sont pas implémentées dans PostgreSQL™.

Clause WITH

La clause `WITH` est une extension PostgreSQL™ ; ni les paramètres de stockage ni les OID ne sont dans le standard.

Tablespaces

Le concept PostgreSQL™ de tablespace n'est pas celui du standard. De ce fait, les clauses `TABLESPACE` et `USING INDEX`

TABLESPACE sont des extensions.

Tables typées

Les tables typées implémentent un sous-ensemble du standard SQL. Suivant le standard, une table typée a des colonnes correspondant au type composite ainsi qu'une autre colonne qui est la « colonne auto-référente ». PostgreSQL ne supporte pas ces colonnes auto-référentes explicitement mais le même effet est disponible en utilisant la fonctionnalité OID.

Voir aussi

[ALTER TABLE\(7\)](#), [DROP TABLE\(7\)](#), [CREATE TABLE AS\(7\)](#), [CREATE TABLESPACE\(7\)](#)

Nom

CREATE TABLE AS — Définir une nouvelle table à partir des résultats d'une requête

Synopsis

```
+CREATE [ [ GLOBAL | LOCAL ] { TEMPORARY | TEMP } | UNLOGGED ] TABLE [ IF NOT EXISTS
] nom_table
[ ( nom_colonne [ , ... ] ) ]
[ WITH ( parametre_stockage [= valeur] [ , ... ] ) | WITH OIDS | WITHOUT OIDS ]
[ ON COMMIT { PRESERVE ROWS | DELETE ROWS | DROP } ]
[ TABLESPACE nom_espace_logique ]
AS requête
[ WITH [ NO ] DATA ]
```

Description

CREATE TABLE AS crée une table et y insère les données récupérées par une commande **SELECT**. Les colonnes de la table ont les noms et les types de données associés aux colonnes en sortie du **SELECT** (les noms des colonnes peuvent toutefois être surchargés).

CREATE TABLE AS semble posséder des similitudes avec la création d'une vue mais est, en fait, assez différente : elle crée une nouvelle table et n'évalue la requête qu'une seule fois, pour le chargement initial de la nouvelle table. Les modifications ultérieures de la table source ne sont pas prises en compte. Au contraire, une vue réévalue l'instruction **SELECT** de définition à chaque appel.

Paramètres

GLOBAL ou LOCAL

Ignoré. Ces mots clés sont obsolètes, ils ne sont conservés que pour la compatibilité (cf. CREATE TABLE(7)).

TEMPORARY ou TEMP

Si spécifié, la table est temporaire (cf. CREATE TABLE(7)).

UNLOGGED

Si spécifié, la table est créée comme une table non tracée dans les journaux de transactions. Voir CREATE TABLE(7) pour plus de détails.

IF NOT EXISTS

Ne renvoie pas une erreur si une relation de même nom existe déjà. Un message d'avertissement est renvoyé dans ce cas. Merci de vous référer à CREATE TABLE(7) pour plus de détails.

nom_table

Le nom de la table à créer (éventuellement qualifié du nom du schéma).

nom_colonne

Le nom d'une colonne dans la nouvelle table. Si les noms de colonnes ne sont pas précisés, ils sont issus des noms des colonnes en sortie de la requête.

WITH (*paramètre_stockage* [= *valeur*] [, ...])

Cette clause indique les paramètres de stockage optionnels pour la nouvelle table ; voir la section intitulée « Paramètres de stockage » pour plus d'informations. La clause WITH peut aussi inclure OIDS=TRUE (ou simplement OIDS) pour indiquer que les lignes de la nouvelle table doivent avoir des OID (identifiants d'objets) ou OIDS=FALSE pour indiquer le contraire. Voir CREATE TABLE(7) pour plus d'informations.

WITH OIDS, WITHOUT OIDS

Ce sont les syntaxes obsolètes mais équivalentes, respectivement de WITH (OID) et WITH (OID=FALSE). Si vous souhaitez indiquer à la fois l'option OIDS et les paramètres de stockage, vous devez utiliser la syntaxe WITH (...) ; voir ci-dessus.

ON COMMIT

Le comportement des tables temporaires à la fin d'un bloc de transaction est contrôlable en utilisant ON COMMIT. Voici les trois options :

PRESERVE ROWS

Aucune action spéciale n'est effectuée à la fin de la transaction. C'est le comportement par défaut.

DELETE ROWS

Toutes les lignes de la table temporaire seront supprimées à la fin de chaque bloc de transaction. Habituellement, un TRUNCATE(7) automatique est effectué à chaque COMMIT.

DROP

La table temporaire sera supprimée à la fin du bloc de transaction en cours.

TABLESPACE *nom_espace_logique*

L'*nom_espace_logique* est le nom du tablespace dans lequel est créée la nouvelle table. S'il n'est pas indiqué, default_tablespace est consulté, sauf si la table est temporaire auquel cas temp_tablespaces est utilisé.

requête

Une commande SELECT(7), TABLE ou VALUES(7), voire une commande EXECUTE(7) qui exécute un **SELECT** préparé, **TABLE** ou une requête **VALUES**.

WITH [NO] DATA

Cette clause indique si les données produites par la requêtes doivent être copiées dans la nouvelle table. Si non, seule la structure de la table est copiée. La valeur par défaut est de copier les données.

Notes

Cette commande est fonctionnellement équivalente à SELECT INTO(7). Elle lui est cependant préférée car elle présente moins de risques de confusion avec les autres utilisations de la syntaxe **SELECT INTO**. De plus, **CREATE TABLE AS** offre plus de fonctionnalités que **SELECT INTO**.

La commande **CREATE TABLE AS** autorise l'utilisateur à spécifier explicitement la présence des OID. En l'absence de précision, la variable de configuration default_with_oids est utilisée.

Exemples

Créer une table `films_recent` contenant les entrées récentes de la table `films` :

```
CREATE TABLE films_recent AS
  SELECT * FROM films WHERE date_prod >= '2006-01-01';
```

Pour copier une table complètement, la forme courte utilisant la clause **TABLE** peut aussi être utilisée :

```
CREATE TABLE films2 AS
  TABLE films;
```

Créer une nouvelle table temporaire `films_recents` consistant des seules entrées récentes provenant de la table `films` en utilisant une instruction préparée. La nouvelle table a des OID et sera supprimée à la validation (COMMIT) :

```
PREPARE films_recents(date) AS
  SELECT * FROM films WHERE date_prod > $1;
CREATE TEMP TABLE films_recents WITH (OIDS) ON COMMIT DROP AS
  EXECUTE films_recents('2002-01-01');
```

Compatibilité

CREATE TABLE AS est conforme au standard SQL. The following are nonstandard extensions :

- Le standard requiert des parenthèses autour de la clause de la sous-requête ; elles sont optionnelles dans PostgreSQL™.
- Dans le standard, la clause WITH [NO] DATA est requise alors que PostgreSQL la rend optionnelle.
- PostgreSQL™ gère les tables temporaires d'une façon bien différente de celle du standard ; voir CREATE TABLE(7) pour les détails.
- La clause WITH est une extension PostgreSQL™ ; ni les paramètres de stockage ni les OID ne sont dans le standard.
- Le concept PostgreSQL™ des tablespaces ne fait pas partie du standard. Du coup, la clause TABLESPACE est une extension.

Voir aussi

CREATE TABLE AS

CREATE MATERIALIZED VIEW(7), CREATE TABLE(7), EXECUTE(7), SELECT(7), SELECT INTO(7), VALUES(7)

Nom

CREATE TABLESPACE — Définir un nouvel tablespace

Synopsis

```
+CREATE TABLESPACE nom_tablespace
  [ OWNER { nouveau_propriétaire | CURRENT_USER | SESSION_USER } ]
  LOCATION 'répertoire'
  [ WITH ( option_tablespace = valeur [, ...] ) ]
```

Description

CREATE TABLESPACE enregistre un nouveau tablespace pour la grappe de bases de données. Le nom du tablespace doit être distinct du nom de tout autre tablespace de la grappe.

Un tablespace permet aux superutilisateurs de définir un nouvel emplacement sur le système de fichiers pour le stockage des fichiers de données contenant des objets de la base (comme les tables et les index).

Un utilisateur disposant des droits appropriés peut passer *nom_tablespace* comme paramètre de **CREATE DATABASE**, **CREATE TABLE**, **CREATE INDEX** ou **ADD CONSTRAINT** pour que les fichiers de données de ces objets soient stockés à l'intérieur du tablespace spécifié.



Avertissement

Un tablespace ne peut pas être utilisé indépendamment de l'instance dans laquelle il a été défini ; voir Section 22.6, « Tablespaces ».

Paramètres

nom_tablespace

Le nom du tablespace à créer. Le nom ne peut pas commencer par `pg_`, de tels noms sont réservés pour les tablespaces système.

nom_utilisateur

Le nom de l'utilisateur, propriétaire du tablespace. En cas d'omission, il s'agit de l'utilisateur ayant exécuté la commande. Seuls les superutilisateurs peuvent créer des tablespaces mais ils peuvent en donner la propriété à des utilisateurs standard.

répertoire

Le répertoire qui sera utilisé pour le tablespace. Le répertoire doit être vide et doit appartenir à l'utilisateur système PostgreSQL™. Le répertoire doit être spécifié par un chemin absolu.

option_tablespace

Un paramètre à configurer ou réinitialiser pour un tablespace. Actuellement, les seuls paramètres disponibles sont `seq_page_cost` et `random_page_cost` et `effective_io_concurrency`. Configurer un de ces paramètres pour un tablespace particulier va surcharger l'estimation habituelle du planificateur pour le coût de lecture des pages sur les tables de ce tablespace (voir `seq_page_cost`, `random_page_cost` et `effective_io_concurrency`). Ceci peut se révéler utile si un des tablespaces est situé sur un disque plus rapide ou plus lent que le reste du système d'entrées/sorties.

Notes

Les tablespaces ne sont supportés que sur les systèmes gérant les liens symboliques.

CREATE TABLESPACE ne peut pas être exécuté à l'intérieur d'un bloc de transactions.

Exemples

Créer un tablespace `espace_base` sur `/data/dbs` :

```
CREATE TABLESPACE espace_base LOCATION '/data/dbs';
```

Créer un tablespace `espace_index` sur `/data/indexes` et en donner la propriété à l'utilisatrice `genevieve` :

```
CREATE TABLESPACE espace_index OWNER genevieve LOCATION '/data/indexes';
```

Compatibilité

CREATE TABLESPACE est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE DATABASE\(7\)](#), [CREATE TABLE\(7\)](#), [CREATE INDEX\(7\)](#), [DROP TABLESPACE\(7\)](#), [ALTER TABLESPACE\(7\)](#)

Nom

CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION — définir une nouvelle configuration de recherche plein texte

Synopsis

```
CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION nom (
    PARSER = nom_analyseur |
    COPY = config_source
)
```

Description

CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION crée une nouvelle configuration de recherche plein texte. Une configuration indique l'analyseur qui peut diviser une chaîne en jetons, ainsi que les dictionnaires pouvant être utilisés pour déterminer les jetons intéressants à rechercher.

Si seul l'analyseur est indiqué, la nouvelle configuration de recherche plein texte n'a initialement aucune relation entre les types de jeton et les dictionnaires et, du coup, ignorera tous les mots. De nouveaux appels aux commandes **ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION** doivent être utilisés pour créer les correspondances et rendre la configuration réellement utile. Autrement, une configuration de recherche plein texte peut être copiée.

Si un nom de schéma est précisé, alors le modèle de recherche plein texte est créé dans le schéma indiqué. Sinon il est créé dans le schéma en cours.

L'utilisateur qui définit une configuration de recherche plein texte en devient son propriétaire.

Voir Chapitre 12, Recherche plein texte pour plus d'informations.

Paramètres

nom

Le nom de la configuration de recherche plein texte (pouvant être qualifié du schéma).

parser_name

Le nom de l'analyseur de recherche plein texte à utiliser pour cette configuration.

source_config

Le nom d'une configuration existante de recherche plein texte à copier.

Notes

Les options PARSER et COPY sont mutuellement exclusives car, quand une configuration existante est copiée, sa sélection de son analyseur est aussi copiée.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION** dans le standard SQL.

Voir aussi

[ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION\(7\)](#), [DROP TEXT SEARCH CONFIGURATION\(7\)](#)

Nom

CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY — définir un dictionnaire de recherche plein texte

Synopsis

```
CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY nom (
    TEMPLATE = modele
    [, option = valeur [, ... ]]
)
```

Description

CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY crée un nouveau dictionnaire de recherche plein texte. Un dictionnaire de recherche plein texte indique une façon de distinguer les mots intéressants à rechercher des mots inintéressants. Un dictionnaire dépend d'un modèle de recherche plein texte qui spécifie les fonctions qui font réellement le travail. Typiquement, le dictionnaire fournit quelques options qui contrôlent le comportement détaillé des fonctions du modèle.

Si un nom de schéma est précisé, alors le dictionnaire de recherche plein texte est créé dans le schéma indiqué. Sinon il est créé dans le schéma en cours.

L'utilisateur qui définit un dictionnaire de recherche plein texte en devient son propriétaire.

Voir Chapitre 12, Recherche plein texte pour plus d'informations.

Paramètres

nom

Le nom du dictionnaire de recherche plein texte (pouvant être qualifié du schéma).

modele

Le nom du modèle de recherche plein texte qui définira le comportement basique de ce dictionnaire.

option

Le nom d'une option, spécifique au modèle, à configurer pour ce dictionnaire.

valeur

La valeur à utiliser pour une option spécifique au modèle. Si la valeur n'est pas un simple identifiant ou un nombre, elle doit être entre guillemets simples (mais vous pouvez toujours le faire si vous le souhaitez).

Les options peuvent apparaître dans n'importe quel ordre.

Exemples

La commande exemple suivante crée un dictionnaire basé sur Snowball avec une liste spécifique de mots d'arrêt.

```
CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY mon_dico_russe (
    template = snowball,
    language = russian,
    stopwords = myrussian
);
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instructions **CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY** dans le standard SQL.

Voir aussi

[ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY\(7\)](#), [DROP TEXT SEARCH DICTIONARY\(7\)](#)

Nom

CREATE TEXT SEARCH PARSER — définir un nouvel analyseur de recherche plein texte

Synopsis

```
CREATE TEXT SEARCH PARSER nom (
    START = fonction_debut ,
    GETTOKEN = function_gettoken ,
    END = fonction_fin ,
    LEXTYPES = fonction_lextypes
    [, HEADLINE = fonction_headline ]
)
```

Description

CREATE TEXT SEARCH PARSER crée un nouvel analyseur de recherche plein texte. Un analyseur de recherche plein texte définit une méthode pour diviser une chaîne en plusieurs jetons et pour assigner des types (catégories) aux jetons. Un analyseur n'est pas particulièrement utile en lui-même mais doit être limité dans une configuration de recherche plein texte avec certains dictionnaires de recherche plein texte à utiliser pour la recherche.

Si un nom de schéma est précisé, alors le dictionnaire de recherche plein texte est créé dans le schéma indiqué. Sinon il est créé dans le schéma en cours.

Vous devez être un superutilisateur pour utiliser **CREATE TEXT SEARCH PARSER**. (Cette restriction est faite parce que la définition d'un analyseur de recherche plein texte peut gêner, voire arrêter brutalement, le serveur.)

Voir Chapitre 12, Recherche plein texte pour plus d'informations.

Paramètres

name

Le nom d'un analyseur de recherche plein texte (pouvant être qualifié du schéma).

fonction_debut

Le nom d'une fonction de démarrage pour l'analyseur.

fonction_gettoken

Le nom d'une fonction pour l'obtention du prochain jeton (get-next-token) pour l'analyseur.

fonction_fin

Le nom de la fonction d'arrêt de l'analyseur.

fonction_lextypes

Le nom de la fonction lextypes pour l'analyseur (une fonction qui renvoie de l'information sur l'ensemble de types de jeton qu'il produit).

fonction_headline

Le nom de la fonction headline pour l'analyseur (une fonction qui résume un ensemble de jetons).

Les noms des fonctions peuvent se voir qualifier du nom du schéma si nécessaire. Le type des arguments n'est pas indiqué car la liste d'argument pour chaque type de fonction est prédéterminé. Toutes les fonctions sont obligatoires sauf headline.

Les options peuvent apparaître dans n'importe quel ordre, pas seulement celui indiqué ci-dessus.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **CREATE TEXT SEARCH PARSER** dans le standard SQL.

Voir aussi

ALTER TEXT SEARCH PARSER(7), DROP TEXT SEARCH PARSER(7)

Nom

CREATE TEXT SEARCH TEMPLATE — définir un nouveau modèle de recherche plein texte

Synopsis

```
CREATE TEXT SEARCH TEMPLATE nom (
    [ INIT = fonction_init , ]
    LEXIZE = fonction_lexize
)
```

Description

CREATE TEXT SEARCH TEMPLATE crée un nouveau modèle de recherche plein texte. Les modèles de recherche plein texte définissent les fonctions qui implémentent les dictionnaires de recherche plein texte. Un modèle n'est pas utile en lui-même mais doit être instancié par un dictionnaire pour être utilisé. Le dictionnaire spécifie typiquement les paramètres à donner aux fonctions modèle.

Si un nom de schéma est précisé, alors le modèle de recherche plein texte est créé dans le schéma indiqué. Sinon il est créé dans le schéma en cours.

Vous devez être un superutilisateur pour utiliser **CREATE TEXT SEARCH TEMPLATE**. Cette restriction est faite parce que la définition d'un modèle de recherche plein texte peut gêner, voire arrêter brutalement le serveur. La raison de la séparation des modèles et des dictionnaires est qu'un modèle encapsule les aspects « non sûrs » de la définition d'un dictionnaire. Les paramètres qui peuvent être définis lors de la mise en place d'un dictionnaire sont suffisamment sûrs pour être utilisé par des utilisateurs sans droits. Du coup, la création d'un dictionnaire ne demande pas de droits particuliers.

Voir Chapitre 12, Recherche plein texte pour plus d'informations.

Paramètres

nom

Le nom du modèle de recherche plein texte (pouvant être qualifié du schéma).

fonction_init

Le nom de la fonction d'initialisation du modèle.

fonction_lexize

Le nom de la fonction lexize du modèle.

Les noms des fonctions peuvent se voir qualifier du nom du schéma si nécessaire. Le type des arguments n'est pas indiqué car la liste d'argument pour chaque type de fonction est prédéterminé. La fonction lexize est obligatoire mais la fonction init est optionnelle.

Les arguments peuvent apparaître dans n'importe quel ordre, pas seulement dans celui indiqué ci-dessus.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **CREATE TEXT SEARCH TEMPLATE** dans le standard SQL.

Voir aussi

[ALTER TEXT SEARCH TEMPLATE\(7\)](#), [DROP TEXT SEARCH TEMPLATE\(7\)](#)

Nom

CREATE TRANSFORM — définir une nouvelle transformation

Synopsis

```
CREATE [ OR REPLACE ] TRANSFORM FOR nom_type LANGUAGE nom_lang (
    FROM SQL WITH FUNCTION nom_fonction_from_sql (type_argument [, ...]),
    TO SQL WITH FUNCTION nom_fonction_to_sql (type_argument [, ...])
);
```

Description

CREATE TRANSFORM définit une nouvelle transformation. **CREATE OR REPLACE TRANSFORM** va soit créer une nouvelle transformation, soit en remplacer une déjà existante.

Une transformation définit comment adapter un type de données à un langage procédural. Par exemple, pour une fonction en PL/Python écrite avec le type hstore, PL/Python n'a pas les informations permettant de déterminer comment il doit présenter ces valeurs dans un environnement Python. Par défaut, les implémentations d'un langage vont utiliser la représentation typée text, mais c'est loin d'être optimal lorsque la représentation devrait être typée en tableau associatif ou liste.

Une transformation spécifie 2 fonctions :

- Une fonction « from SQL » qui convertit le type depuis l'environnement SQL vers le langage. Cette fonction sera appellée pour un argument d'une fonction écrite dans ce langage.
- Une fonction « to SQL » qui convertit le type depuis le langage vers l'environnement SQL. Cette fonction sera appellée sur la valeur renournée par une fonction écrite dans ce langage.

Il n'est pas nécessaire de définir l'ensemble de ces fonctions. Si l'une d'entre elle n'est pas spécifiée et au besoin le comportement par défaut du langage sera appliqué. (Pour éviter qu'une transformation soit effectuée dans un sens, vous pouvez aussi écrire une fonction de transformation qui renvoie systématiquement une erreur.)

Pour pouvoir créer une transformation, vous devez être le propriétaire du type et avoir le droit **USAGE** sur le type et le droit **USAGE** sur le langage, ainsi qu'être le propriétaire et avoir le droit **EXECUTE** sur les fonctions from-SQL et to-SQL si spécifié.

Paramètres

nom_type

Le nom du type de données de la transformation.

nom_lang

Le nom du langage de la transformation.

nom_fonction_from_sql(*type_argument* [, ...])

Nom de la fonction qui va convertir le type depuis l'environnement SQL vers le langage. Il doit prendre un argument type internal et renvoyer un type internal . L'argument présent sera du type de la transformation, et la fonction devrait être codée en tant que tel. (Mais il n'est pas autorisé de déclarer une fonction de niveau SQL qui retournerait un type internal sans avoir au moins un argument de type internal.) La valeur renournée sera spécifique à ce qui est implémenté dans le langage.

nom_fonction_to_sql(*type_argument* [, ...])

Nom de la fonction qui va convertir le type depuis le langage vers l'environnement SQL. Il doit prendre un argument de type internal et renvoyer un type qui est le type de la transformation. Cet argument sera spécifique à ce qui est implémenté dans le langage.

Notes

Utiliser **DROP TRANSFORM(7)** pour supprimer des transformations.

Exemples

Pour créer une transformation pour le type hstore et le langage plpythonu, il faut d'abord définir le type et le langage :

```
CREATE TYPE hstore ...;
CREATE LANGUAGE plpythonu ...;
```

Puis créer les fonctions idoines :

```
CREATE FUNCTION hstore_to_plpython(val internal) RETURNS internal
LANGUAGE C STRICT IMMUTABLE
AS ...;

CREATE FUNCTION plpython_to_hstore(val internal) RETURNS hstore
LANGUAGE C STRICT IMMUTABLE
AS ...;
```

Et enfin, créer la transformation pour les lier ensemble :

```
CREATE TRANSFORM FOR hstore LANGUAGE plpythonu (
    FROM SQL WITH FUNCTION hstore_to_plpython(internal),
    TO SQL WITH FUNCTION plpython_to_hstore(internal)
);
```

En pratique, cette commande est encapsulée dans les extensions.

La section `contrib` contient un certain nombre d'extensions fournissant des transformations, qui peuvent être utilisés comme des exemples concrets.

Compatibilité

Cette forme de **CREATE TRANSFORM** est une extension PostgreSQL™. Il existe une commande **CREATE TRANSFORM** dans le standard SQL, mais elle est utilisée pour adapter les types de données aux langages clients. Cette utilisation n'est pas supportée par PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE FUNCTION\(7\)](#), [CREATE LANGUAGE\(7\)](#), [CREATE TYPE\(7\)](#), [DROP TRANSFORM\(7\)](#)

Nom

CREATE TRIGGER — Définir un nouveau déclencheur

Synopsis

```
CREATE [ CONSTRAINT ] TRIGGER nom { BEFORE | AFTER | INSTEAD OF } { événement [ OR  
... ] }  
ON nom_table  
[ FROM nom_table_referencee ]  
[ NOT DEFERRABLE | [ DEFERRABLE ] [ INITIALLY IMMEDIATE | INITIALLY DEFERRED ] ]  
[ FOR [ EACH ] { ROW | STATEMENT } ]  
[ WHEN ( condition ) ]  
EXECUTE PROCEDURE nom_fonction ( arguments )
```

où événement fait partie de :

```
INSERT  
UPDATE [ OF nom_colonne [ , ... ] ]  
DELETE  
TRUNCATE
```

Description

CREATE TRIGGER crée un nouveau déclencheur. Le déclencheur est associé à la table, à la vue ou à la table distante spécifiée et exécute la fonction *nom_fonction* lorsque certains événements surviennent.

L'appel du déclencheur peut avoir lieu avant que l'opération ne soit tentée sur une ligne (avant la vérification des contraintes et la tentative d'**INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE**) ou une fois que l'opération est terminée (après la vérification des contraintes et la fin de la commande **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE**) ; ou bien en remplacement de l'opération (dans le cas d'opérations **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE** sur une vue). Si le déclencheur est lancé avant l'événement ou en remplacement de l'événement, le déclencheur peut ignorer l'opération sur la ligne courante ou modifier la ligne en cours d'insertion (uniquement pour les opérations **INSERT** et **UPDATE**). Si le déclencheur est activé après l'événement, toute modification, dont celles effectuées par les autres déclencheurs, est « visible » par le déclencheur.

Un déclencheur marqué **FOR EACH ROW** est appelé pour chaque ligne que l'opération modifie. Par exemple, un **DELETE** affectant dix lignes entraîne dix appels distincts de tout déclencheur **ON DELETE** sur la relation cible, une fois par ligne supprimée. Au contraire, un déclencheur marqué **FOR EACH STATEMENT** ne s'exécute qu'une fois pour une opération donnée, quelque soit le nombre de lignes modifiées (en particulier, une opération qui ne modifie aucune ligne résulte toujours en l'exécution des déclencheurs **FOR EACH STATEMENT** applicables). Notez qu'avec un **INSERT** utilisant une clause **ON CONFLICT DO UPDATE**, un trigger au niveau requête sera exécuté pour un **INSERT** ou un **UPDATE**.

Les déclencheurs définis en remplacement (**INSTEAD OF**) doivent obligatoirement être marqués **FOR EACH ROW**, et ne peuvent être définis que sur des vues. Les déclencheurs **BEFORE** et **AFTER** portant sur des vues devront quant à eux être marqués **FOR EACH STATEMENT**.

Les déclencheurs peuvent également être définis pour l'événement **TRUNCATE**, mais ne pourront, dans ce cas, qu'être marqués **FOR EACH STATEMENT**.

Le tableau suivant récapitule quels types de déclencheurs peuvent être utilisés sur les tables, les vues et les tables distantes :

Déclenchement	Événement	Niveau ligne	Niveau instruction
BEFORE	INSERT/UPDATE/DELETE	Tables et tables distantes	Tables, vues et tables distantes
	TRUNCATE	--	Tables
AFTER	INSERT/UPDATE/DELETE	Tables et tables distantes	Tables, vues et tables distantes
	TRUNCATE	--	Tables
INSTEAD OF	INSERT/UPDATE/DELETE	Vues	--
	TRUNCATE	--	--

De plus, les triggers peuvent être définis pour être déclenchés suite à l'exécution d'un **TRUNCATE**, mais seulement dans le cas d'un trigger **FOR EACH STATEMENT**.

En outre, la définition d'un trigger peut spécifier une condition WHEN qui sera testée pour vérifier si le trigger doit réellement être déclenché. Dans les triggers au niveau ligne, la condition WHEN peut examiner l'ancienne et/ou la nouvelle valeurs des colonnes de la ligne. Les triggers au niveau instruction peuvent aussi avoir des conditions WHEN, bien que la fonctionnalité n'est pas aussi utile pour elles car la condition ne peut pas faire référence aux valeurs de la table.

Si plusieurs déclencheurs du même genre sont définis pour le même événement, ils sont déclenchés suivant l'ordre alphabétique de leur nom.

Lorsque l'option CONSTRAINT est spécifiée, cette commande crée un *déclencheur contrainte*. Ce nouvel objet est identique aux déclencheurs normaux excepté le fait que le moment de déclenchement peut alors être ajusté via l'utilisation de SET CONSTRAINTS(7). Les déclencheurs contraintes ne peuvent être que de type AFTER ROW sur des tables. Ils peuvent être déclenchés soit à la fin de l'instruction causant l'événement, soit à la fin de la transaction ayant contenu l'instruction de déclenchement ; dans ce dernier cas, ils sont alors définis comme *différés*. L'exécution d'un déclencheur différé peut également être forcée en utilisant l'option SET CONSTRAINTS. Le comportement attendu des déclencheurs contraintes est de générer une exception en cas de violation de la contrainte qu'ils implémentent.

SELECT ne modifie aucune ligne ; la création de déclencheurs sur **SELECT** n'est donc pas possible. Les règles et vues sont plus appropriées dans ce cas.

Chapitre 37, Déclencheurs (triggers) présente de plus amples informations sur les déclencheurs.

Paramètres

nom

Le nom du nouveau déclencheur. Il doit être distinct du nom de tout autre déclencheur sur la table. Le nom ne peut pas être qualifié d'un nom de schéma, le déclencheur héritant du schéma de sa table. Pour un déclencheur contrainte, c'est également le nom à utiliser lorsqu'il s'agira de modifier son comportement via la commande **SET CONSTRAINTS**.

BEFORE, AFTER, INSTEAD OF

Détermine si la fonction est appelée avant, après ou en remplacement de l'événement. Un déclencheur contrainte ne peut être spécifié qu'AFTER.

événement

Peut-être **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE** ou **TRUNCATE** ; précise l'événement qui active le déclencheur. Plusieurs événements peuvent être précisés en les séparant par OR.

Pour les triggers se déclenchant suite à un **UPDATE**, il est possible de spécifier une liste de colonnes utilisant cette syntaxe :

```
UPDATE OF nom_colonne_1 [ , nom_colonne_2 ... ]
```

Le trigger se déclenchera seulement si au moins une des colonnes listées est mentionnée comme cible de la commande **UPDATE**.

Les événements **INSTEAD OF UPDATE** ne supportent pas de listes de colonnes.

nom_table

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de la table, de la vue ou de la table distante à laquelle est rattaché le déclencheur.

nom_table_referencee

Le nom d'une autre table (possiblement qualifiée par un nom de schéma) référencée par la contrainte. Cette option est à utiliser pour les contraintes de clés étrangères et n'est pas recommandée pour d'autres types d'utilisation. Elle ne peut être spécifiée que pour les déclencheurs contraintes.

DEFERRABLE, NOT DEFERRABLE, INITIALLY IMMEDIATE, INITIALLY DEFERRED

La spécification du moment de déclenchement par défaut. Voir la partie CREATE TABLE(7) pour plus de détails sur cette option. Elle ne peut être spécifiée que pour les déclencheurs contraintes.

FOR EACH ROW, FOR EACH STATEMENT

Précise si la procédure du déclencheur doit être lancée pour chaque ligne affectée par l'événement ou simplement pour chaque instruction SQL. **FOR EACH STATEMENT** est la valeur par défaut. Constraint triggers can only be specified **FOR EACH ROW**.

condition

Une expression booléenne qui détermine si la fonction trigger sera réellement exécutée. Si WHEN est indiqué, la fonction sera seulement appelée si la *condition* renvoie true. Pour les triggers FOR EACH ROW, la condition WHEN peut faire référence aux valeurs des colonnes des ancienne et nouvelle lignes en utilisant la notation OLD.*nom_colonne* ou

nom_colonne, respectivement. Bien sûr, les triggers sur INSERT ne peuvent pas faire référence à OLD et ceux sur DELETE ne peuvent pas faire référence à NEW.

Les déclencheurs INSTEAD OF ne supportent pas de condition WHEN.

Actuellement, les expressions WHEN ne peuvent pas contenir de sous-requêtes.

À noter que pour les déclencheurs contraintes, l'évaluation de la clause WHEN n'est pas différée mais intervient immédiatement après que l'opération de mise à jour de la ligne soit effectuée. Si la condition n'est pas évaluée à vrai, alors le déclencheur n'est pas placé dans la file d'attente des exécutions différées.

nom_fonction

Une fonction utilisateur, déclarée sans argument et renvoyant le type trigger, exécutée à l'activation du déclencheur.

arguments

Une liste optionnelle d'arguments séparés par des virgules à fournir à la fonction lors de l'activation du déclencheur. Les arguments sont des chaînes littérales constantes. Il est possible d'écrire ici de simples noms et des constantes numériques mais ils sont tous convertis en chaîne. L'accès aux arguments du trigger depuis la fonction peut différer de l'accès aux arguments d'une fonction standard ; la consultation des caractéristiques d'implantation du langage de la fonction peut alors s'avérer utile.

Notes

Pour créer un déclencheur sur une table, l'utilisateur doit posséder le droit TRIGGER sur la table. L'utilisateur doit aussi avoir le droit EXECUTE sur la fonction trigger.

Utiliser DROP TRIGGER(7) pour supprimer un déclencheur.

Un trigger sur colonne spécifique (one defined using the UPDATE OF *nom_colonne* syntax) se déclenchera quand une des colonnes indiquées est listée comme cible de la liste SET pour la commande UPDATE. Il est possible qu'une valeur de colonne change même si le trigger n'est pas déclenché parce que les modifications au contenu de la ligne par les triggers BEFORE UPDATE ne sont pas pris en compte. De même, une commande comme UPDATE ... SET x = x ... déclenchera le trigger sur la colonne x, bien que la valeur de cette colonne ne change pas.

Dans un trigger BEFORE, la condition WHEN est évaluée juste avant l'exécution de la fonction, donc utiliser WHEN n'est pas matériellement différent de tester la même condition au début de la fonction trigger. Notez en particulier que la ligne NEW vu par la condition est sa valeur courante et possiblement modifiée par des triggers précédents. De plus, la condition WHEN d'un trigger BEFORE n'est pas autorisé à examiner les colonnes système de la ligne NEW (comme l'oid), car elles n'auront pas encore été initialisées.

Dans un trigger AFTER, la condition WHEN est évaluée juste après la mise à jour de la ligne et elle détermine si un événement doit déclencher le trigger à la fin de l'instruction. Donc, quand la condition WHEN d'un trigger AFTER ne renvoie pas true, il n'est pas nécessaire de préparer un événement ou de relire la ligne à la fin de l'instruction. Cela peut apporter une amélioration significative des performances dans les instructions qui modifient de nombreuses lignes, si le trigger a besoin d'être déclencher pour quelques lignes.

Dans les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 7.3, il était nécessaire de déclarer un type opaque de retour pour les fonctions déclencheur, plutôt que trigger. Pour pouvoir charger d'anciens fichiers de sauvegarde, CREATE TRIGGER accepte qu'une fonction déclare une valeur de retour de type opaque, mais il affiche un message d'avertissement et change le type de retour déclaré en trigger.

Exemples

Exécutez la fonction check_account_update quand une ligne de la table accounts est sur le point d'être mise à jour :

```
CREATE TRIGGER check_update
  BEFORE UPDATE ON accounts
  FOR EACH ROW
  EXECUTE PROCEDURE check_account_update();
```

Idem, mais avec une exécution de la fonction seulement si la colonne balance est spécifiée comme cible de la commande UPDATE :

```
CREATE TRIGGER check_update
  BEFORE UPDATE OF balance ON accounts
  FOR EACH ROW
  EXECUTE PROCEDURE check_account_update();
```

Cette forme exécute la fonction seulement si la colonne balance a réellement changé de valeur :

```
CREATE TRIGGER check_update
  BEFORE UPDATE ON accounts
  FOR EACH ROW
  WHEN (OLD.balance IS DISTINCT FROM NEW.balance)
  EXECUTE PROCEDURE check_account_update();
```

Appelle une fonction pour tracer les mises à jour de la table accounts, mais seulement si quelque chose a changé :

```
CREATE TRIGGER log_update
  AFTER UPDATE ON accounts
  FOR EACH ROW
  WHEN (OLD.* IS DISTINCT FROM NEW.*)
  EXECUTE PROCEDURE log_account_update();
```

Exécute la fonction view_insert_row pour chacune des lignes à insérer dans la table sous-jacente à la vue my_view :

```
CREATE TRIGGER view_insert
  INSTEAD OF INSERT ON my_view
  FOR EACH ROW
  EXECUTE PROCEDURE view_insert_row();
```

Section 37.4, « Un exemple complet de trigger » contient un exemple complet d'une fonction trigger écrit en C.

Compatibilité

L'instruction **CREATE TRIGGER** de PostgreSQL™ implante un sous-ensemble du standard SQL. Les fonctionnalités manquantes sont :

- SQL permet de définir des alias pour les lignes « old » et « new » ou pour les tables utilisées dans la définition des actions déclenchées (c'est-à-dire CREATE TRIGGER ... ON nomtable REFERENCING OLD ROW AS unnom NEW ROW AS unautrenom...). PostgreSQL™ autorise l'écriture de procédures de déclencheurs dans tout langage l'utilisateur. De ce fait, l'accès aux données est géré spécifiquement pour chaque langage.
- PostgreSQL™ ne permet pas de faire référence aux tables old et new (contenant respectivement les anciennes et nouvelles lignes, référencées OLD TABLE et NEW TABLE dans le standard SQL) dans les triggers de niveau instruction.
- PostgreSQL™ n'autorise comme action déclenchée que l'exécution d'une fonction utilisateur. Le standard SQL, en revanche, autorise l'exécution d'autres commandes SQL, telles que **CREATE TABLE**. Cette limitation de PostgreSQL™ peut être facilement contournée par la création d'une fonction utilisateur qui exécute les commandes désirées.

Le standard SQL définit l'ordre de création comme ordre de lancement des déclencheurs multiples. PostgreSQL™ utilise l'ordre alphabétique de leur nom, jugé plus pratique.

Le standard SQL précise que les déclencheurs BEFORE DELETE sur des suppressions en cascade se déclenchent *après* la fin du DELETE en cascade. PostgreSQL™ définit que BEFORE DELETE se déclenche toujours avant l'action de suppression, même lors d'une action en cascade. Cela semble plus cohérent. Il existe aussi un comportement non standard quand les triggers BEFORE modifient les lignes ou empêchent les mises à jour causées par une action référente. Ceci peut amener à des violations de contraintes ou au stockage de données qui n'honorent pas la contrainte référentielle.

La capacité à préciser plusieurs actions pour un seul déclencheur avec OR est une extension PostgreSQL™.

La possibilité d'exécuter un trigger suite à une commande **TRUNCATE** est une extension PostgreSQL™ du standard SQL, tout comme la possibilité de définir des déclencheurs de niveau instruction sur des vues.

CREATE CONSTRAINT TRIGGER est une extension spécifique à PostgreSQL™ du standard SQL.

Voir aussi

ALTER TRIGGER(7), DROP TRIGGER(7), SET CONSTRAINTS(7), CREATE FUNCTION(7)

Nom

CREATE TYPE — Définir un nouveau type de données

Synopsis

```
CREATE TYPE nom AS
  ( nom_attribut type_donnée [ COLLATE collation ] [, ...] )

CREATE TYPE nom AS ENUM
  ( [ 'label' [, ...] ] )

CREATE TYPE name AS RANGE (
  SUBTYPE = sous_type
  [ , SUBTYPE_OPCLASS = classe_operateur_sous_type ]
  [ , COLLATION = collationnement ]
  [ , CANONICAL = fonction_canonique ]
  [ , SUBTYPE_DIFF = fonction_diff_sous_type ]
)

CREATE TYPE nom (
  INPUT = fonction_entrée,
  OUTPUT = fonction_sortie
  [ , RECEIVE = fonction_réception ]
  [ , SEND = fonction_envoi ]
  [ , TYPMOD_IN = type_modifier_input_function ]
  [ , TYPMOD_OUT = type_modifier_output_function ]
  [ , ANALYZE = fonction_analyse ]
  [ , INTERNALLENGTH = { longueurinterne | VARIABLE } ]
  [ , PASSEDBYVALUE ]
  [ , ALIGNMENT = alignement ]
  [ , STORAGE = stockage ]
  [ , LIKE = type_like ]
  [ , CATEGORY = catégorie ]
  [ , PREFERRED = préféré ]
  [ , DEFAULT = défaut ]
  [ , ELEMENT = élément ]
  [ , DELIMITER = délimiteur ]
  [ , COLLATABLE = collatable ]
)

CREATE TYPE nom
```

Description

CREATE TYPE enregistre un nouveau type de données utilisable dans la base courante. L'utilisateur qui définit un type en devient le propriétaire.

Si un nom de schéma est précisé, le type est créé dans ce schéma. Sinon, il est créé dans le schéma courant. Le nom du type doit être distinct du nom de tout type ou domaine existant dans le même schéma. Les tables possèdent des types de données associés. Il est donc nécessaire que le nom du type soit également distinct du nom de toute table existant dans le même schéma.

Il existe cinq formes de **CREATE TYPE**, comme indiqué dans la syntaxe ci-dessus. Elles créent respectivement un *type composite*, un *type enum*, un *type range (intervalle)*, un *type de base* ou un *type shell*. Les autres premiers sont discutés dans l'ordre ci-dessous. Un type shell est un simple conteneur de type qui sera défini ultérieurement. Il est créé en lançant **CREATE TYPE** sans paramètre en dehors de son nom. Les types shell sont nécessaires comme référence lors de la création de types intervalles et de types de base, comme indiqué dans ces sections.

Types composites

La première forme de **CREATE TYPE** crée un type composite. Le type composite est défini par une liste de noms d'attributs et de types de données. Un collationnement d'attribut peut aussi être spécifié si son type de données est collationnable. Un type composite est essentiellement le même que le type ligne (NDT : *row type* en anglais) d'une table, mais l'utilisation de **CREATE TYPE** permet d'éviter la création d'une table réelle quand seule la définition d'un type est voulue. Un type composite autonome est utile, par exemple, comme type d'argument ou de retour d'une fonction.

Pour pouvoir créer un type composite, vous devez avoir le droit USAGE sur les types de tous les attributs.

Types énumérés

La seconde forme de **CREATE TYPE** crée un type énuméré (enum), comme décrit dans Section 8.7, « Types énumération ». Les types enum prennent une liste de un à plusieurs labels entre guillemets, chacun devant faire moins de NAMEDATALEN octets (64 octets dans une installation PostgreSQL™ standard).

Types intervalles

La troisième forme de **CREATE TYPE** crée un type intervalle, comme décrit dans Section 8.17, « Types intervalle de valeurs ».

Le *sous-type* du type intervalle peut être de tout type qui soit associé avec une classe d'opérateur B-tree (pour déterminer l'ordre des valeurs pour le type intervalle). Habituellement, la classe d'opérateur par défaut du sous-type est utilisée pour déterminer l'ordre. Pour utiliser un opérateur de classe autre que celle par défaut, indiquez son nom avec *classe_operateur_sous_type*. Si le sous-type est collationnable et que vous voulez utiliser un collationnement autre que celui par défaut dans l'ordre de l'intervalle, indiquez le collationnement souhaité avec l'option *collationnement*.

La fonction optionnelle *canonique* prend un argument du type intervalle défini, et renvoie une valeur du même type. C'est utilisé pour convertir les valeurs intervalles en leur forme canonique, lorsque c'est applicable. Voir Section 8.17.8, « Définir de nouveaux type intervalle de valeurs » pour plus d'informations. Créer une fonction *canonique* peut être un peu compliqué car il doit être défini avant que le type intervalle ne soit défini. Pour cela, vous devez tout d'abord créer un type shell, qui est un coquille vide qui n'a aucune propriété en dehors de son nom et propriétaire. Cela se crée en exécutant la commande **CREATE TYPE** *nom*, sans paramètre supplémentaire. Ensuite, la fonction peut être déclarée en utilisant le type shell comme argument et résultat. Enfin, le type intervalle peut être déclaré en utilisant le même nom. Ceci remplace automatiquement l'entrée du type shell avec un type intervalle valide.

La fonction optionnelle *diff_sous_type* doit prendre deux valeurs du type *sous-type* comme arguments, et renvoie une valeur de type double précision représentant la différence entre les deux valeurs données. Bien que cela soit optionnel, la fournir autorise une plus grande efficacité des index GiST sur les colonnes du type intervalle. Voir Section 8.17.8, « Définir de nouveaux type intervalle de valeurs » pour plus d'informations.

Types de base

La quatrième forme de **CREATE TYPE** crée un nouveau type de base (type scalaire). Pour créer un nouveau type de base, il faut être superutilisateur. (Cette restriction est imposée parce qu'une définition de type erronée pourrait embrouiller voire arrêter brutalement le serveur.)

L'ordre des paramètres, dont la plupart sont optionnels, n'a aucune d'importance. Avant de définir le type, il est nécessaire de définir au moins deux fonctions (à l'aide de la commande **CREATE FUNCTION**). Les fonctions de support *fonction_entrée* et *fonction_sortie* sont obligatoires. Les fonctions *fonction_réception*, *fonction_envoi*, *type_modifier_input_function*, *type_modifier_output_function* et *fonction_analyse* sont optionnelles. Généralement, ces fonctions sont codées en C ou dans un autre langage de bas niveau.

La *fonction_entrée* convertit la représentation textuelle externe du type en représentation interne utilisée par les opérateurs et fonctions définis pour le type. La *fonction_sortie* réalise la transformation inverse. La fonction entrée peut être déclarée avec un argument de type *cstring* ou trois arguments de types *cstring*, *oid*, *integer*. Le premier argument est le texte en entrée sous la forme d'une chaîne C, le second argument est l'*OID* du type (sauf dans le cas des types tableau où il s'agit de l'*OID* du type de l'élément) et le troisième est le *typmod* de la colonne destination, s'il est connu (-1 sinon). La fonction entrée doit renvoyer une valeur du nouveau type de données. Habituellement, une fonction d'entrée devrait être déclarée comme **STRICT** si ce n'est pas le cas, elle sera appelée avec un premier paramètre **NULL** à la lecture d'une valeur **NULL** en entrée. La fonction doit toujours envoyer **NULL** dans ce cas, sauf si une erreur est rapportée. (Ce cas a pour but de supporter les fonctions d'entrée des domaines qui ont besoin de rejeter les entrées **NULL**.) La fonction sortie doit prendre un argument du nouveau type de données, et retourner le type *cstring*. Les fonctions sortie ne sont pas appelées pour des valeurs **NULL**.

La *fonction_réception*, optionnelle, convertit la représentation binaire externe du type en représentation interne. Si cette fonction n'est pas fournie, le type n'accepte pas d'entrée binaire. La représentation binaire est choisie de telle sorte que sa conversion en forme interne soit peu coûteuse, tout en restant portable. (Par exemple, les types de données standard entiers utilisent l'ordre réseau des octets comme représentation binaire externe alors que la représentation interne est dans l'ordre natif des octets de la machine.) La fonction de réception réalise les vérifications adéquates pour s'assurer que la valeur est valide. Elle peut être déclarée avec un argument de type *internal* ou trois arguments de types *internal*, *integer* et *oid*. Le premier argument est un pointeur vers un tampon *StringInfo* qui contient la chaîne d'octets reçue ; les arguments optionnels sont les mêmes que pour la fonction entrée de type texte. La fonction de réception retourne une valeur du type de données. Habituellement, une fonction de réception devrait être déclarée comme **STRICT** si ce n'est pas le cas, elle sera appelée avec un premier paramètre **NULL** à la lecture d'une valeur **NULL** en entrée. La fonction doit toujours envoyer **NULL** dans ce cas, sauf si une erreur est rapportée. (Ce cas a pour but de supporter les fonctions de réception des domaines qui ont besoin de rejeter les entrées **NULL**.) De façon similaire, la *fonc-*

tion_envoi, optionnelle, convertit la représentation interne en représentation binaire externe. Si cette fonction n'est pas fournie, le type n'accepte pas de sortie binaire. La fonction d'envoi doit être déclarée avec un argument du nouveau type de données et renvoyer le type bytea. Les fonctions réception ne sont pas appelées pour des valeurs NULL.

À ce moment-là, vous pouvez vous demander comment les fonctions d'entrée et de sortie peuvent être déclarées avoir un résultat ou un argument du nouveau type alors qu'elles sont à créer avant que le nouveau type ne soit créé. La réponse est que le type sera tout d'abord défini en tant que *type squelette (shell type)*, une ébauche de type sans propriété à part un nom et un propriétaire. Ceci se fait en exécutant la commande CREATE TYPE *nom* sans paramètres supplémentaires. Ensuite, les fonctions d'entrée/sortie C peuvent être définies en référençant le squelette. Enfin, le CREATE TYPE avec une définition complète remplace le squelette avec une définition complète et valide du type, après quoi le nouveau type peut être utilisé normalement.

Les fonctions optionnelles *type_modifier_input_function* et *type_modifier_output_function* sont nécessaires si le type supporte des modificateurs, c'est-à-dire des contraintes optionnelles attachées à une déclaration de type comme `char(5)` ou `numeric(30,2)`. PostgreSQL™ autorise les types définis par l'utilisateur à prendre une ou plusieurs constantes ou identifiants comme modificateurs ; néanmoins, cette information doit être capable d'être englobée dans une seule valeur entière positive pour son stockage dans les catalogues système. *type_modifier_input_function* se voit fournir le modifieur déclaré de la forme d'un tableau de `cstring`. Il doit vérifier la validité des valeurs et renvoyer une erreur si elles sont invalides. Dans le cas contraire, il renvoie une valeur entière positive qui sera stockée dans la colonne « `typmod` ». Les modificateurs de type seront rejettés si le type n'a pas de *type_modifier_input_function*. *type_modifier_output_function* convertit la valeur `typmod` integer en une forme correcte pour l'affichage. Il doit renvoyer une valeur de type `cstring` qui est la chaîne exacte à ajouter au nom du type ; par exemple la fonction de `numeric` pourrait renvoyer `(30,2)`. Il est permis d'omettre le *type_modifier_output_function*, auquel cas le format d'affichage par défaut est simplement la valeur `typmod` stockée entre parenthèses.

La *fonction_analyse*, optionnelle, calcule des statistiques spécifiques au type de données pour les colonnes de ce type. Par défaut, ANALYZE tente de récupérer des statistiques à l'aide des opérateurs d'« égalité » et d'« infériorité » du type, s'il existe une classe d'opérateur B-tree par défaut pour le type. Ce comportement est inadapté aux types non-scalaires ; il peut être surchargé à l'aide d'une fonction d'analyse personnalisée. La fonction d'analyse doit être déclarée avec un seul argument de type internal et un résultat de type boolean. L'API détaillée des fonctions d'analyses est présentée dans `src/include/commands/vacuum.h`.

Alors que les détails de la représentation interne du nouveau type ne sont connus que des fonctions d'entrées/sorties et des fonctions utilisateurs d'interaction avec le type, plusieurs propriétés de la représentation interne doivent être déclarées à PostgreSQL™. La première est *longueurinterne*. Les types de données basiques peuvent être de longueur fixe (dans ce cas, *longueurinterne* est un entier positif) ou de longueur variable (indiquée par le positionnement de *longueurinterne* à VARIABLE ; en interne, cela est représenté en initialisant `typlen` à -1). La représentation interne de tous les types de longueur variable doit commencer par un entier de quatre octets indiquant la longueur totale de cette valeur. (Notez que le champ `length` est souvent encodé, comme décrit dans Section 65.2, « TOAST » ; il n'est pas conseillé d'y accéder directement.)

Le drapeau optionnel `PASSEDBYVALUE` indique que les valeurs de ce type de données sont passées par valeur plutôt que par référence. Les types dont la représentation interne est plus grande que la taille du type Datum (quatre octets sur la plupart des machines, huit sur quelques-unes) ne doivent pas être passés par valeur. Les types passés par valeur doivent avoir une longueur fixe et leur représentation interne ne peut pas être plus large que la taille du type Datum (4 octets sur certaines machines, 8 octets sur d'autres).

Le paramètre *alignement* spécifie l'alignement de stockage requis pour le type de données. Les valeurs permises sont des alignements sur 1, 2, 4 ou 8 octets. Les types de longueurs variables ont un alignement d'au moins quatre octets car leur premier composant est nécessairement un `int4`.

Le paramètre *stockage* permet de choisir une stratégie de stockage pour les types de données de longueur variable. (Seul plain est autorisé pour les types de longueur fixe.) plain indique des données stockées en ligne et non compressées. Dans le cas d'extended le système essaie tout d'abord de compresser une valeur longue et déplace la valeur hors de la ligne de la table principale si elle est toujours trop longue. external permet à la valeur d'être déplacée hors de la table principale mais le système ne tente pas de la compresser. main autorise la compression mais ne déplace la valeur hors de la table principale qu'en dernier recours. (Ils seront déplacés s'il n'est pas possible de placer la ligne dans la table principale, mais sont préférentiellement conservés dans la table principale, contrairement aux éléments extended et external.)

Toutes les valeurs *storage* autres que plain impliquent que les fonctions du type de données peuvent gérer les valeurs placées en TOAST, comme décrit dans Section 65.2, « TOAST » et Section 36.11.1, « Considérations sur les TOAST ». L'autre valeur spécifique détermine la stratégie de stockage par défaut pour les colonnes d'un type de données externalisable ; les utilisateurs peuvent sélectionner les autres stratégies pour les colonnes individuelles en utilisant ALTER TABLE SET STORAGE.

Le paramètre *type_like* fournit une méthode alternative pour spécifier les propriétés de représentation de base d'un type de données : les copier depuis un type existant. Les valeurs de *longueurinterne*, *passedbyvalue*, *alignement* et *stockage* sont copiées du type indiqué. (C'est possible, mais habituellement non souhaité, d'effacer certaines de ces valeurs en les spécifiant en même temps que la clause LIKE.) Spécifier la représentation de cette façon est particulièrement pratique quand l'implémentation de bas niveau du nouveau type emprunte celle d'un type existant d'une façon ou d'une autre.

Les paramètres *catégorie* et *préféré* peuvent être utilisés pour aider à contrôler la conversion implicite appliquée en cas d'ambiguïté. Chaque type de données appartient à une catégorie identifiée par un seul caractère ASCII, et chaque type est « préféré » ou pas de sa catégorie. L'analyseur préférera convertir vers des types préférés (mais seulement à partir d'autres types dans la même catégorie) quand cette règle peut servir à résoudre des fonctions ou opérateurs surchargés. Pour plus de détails, voir Chapitre 10, Conversion de types. Pour les types qui n'ont pas de conversion implicite de ou vers d'autres types, on peut se contenter de laisser ces paramètres aux valeurs par défaut. Par contre, pour un groupe de types liés entre eux qui ont des conversions implicites, il est souvent pratique de les marquer tous comme faisant partie d'une même catégorie, et de choisir un ou deux des types les « plus généraux » comme étant les types préférés de la catégorie. Le paramètre *catégorie* est particulièrement utile quand on ajoute un type défini par l'utilisateur à un type interne, comme un type numérique ou chaîne. Toutefois, c'est aussi tout à fait possible de créer des catégories de types entièrement nouvelles. Choisissez un caractère ASCII autre qu'une lettre en majuscule pour donner un nom à une catégorie de ce genre.

Une valeur par défaut peut être spécifiée dans le cas où l'utilisateur souhaite que cette valeur soit différente de NULL pour les colonnes de ce type. La valeur par défaut est précisée à l'aide du mot clé DEFAULT. (Une telle valeur par défaut peut être surchargée par une clause DEFAULT explicite attachée à une colonne particulière.)

Pour indiquer qu'un type est un tableau, le type des éléments du tableau est précisé par le mot clé ELEMENT. Par exemple, pour définir un tableau d'entiers de quatre octets (int4), ELEMENT = int4 est utilisé. Plus de détails sur les types tableau apparaissent ci-dessous.

Pour préciser le délimiteur de valeurs utilisé dans la représentation externe des tableaux de ce type, délimiteur peut être positionné à un caractère particulier. Le délimiteur par défaut est la virgule (,). Le délimiteur est associé avec le type élément de tableau, pas avec le type tableau.

Si le paramètre booléen optionnel collatable vaut true, les définitions et expressions de colonnes du type peuvent embarquer une information de collationnement via la clause COLLATE. C'est aux implémentations des fonctions du type de faire bon usage de cette information. Cela n'arrive pas automatiquement en marquant le type collationnable.

Types tableau

À chaque fois qu'un type défini par un utilisateur est créé, PostgreSQL™ crée automatiquement un type tableau associé dont le nom est composé à partir du type de base préfixé d'un tiret bas et tronqué si nécessaire pour que le nom généré fasse moins de NAMEDATALEN octets. (Si le nom généré est en conflit avec un autre nom, le traitement est répété jusqu'à ce qu'un nom sans conflit soit trouvé.) Ce type tableau créé implicitement est de longueur variable et utilise les fonctions d'entrée et sortie array_in et array_out. Le type tableau trace tout changement dans du type de base pour le propriétaire et le schéma. Il est aussi supprimé quand le type de base l'est.

Pourquoi existe-t-il une option ELEMENT si le système fabrique automatiquement le bon type tableau ? La seule utilité d'ELEMENT est la création d'un type de longueur fixe représenté en interne par un tableau d'éléments identiques auxquels on souhaite accéder directement par leurs indices (en plus de toute autre opération effectuée sur le type dans sa globalité). Par exemple, le type point est représenté par deux nombres à virgule flottante, qui sont accessibles par point[0] et point[1]. Cette fonctionnalité n'est possible qu'avec les types de longueur fixe dont la forme interne est strictement une séquence de champs de longueur fixée. Un type de longueur variable est accessible par ses indices si sa représentation interne généralisée est celle utilisée par array_in et array_out. Pour des raisons historiques (c'est-à-dire pour de mauvaises raisons, mais il est trop tard pour changer) les indices des tableaux de types de longueur fixe commencent à zéro et non à un comme c'est le cas pour les tableaux de longueur variable.

Paramètres

nom

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) du type à créer.

nom_attribut

Le nom d'un attribut (colonne) du type composite.

type_données

Le nom d'un type de données existant utilisé comme colonne du type composite.

collationnement

Le nom d'un collationnement existant à associer avec une colonne d'un type composite ou avec un type intervalle.

label

Une chaîne représentant le label associé à une valeur du type enum.

sous_type

Le nom du type élément dont le type intervalle va représenter des intervalles.

classe_operateur_sous_type

Le nom d'une classe d'opérateur B-tree pour le sous-type.

fonction_canonique

Le nom de la fonction canonique pour le type intervalle.

fonction_diff_sous_type

Le nom de la fonction de différence pour le sous-type.

fonction_entrée

Le nom d'une fonction de conversion des données de la forme textuelle externe du type en forme interne.

fonction_sortie

Le nom d'une fonction de conversion des données de la forme interne du type en forme textuelle externe.

fonction_réception

Le nom d'une fonction de conversion des données de la forme binaire externe du type en forme interne.

fonction_envoi

Le nom d'une fonction de conversion des données de la forme interne du type en forme binaire externe.

type_modifier_input_function

Le nom d'une fonction qui convertit un tableau de modifieurs pour le type vers sa forme interne.

type_modifier_output_function

Le nom d'une fonction qui convertit la forme interne des modifieurs du type vers leur forme textuelle externe.

analyze_function

Le nom d'une fonction d'analyses statistiques pour le type de données.

longueurinterne

Une constante numérique qui précise la longueur en octets de la représentation interne du nouveau type. Supposée variable par défaut.

alignement

La spécification d'alignement du stockage du type de données. Peut être `char`, `int2`, `int4` ou `double` ; `int4` par défaut.

stockage

La stratégie de stockage du type de données. Peut être `plain`, `external`, `extended` ou `main` ; `plain` par défaut.

type_like

Le nom d'un type de données existant dont le nouveau type partagera la représentation. Les valeurs de `longueurinterne`, `passedbyvalue`, `alignement` et `stockage` sont recopiées à partir de ce type, sauf si elles sont écrasées explicitement ailleurs dans la même commande **CREATE TYPE**.

catégorie

Le code de catégorie (un unique caractère ASCII) pour ce type. La valeur par défaut est `U` pour « user-defined type » (type défini par l'utilisateur). Les autres codes standard de catégorie peuvent être trouvés dans Tableau 50.56, « Codes typcategory ». Vous pouvez aussi choisir d'autres caractères ASCII pour créer vos propres catégories personnalisées.

préféré

True si ce type est un type préféré dans sa catégorie de types, sinon false. La valeur par défaut est false. Faites très attention en créant un nouveau type préféré à l'intérieur d'une catégorie existante car cela pourrait créer des modifications surprenantes de comportement.

défaut

La valeur par défaut du type de données. Omise, elle est NULL.

élément

Type des éléments du type tableau créé.

délimiteur

Le caractère délimiteur des valeurs des tableaux de ce type.

collatable

Vrai si les opérations de ce type peuvent utiliser les informations de collationnement. Par défaut, à faux.

Notes

Comme il n'y a pas de restrictions à l'utilisation d'un type de données une fois qu'il a été créé, créer un type de base ou un type range est équivalent à donner les droits d'exécution sur les fonctions mentionnées dans la définition du type. Ce n'est pas un problème habituellement pour le genre de fonctions utiles dans la définition d'un type mais réfléchissez bien avant de concevoir un

type d'une façon qui nécessiterait que des informations « secrètes » soient utilisées lors de sa conversion vers ou à partir d'une forme externe.

Avant PostgreSQL™ version 8.3, le nom d'un type tableau généré était toujours exactement le nom du type élément avec un caractère tiret bas (_) en préfixe. (Les noms des types étaient du coup limités en longueur à un caractère de moins que les autres noms.) Bien que cela soit toujours le cas, le nom d'un type tableau peut varier entre ceci dans le cas des noms de taille maximum et les collisions avec des noms de type utilisateur qui commencent avec un tiret bas. Écrire du code qui dépend de cette convention est du coup obsolète. À la place, utilisez pg_type.typarray pour situer le type tableau associé avec un type donné.

Il est conseillé d'éviter d'utiliser des noms de table et de type qui commencent avec un tiret bas. Alors que le serveur changera les noms des types tableau générés pour éviter les collisions avec les noms donnés par un utilisateur, il reste toujours un risque de confusion, particulièrement avec les anciens logiciels clients qui pourraient supposer que les noms de type commençant avec un tiret bas représentent toujours des tableaux.

Avant PostgreSQL™ version 8.2, la syntaxe de création d'un type shell CREATE TYPE *nom* n'existe pas. La façon de créer un nouveau type de base était de créer en premier les fonctions paramètres. Dans cette optique, PostgreSQL™ verra tout d'abord le nom d'un nouveau type de données comme type de retour de la fonction en entrée. Le type shell est créé implicitement dans ce cas et il est ensuite référencé dans le reste des fonctions d'entrée/sortie. Cette approche fonctionne toujours mais est obsolète et pourrait être interdite dans une version future. De plus, pour éviter de faire grossir les catalogues de façon accidentelle avec des squelettes de type erronés, un squelette sera seulement créé quand la fonction en entrée est écrit en C.

Dans les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 7.3, la création d'un type coquille était habituellement évitée en remplaçant les références des fonctions au nom du type par le pseudotype opaque. Les arguments cstring et les résultats étaient également déclarés opaque. Pour supporter le chargement d'anciens fichiers de sauvegarde, **CREATE TYPE** accepte les fonctions d'entrées/sorties déclarées avec le pseudotype opaque mais un message d'avertissement est affiché. La déclaration de la fonction est également modifiée pour utiliser les bons types.

Exemples

Créer un type composite utilisé dans la définition d'une fonction :

```
CREATE TYPE compfoo AS (f1 int, f2 text);

CREATE FUNCTION getfoo() RETURNS SETOF compfoo AS $$ 
SELECT fooid, fooname FROM foo
$$ LANGUAGE SQL;
```

Cet exemple crée un type énuméré et l'utilise dans la création d'une table :

```
CREATE TYPE statut_bogue AS ENUM ('nouveau', 'ouvert', 'fermé');

CREATE TABLE bogue (
    id serial,
    description text,
    status statut_bogue
);
```

Cet exemple crée un type intervalle :

```
CREATE TYPE float8_range AS RANGE (subtype = float8, subtype_diff = float8mi);
```

Créer le type de données basique box utilisé dans la définition d'une table :

```
CREATE TYPE box;

CREATE FUNCTION ma_fonction_entree_box(cstring) RETURNS box AS ... ;
CREATE FUNCTION ma_fonction_sortie_box(box) RETURNS cstring AS ... ;

CREATE TYPE box (
    INTERNALLENGTH = 16,
    INPUT = ma_fonction_entree_box,
    OUTPUT = ma_fonction_sortie_box
);
```

```
CREATE TABLE myboxes (
    id integer,
    description box
);
```

Si la structure interne de box est un tableau de quatre éléments float4, on peut écrire :

```
CREATE TYPE box (
    INTERNALLENGTH = 16,
    INPUT = ma_fonction_entree_box,
    OUTPUT = ma_fonction_sortie_box,
    ELEMENT = float4
);
```

ce qui permet d'accéder aux nombres composant la valeur d'une boîte par les indices. Le comportement du type n'est pas modifié.

Créer un objet large utilisé dans la définition d'une table :

```
CREATE TYPE bigobj (
    INPUT = lo_filein, OUTPUT = lo_fileout,
    INTERNALLENGTH = VARIABLE
);
CREATE TABLE big_objs (
    id integer,
    obj bigobj
);
```

D'autres exemples, intégrant des fonctions utiles d'entrée et de sortie, peuvent être consultés dans Section 36.11, « Types utilisateur ».

Compatibilité

La première forme de la commande **CREATE TYPE**, qui crée un type composite, est conforme au standard SQL. Les autres formes sont des extensions de PostgreSQL™. L'instruction **CREATE TYPE** du standard SQL définit aussi d'autres formes qui ne sont pas implémentées dans PostgreSQL™.

La possibilité de créer un type composite sans attributs est une différence spécifique de PostgreSQL™ que le standard ne propose pas (de façon analogue au **CREATE TABLE**).

Voir aussi

[ALTER TYPE\(7\)](#), [CREATE DOMAIN\(7\)](#), [CREATE FUNCTION\(7\)](#), [DROP TYPE\(7\)](#)

Nom

CREATE USER — Définir un nouveau rôle de base de données

Synopsis

```
CREATE USER nom [ [ WITH ] option [ . . . ] ]
```

où *option* peut être :

```
SUPERUSER | NOSUPERUSER
CREATEDB | NOCREATEDB
CREATEROLE | NOCREATEROLE
INHERIT | NOINHERIT
LOGIN | NOLOGIN
REPLICATION | NOREPLICATION
BYPASSRLS | NOBYPASSRLS
CONNECTION LIMIT limite_connexion
[ ENCRYPTED | UNENCRYPTED ] PASSWORD 'motdepasse'
VALID UNTIL 'dateheure'
IN ROLE nom_role [ , . . . ]
IN GROUP nom_role [ , . . . ]
ROLE nom_role [ , . . . ]
ADMIN nom_role [ , . . . ]
USER nom_role [ , . . . ]
SYSID uid
```

Description

CREATE USER est dorénavant un alias de **CREATE ROLE(7)**. Il y a toutefois une petite différence entre les deux commandes. Lorsque la commande **CREATE USER** est exécutée, **LOGIN** est le comportement par défaut. Au contraire, quand **CREATE ROLE** est exécutée, **NOLOGIN** est utilisé.

Compatibilité

L'instruction **CREATE USER** est une extension PostgreSQL™. Le standard SQL laisse la définition des utilisateurs à l'implantation.

Voir aussi

[CREATE ROLE\(7\)](#)

Nom

CREATE USER MAPPING — Définir une nouvelle correspondance d'utilisateur (*user mapping*) pour un serveur distant

Synopsis

```
CREATE USER MAPPING FOR { nom_utilisateur | USER | CURRENT_USER | PUBLIC }
    SERVER nom_serveur
    [ OPTIONS ( option 'valeur' [ , ... ] ) ]
```

Description

CREATE USER MAPPING définit une nouvelle correspondance d'utilisateur (*user mapping*) pour un serveur distant. Une correspondance d'utilisateur englobe typiquement les informations de connexion qu'un wrapper de données distantes utilise avec l'information d'un serveur distant pour accéder à des ressources externes de données.

Le propriétaire d'un serveur distant peut créer des correspondances d'utilisateur pour ce serveur pour n'importe quel utilisateur. Par ailleurs, un utilisateur peut créer une correspondance d'utilisateur pour son propre nom d'utilisateur si le droit USAGE a été donné sur le serveur à son utilisateur.

Paramètres

nom_utilisateur

Le nom d'un utilisateur existant qui est mis en correspondance sur un serveur distant. CURRENT_USER et USER correspondent au nom de l'utilisateur courant. Quand PUBLIC est ajoutée, une correspondance appelée publique est créée pour être utilisée quand aucune correspondance d'utilisateur spécifique n'est applicable.

nom_serveur

Le nom d'un serveur existant pour lequel la correspondance d'utilisateur sera créée.

OPTIONS (*option 'valeur'* [, ...])

Cette clause définit les options pour la correspondance d'utilisateurs. Les options définissent typiquement le nom et le mot de passe réels de la correspondance. Les nom d'options doivent être uniques. Les noms et valeurs d'options autorisés sont propres au wrapper de données étrangère du serveur.

Exemples

Créer une correspondance d'utilisateur pour l'utilisateur bob, sur le serveur truc :

```
CREATE USER MAPPING FOR bob SERVER truc OPTIONS (user 'bob', password 'secret');
```

Compatibilité

CREATE USER MAPPING est conforme à la norme ISO/IEC 9075-9 (SQL/MED).

Voir aussi

ALTER USER MAPPING(7), DROP USER MAPPING(7), CREATE FOREIGN DATA WRAPPER(7), CREATE SERVER(7)

Nom

CREATE VIEW — Définir une vue

Synopsis

```
CREATE [ OR REPLACE ] [ TEMP | TEMPORARY ] [ RECURSIVE ] VIEW nom [ ( nom_colonne [ ,  
... ] ) ]  
[ WITH ( nom_option_vue [= valeur_option_vue] [ , ... ] ) ]  
AS requête  
[ WITH [ CASCADED | LOCAL ] CHECK OPTION ]
```

Description

CREATE VIEW définit une vue d'après une requête. La vue n'est pas matérialisée physiquement. Au lieu de cela, la requête est lancée chaque fois qu'une vue est utilisée dans une requête.

CREATE OR REPLACE VIEW a la même finalité, mais si une vue du même nom existe déjà, elle est remplacée. La nouvelle requête doit générer les mêmes colonnes que celles de l'ancienne requête (c'est-à-dire les mêmes noms de colonnes dans le même ordre avec les mêmes types de données). Par contre, elle peut ajouter des colonnes supplémentaires en fin de liste. Les traitements qui donnent les colonnes en sortie pourraient être complètement différents.

Si un nom de schéma est donné (par exemple CREATE VIEW monschéma.mavue ...), alors la vue est créée dans ce schéma. Dans le cas contraire, elle est créée dans le schéma courant. Les vues temporaires existent dans un schéma spécial. Il n'est donc pas nécessaire de fournir de schéma pour les vues temporaires. Le nom de la vue doit être différent du nom de toute autre vue, table, séquence, index ou table distante du même schéma.

Paramètres

TEMPORARY ou TEMP

La vue est temporaire. Les vues temporaires sont automatiquement supprimées en fin de session. Les relations permanentes qui portent le même nom ne sont plus visibles pour la session tant que la vue temporaire existe, sauf s'il y est fait référence avec le nom du schéma.

Si l'une des tables référencées par la vue est temporaire, la vue est alors elle-aussi temporaire (que TEMPORARY soit spécifié ou non).

RECURSIVE

Crée une vue récursive. La syntaxe

```
CREATE RECURSIVE VIEW [ schéma . ] nom (colonnes) AS SELECT ...;
```

est équivalente à

```
CREATE VIEW [ schéma . ] nom AS WITH RECURSIVE nom (colonnes) AS (SELECT ...)  
SELECT colonne FROM nom;
```

Une liste de noms de colonne doit être spécifiée pour la vue récursive.

nom

Le nom de la vue à créer (éventuellement qualifié du nom du schéma).

nom de colonne

Une liste optionnelle de noms à utiliser pour les colonnes de la vue. Si elle n'est pas donnée, le nom des colonnes est déduit de la requête.

WITH (*nom de l'option de vue* [= *valeur de l'option*] [, ...])

Cette clause spécifie des paramètres optionnels pour une vue. Les paramètres supportés sont les suivants :

check_option (string)

Ce paramètre peut avoir soit local soit cascaded, et est l'équivalent de spécifier WITH [CASCADED | LOCAL] CHECK OPTION (voir ci-dessous). Cette option peut être modifiée sur des vues existantes en utilisant ALTER VIEW(7).

security_barrier (boolean)

Ceci doit être utilisé si la vue a pour but de fournir une sécurité au niveau ligne. Voir Section 39.5, « Règles et droits » pour plus de détails.

requête

Une commande SELECT(7) ou VALUES(7) qui fournira les colonnes et lignes de la vue.

WITH [CASCaded | LOCAL] CHECK OPTION

Cette option contrôle le comportement des vues automatiquement modifiables. Quand cette option est spécifiée, les commandes **INSERT** et **UPDATE** sur la vue seront vérifiées pour s'assurer que les nouvelles lignes satisfont la condition définie dans la vue (autrement dit, les nouvelles lignes sont vérifiées pour s'assurer qu'elles sont visibles par la vue). Dans le cas contraire, la mise à jour est rejetée. Si l'option CHECK OPTION n'est pas indiquée, les commandes **INSERT** et **UPDATE** sur la vue sont autorisées à créer des lignes qui ne sont pas visibles avec la vue. Les options de vérification suivantes sont supportées :

LOCAL

Les nouvelles lignes sont seulement vérifiées avec les conditions définies directement dans la vue. Toute condition définie dans les relations sous-jacentes ne sont pas vérifiées (sauf si elles disposent elles-même de l'option CHECK OPTION).

CASCaded

Les nouvelles lignes sont vérifiées avec les conditions de la vue et de toutes les relations sous-jacentes. Si l'option CHECK OPTION est précisée, et que ni LOCAL ni CASCaded ne le sont, alors CASCaded est supposé.

L'option CHECK OPTION ne peut pas être utilisé dans les vues RECURSIVE.

Il faut noter que l'option CHECK OPTION est seulement acceptée sur les vues qui sont automatiquement modifiables, et n'ont pas de triggers INSTEAD OF ou de règles INSTEAD. Si une vue modifiable automatiquement est définie au-dessus d'une vue de base qui dispose de triggers INSTEAD OF, alors l'option LOCAL CHECK OPTION peut être utilisé pour vérifier les conditions de la vue automatiquement modifiable mais les conditions de la vue de base comprenant des triggers INSTEAD OF ne seront pas vérifiées (une option de vérification en cascade ne continuera pas après vue avec trigger et toute option de vérification définie directement sur une vue automatiquement modifiable sera ignorée). Si la vue ou une des relations sous-jacentes a une règle INSTEAD qui cause la réécriture des commandes **INSERT** ou **UPDATE**, alors toutes les options de vérification seront ignorées dans la requête réécrite, ainsi que toutes les vérifications provenant de vues automatiquement modifiables définies au niveau haut d'une relation avec la règle INSTEAD.

Notes

L'instruction DROP VIEW(7) est utilisée pour supprimer les vues.

Il est important de s'assurer que le nom et le type des colonnes de la vue correspondent à ce qui est souhaité. Ainsi :

```
CREATE VIEW vista AS SELECT 'Hello World';
```

présente deux défauts majeurs : le nom de la colonne prend la valeur implicite ?column? et son type de données le type implicite unknown. Pour obtenir une chaîne de caractères dans le résultat de la vue, on peut écrire :

```
CREATE VIEW vista AS SELECT text 'Hello World' AS hello;
```

L'accès aux tables référencées dans la vue est déterminé par les droits du propriétaire de la vue. Dans certains cas, cela peut être utilisé pour fournir un accès sécurisé. Cependant, toutes les vues ne sont pas sécurisables ; voir Section 39.5, « Règles et droits » pour des détails. Les fonctions appelées dans la vue sont traitées de la même façon que si elles avaient été appelées directement dans la requête utilisant la vue. Du coup, l'utilisateur d'une vue doit avoir les droits pour appeler toutes les fonctions utilisées par la vue.

Quand **CREATE OR REPLACE VIEW** est utilisé sur une vue existante, seule la règle SELECT définissant la vue est modifiée. Les autres propriétés, comme les droits, le propriétaire et les règles autres que le SELECT, ne sont pas modifiées. Vous devez être le propriétaire de la vue pour la remplacer (ceci incluant aussi les membres du rôle propriétaire).

Vues modifiables

Les vues simples sont automatiquement modifiables : le système autorise l'utilisation des commandes **INSERT**, **UPDATE** et **DELETE** sur les vues comme sur les tables. Une vue est modifiable automatiquement si elle satisfait les conditions suivantes :

- La vue doit avoir exactement une entrée (une table ou une autre vue modifiable) dans la liste FROM.
- La définition de la vue ne doit pas contenir de clauses WITH, DISTINCT, GROUP BY, HAVING, LIMIT ou OFFSET au niveau le plus haut.
- La définition de la vue ne doit pas contenir d'opérations sur des ensembles (UNION, INTERSECT ou EXCEPT) au niveau le plus haut.

- La liste de sélection de la vue ne doit pas contenir d'agrégats, de fonctions de fenêtrage ou de fonctions renvoyant des ensembles de lignes.

Une vue à mise à jour automatique peut contenir un mélange de colonnes modifiables et non modifiables. Une colonne est modifiable si elle est une référence simple à une colonne modifiable de la relation sous-jacente. Dans le cas contraire, la colonne est en lecture seule et une erreur sera levée si une instruction **INSERT** ou **UPDATE** tente d'assigner une valeur à cette colonne.

Si la vue est modifiable automatiquement, le système convertira automatiquement toute commande **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE** sur la vue dans la commande correspondante sur la relation sous-jacente. Les requêtes **INSERT** qui ont une clause **ON CONFLICT UPDATE** sont supportées.

Si une vue modifiable automatiquement contient une condition **WHERE**, la condition restreint les lignes modifiables dans la relation de base par une commande **UPDATE** ou **DELETE**. Néanmoins, un **UPDATE** peut modifier une ligne qui ne satisfait plus la condition **WHERE**, et du coup qui n'est plus visible par la vue. De la même façon, une commande **INSERT** peut insérer des lignes dans la relation de base qui ne satisfont pas la condition **WHERE** et qui, du coup, ne sont pas visibles via la vue (**ON CONFLICT UPDATE** pourrait aussi impacter une ligne non visible au travers de la vue). La clause **CHECK OPTION** peut être utilisée pour empêcher que les commandes **INSERT** et **UPDATE** créent de telles lignes qui ne sont pas visibles au travers de la vue.

Si une vue modifiable automatiquement est marquée avec la propriété **security_barrier**, alors toutes les conditions de la clause **WHERE** (et toutes les conditions utilisant des opérateurs marqués **LEAKPROOF**) seront toujours évaluées avant les conditions ajoutées par l'utilisateur de la vue. Voir Section 39.5, « Règles et droits » pour les détails complets. Notez qu'à cause de ce comportement, les lignes qui ne sont pas renvoyées (parce qu'elles ne satisfont pas les conditions de la clause **WHERE** de l'utilisateur) pourraient quand même se trouver bloquées. **EXPLAIN** peut être utilisé pour voir les conditions appliquées au niveau de la relation (pas de verrou des lignes dans ce cas) et celles qui ne le sont pas.

Une vue plus complexe qui ne satisfait pas toutes les conditions ci-dessus est par défaut en lecture seule : le système ne permettra ni insertion, ni mise à jour, ni suppression sur la vue. Vous pouvez obtenir le même effet qu'une vue modifiable en créant des triggers **INSTEAD OF** sur la vue. Ces triggers doivent convertir l'insertion, ... tentée sur la vue par l'action appropriée sur les autres tables. Pour plus d'informations, voir **CREATE TRIGGER(7)**. Une autre possibilité revient à créer des règles (voir **CREATE RULE(7)**). Cependant, en pratique, les triggers sont plus simples à comprendre et à utiliser correctement.

Notez que l'utilisateur réalisant l'insertion, la mise à jour ou la suppression sur la vue doit avoir les droits correspondants sur la vue. De plus, le propriétaire de la vue doit avoir les droits correspondants sur les relations sous-jacentes mais l'utilisateur réalisant la mise à jour n'a pas besoin de droits sur les relations sous-jacentes (voir Section 39.5, « Règles et droits »).

Exemples

Créer une vue composée des comédies :

```
CREATE VIEW comedies AS
  SELECT *
  FROM films
  WHERE genre = 'Comédie';
```

Cette requête crée une vue contenant les colonnes de la table **film** au moment de la création de la vue. Bien que l'étoile (*) soit utilisée pour créer la vue, les colonnes ajoutées par la suite à la table **film** ne feront pas partie de la vue.

Créer une vue avec l'option **LOCAL CHECK OPTION** :

```
CREATE VIEW comedies_universelles AS
  SELECT *
  FROM comedies
  WHERE classification = 'U'
  WITH LOCAL CHECK OPTION;
```

Ceci créera une vue basée sur la vue **comedies**, ne montrant que les films pour lesquels **kind** = 'Comedy' et **classification** = 'U'. Toute tentative d'**INSERT** ou d'**UPDATE** d'une ligne dans la vue sera rejeté si la nouvelle ligne ne correspond pas à **classification** = 'U', mais le type du film (colonne **genre**) ne sera pas vérifié.

Créer une vue avec **CASCADING CHECK OPTION** :

```
CREATE VIEW pg_comedies AS
  SELECT *
  FROM comedies
  WHERE classification = 'PG'
  WITH CASCADED CHECK OPTION;
```

Ceci créera une vue qui vérifie les colonnes **kind** et **classification** de chaque nouvelle ligne.

Créer une vue avec un ensemble de colonnes modifiables et non modifiables :

```
CREATE VIEW comedies AS
  SELECT f.*,
         code_pays_a_nom(f.code_pays) AS pays,
         (SELECT avg(r.score)
          FROM utilisateurs_score r
          WHERE r.film_id = f.id) AS score_moyen
    FROM films f
   WHERE f.genre = 'Comedy';
```

Cette vue supportera les commandes **INSERT**, **UPDATE** et **DELETE**. Toutes les colonnes de la table `films` seront modifiables, alors que les colonnes calculées, `pays` et `score_moyen` seront en lecture seule.

Créer une vue récursive consistant en des nombres 1 à 100 :

```
CREATE RECURSIVE VIEW public.nums_1_100 (n) AS
  VALUES (1)
UNION ALL
  SELECT n+1 FROM nums_1_100 WHERE n < 100;
```

Notez que, bien que le nom de la vue récursive est qualifié du schéma dans cette commande **CREATE**, sa propre référence interne n'est pas qualifiée du schéma. Ceci est dû au fait que le nom, implicitement créé, de la CTE ne peut pas être qualifié d'un schéma.

Compatibilité

Le standard SQL spécifie quelques possibilités supplémentaires pour l'instruction **CREATE VIEW** :

```
CREATE VIEW nom [ ( nom_colonne [ , ... ] ) ]
  AS requête
  [ WITH [ CASCADED | LOCAL ] CHECK OPTION ]
```

CREATE OR REPLACE VIEW est une extension PostgreSQL™, tout comme le concept de vue temporaire. La clause **WITH (...)** est aussi une extension.

Voir aussi

[ALTER VIEW\(7\)](#), [DROP VIEW\(7\)](#), [CREATE MATERIALIZED VIEW\(7\)](#)

Nom

DEALLOCATE — Désaffecter (libérer) une instruction préparée

Synopsis

```
DEALLOCATE [ PREPARE ] { nom | ALL }
```

Description

DEALLOCATE est utilisé pour désaffecter une instruction SQL préparée précédemment. Une instruction préparée qui n'est pas explicitement libérée l'est automatiquement en fin de session.

Pour plus d'informations sur les instructions préparées, voir [PREPARE\(7\)](#).

Paramètres

PREPARE

Mot clé ignoré.

nom

Le nom de l'instruction préparée à désaffecter.

ALL

Désaffecte toutes les instructions préparées.

Compatibilité

Le standard SQL inclut une instruction **DEALLOCATE** qui n'est utilisée que pour le SQL imbriqué.

Voir aussi

[EXECUTE\(7\)](#), [PREPARE\(7\)](#)

Nom

DECLARE — Définir un curseur

Synopsis

```
DECLARE nom [ BINARY ] [ INSENSITIVE ] [ [ NO ] SCROLL ]
CURSOR [ { WITH | WITHOUT } HOLD ] FOR requête
```

Description

DECLARE permet à un utilisateur de créer des curseurs. Ils peuvent être utilisés pour récupérer un petit nombre de lignes à la fois à partir d'une requête plus importante. Après la création du curseur, les lignes sont récupérées en utilisant `FETCH(7)`.



Note

Cette page décrit l'utilisation des curseurs au niveau de la commande SQL. Si vous voulez utiliser des curseurs dans une fonction PL/pgSQL, les règles sont différentes -- voir Section 41.7, « Curseurs ».

Paramètres

nom

Le nom du curseur à créer.

BINARY

Le curseur retourne les données au format binaire.

INSENSITIVE

Les données récupérées à partir du curseur ne doivent pas être affectées par les mises à jour des tables concernées par le curseur qui surviennent une fois que ce dernier est créé. Dans PostgreSQL™, c'est le comportement par défaut ; ce mot-clé n'a aucun effet. Il est seulement accepté pour des raisons de compatibilité avec le standard SQL.

SCROLL, NO SCROLL

`SCROLL` indique une utilisation possible du curseur pour récupérer des lignes de façon non séquentielle (c'est-à-dire en remontant la liste). En fonction de la complexité du plan d'exécution de la requête, `SCROLL` peut induire des pertes de performance sur le temps d'exécution de la requête. `NO SCROLL` indique que le curseur ne peut pas être utilisé pour récupérer des lignes de façon non séquentielle. La valeur par défaut autorise la non-séquentialité du curseur dans certains cas ; ce n'est pas la même chose que de spécifier `SCROLL`. Voir la section intitulée « Notes » pour les détails.

WITH HOLD, WITHOUT HOLD

`WITH HOLD` (NDT : persistant) indique une utilisation possible du curseur après la validation de la transaction qui l'a créé. `WITHOUT HOLD` (NDT : volatil) interdit l'utilisation du curseur en dehors de la transaction qui l'a créé. `WITHOUT HOLD` est la valeur par défaut.

requête

Une commande `SELECT(7)` ou `VALUES(7)` qui fournira les lignes à renvoyer par le curseur.

Les mots clés `BINARY`, `INSENSITIVE` et `SCROLL` peuvent apparaître dans n'importe quel ordre.

Notes

Les curseurs normaux renvoient les données au format texte, le même que produirait un **SELECT**. L'option `BINARY` spécifie que le curseur doit renvoyer les données au format binaire. Ceci réduit les efforts de conversion pour le serveur et le client, au coût d'un effort particulier de développement pour la gestion des formats de données binaires dépendants des plateformes. Comme exemple, si une requête renvoie une valeur de `un` dans une colonne de type `integer`, vous obtiendrez une chaîne `1` avec un curseur par défaut. Avec un curseur binaire, vous obtiendrez un champ sur quatre octet contenant la représentation interne de la valeur (dans l'ordre big-endian).

Les curseurs binaires doivent être utilisés en faisant très attention. Beaucoup d'applications, incluant `psql`, ne sont pas préparées à gérer des curseurs binaires et s'attendent à ce que les données reviennent dans le format texte.



Note

Quand l'application cliente utilise le protocole des « requêtes étendues » pour exécuter la commande **FETCH**, le message Bind du protocole spécifie si les données sont à récupérer au format texte ou binaire. Ce choix surcharge la façon dont le curseur est défini. Le concept de curseur binaire est donc obsolète lors de l'utilisation du protocole des requêtes étendues -- tout curseur peut être traité soit en texte soit en binaire.

Si la clause `WITH HOLD` n'est pas précisée, le curseur créé par cette commande ne peut être utilisé qu'à l'intérieur d'une transaction. Ainsi, **DECLARE** sans `WITH HOLD` est inutile à l'extérieur d'un bloc de transaction : le curseur survivrait seulement jusqu'à la fin de l'instruction. PostgreSQL™ rapporte donc une erreur si cette commande est utilisée en dehors d'un bloc de transactions. On utilise `BEGIN(7)` et `COMMIT(7)` (ou `ROLLBACK(7)`) pour définir un bloc de transaction.

Si la clause `WITH HOLD` est précisée, et que la transaction qui a créé le curseur est validée, ce dernier reste accessible par les transactions ultérieures de la session. Au contraire, si la transaction initiale est annulée, le curseur est supprimé. Un curseur créé avec la clause `WITH HOLD` est fermé soit par un appel explicite à la commande **CLOSE**, soit par la fin de la session. Dans l'implantation actuelle, les lignes représentées par un curseur persistant (`WITH HOLD`) sont copiées dans un fichier temporaire ou en mémoire afin de garantir leur disponibilité pour les transactions suivantes.

`WITH HOLD` n'est pas utilisable quand la requête contient déjà `FOR UPDATE` ou `FOR SHARE`.

L'option `SCROLL` est nécessaire à la définition de curseurs utilisés en récupération remontante (retour dans la liste des résultats, backward fetch), comme précisé par le standard SQL. Néanmoins, pour des raisons de compatibilité avec les versions antérieures, PostgreSQL™ autorise les récupérations remontantes sans que l'option `SCROLL` ne soit précisée, sous réserve que le plan d'exécution du curseur soit suffisamment simple pour être géré sans surcharge. Toutefois, il est fortement conseillé aux développeurs d'application ne pas utiliser les récupérations remontantes avec des curseurs qui n'ont pas été créés avec l'option `SCROLL`. Si `NO SCROLL` est spécifié, les récupérations remontantes sont toujours dévalidées.

Les parcours inverses sont aussi interdits lorsque la requête inclut les clauses `FOR UPDATE` et `FOR SHARE` ; donc `SCROLL` peut ne pas être indiqué dans ce cas.



Attention

Les curseurs scrollables et avec l'option `WITH HOLD` pourraient donner des résultats inattendus s'ils font appel à des fonctions volatiles (voir Section 36.6, « Catégories de volatilité des fonctions »). Quand une ligne précédemment récupérée est de nouveau récupérée, la fonction pourrait être ré-exécutée, amenant peut-être des résultats différentes de la première exécution. Un contournement est de déclarer le curseur `WITH HOLD` et de valider la transaction avant de lire toute ligne de ce curseur. Cela forcera la sortie entière du curseur à être matérialisée dans un stockage temporaire, pour que les fonctions volatiles soient exécutées exactement une fois pour chaque ligne.

Si la requête du curseur inclut les clauses `FOR UPDATE` ou `FOR SHARE`, alors les lignes renvoyées sont verrouillées au moment où elles sont récupérées, de la même façon qu'une commande `SELECT(7)` standard avec ces options. De plus, les lignes renvoyées seront les versions les plus à jour ; du coup, ces options fournissent l'équivalent de ce que le standard SQL appelle un « curseur sensible ». (Indiquer `INSENSITIVE` avec soit `FOR UPDATE` soit `FOR SHARE` est une erreur.)



Attention

Il est généralement recommandé d'utiliser `FOR UPDATE` si le curseur doit être utilisé avec **UPDATE ... WHERE CURRENT OF** ou **DELETE ... WHERE CURRENT OF**. Utiliser `FOR UPDATE` empêche les autres sessions de modifier les lignes entre le moment où elles sont récupérées et celui où elles sont modifiées. Sans `FOR UPDATE`, une commande `WHERE CURRENT OF` suivante n'aura pas d'effet si la ligne a été modifiée depuis la création du curseur.

Une autre raison d'utiliser `FOR UPDATE` est que, sans ce dernier, un appel suivant à `WHERE CURRENT OF` pourrait échouer si la requête curseur ne répond pas aux règles du standard SQL d'être « mise à jour simplement » (en particulier, le curseur doit référencer une seule table et ne pas utiliser de regroupement ou de tri comme `ORDER BY`). Les curseurs qui ne peuvent pas être mis à jour pourraient fonctionner, ou pas, suivant les détails du plan choisi ; dans le pire des cas, une application pourrait fonctionner lors des tests puis échouer en production.

La principale raison de ne pas utiliser `FOR UPDATE` avec `WHERE CURRENT OF` est si vous avez besoin que le curseur soit déplaçable ou qu'il soit insensible aux mises à jour suivantes (c'est-à-dire qu'il continue à afficher les anciennes données). Si c'est un prérequis, faites très attention aux problèmes expliqués ci-dessus.

Le standard SQL ne mentionne les curseurs que pour le SQL embarqué. PostgreSQL™ n'implante pas l'instruction **OPEN** pour les curseurs ; un curseur est considéré ouvert à sa déclaration. Néanmoins, ECPG, le préprocesseur de SQL embarqué pour PostgreSQL, implante l'instruction **OPEN** pour les curseurs.

QL™, supporte les conventions du standard SQL relatives aux curseurs, dont celles utilisant les instructions **DECLARE** et **OPEN**.

Vous pouvez voir tous les curseurs disponibles en exécutant une requête sur la vue système pg_cursors.

Exemples

Déclarer un curseur :

```
DECLARE liahona CURSOR FOR SELECT * FROM films;
```

Voir [FETCH\(7\)](#) pour plus d'exemples sur l'utilisation des curseurs.

Compatibilité

Le standard SQL indique que la sensibilité des curseurs aux mises à jour en parallèle des données récupérées est dépendante de l'implantation par défaut. Dans PostgreSQL™, les curseurs n'ont pas ce comportement par défaut, mais peuvent le devenir en ajoutant `FOR UPDATE`. D'autres produits peuvent gérer cela différemment.

Le standard SQL n'autorise les curseurs que dans le SQL embarqué et dans les modules. PostgreSQL™ permet une utilisation interactive des curseurs.

Le standard SQL autorise les curseurs à mettre à jour les données d'une table. Tous les curseurs PostgreSQL™ sont en lecture seule.

Les curseurs binaires sont une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CLOSE\(7\)](#), [FETCH\(7\)](#), [MOVE\(7\)](#)

Nom

DELETE — Supprimer des lignes d'une table

Synopsis

```
[ WITH [ RECURSIVE ] requête_with [ , ... ] ]
DELETE FROM [ ONLY ] nom_table [ * ] [ [ AS ] alias ]
[ USING liste_using ]
[ WHERE condition | WHERE CURRENT OF nom curseur ]
[ RETURNING * | expression_sortie [ [ AS ] output_name ] [ , ... ] ]
```

Description

DELETE supprime de la table spécifiée les lignes qui satisfont la clause WHERE. Si la clause WHERE est absente, toutes les lignes de la table sont supprimées. Le résultat est une table valide, mais vide.



Astuce

TRUNCATE(7) est une extension PostgreSQL™ qui fournit un mécanisme plus rapide de suppression de l'ensemble des lignes d'une table.

Il existe deux façons de supprimer des lignes d'une table en utilisant les informations d'autres tables de la base de données : les sous-sélections ou la spécification de tables supplémentaires dans la clause USING. La technique la plus appropriée dépend des circonstances.

La clause RETURNING optionnelle fait que DELETE calcule et renvoie le(s) valeur(s) basée(s) sur chaque ligne en cours de suppression. Toute expression utilisant les colonnes de la table et/ou les colonnes de toutes les tables mentionnées dans USING peut être calculée. La syntaxe de la liste RETURNING est identique à celle de la commande SELECT.

Il est nécessaire de posséder le droit DELETE sur la table pour en supprimer des lignes, et le droit SELECT sur toute table de la clause USING et sur toute table dont les valeurs sont lues dans la condition.

Paramètres

requete_with

La clause WITH vous permet de spécifier une ou plusieurs sous-requêtes qui peuvent être référencées par nom dans la requête DELETE. Voir Section 7.8, « Requêtes WITH (Common Table Expressions) » et SELECT(7) pour les détails.

nom_table

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de la table dans laquelle il faut supprimer des lignes. Si ONLY est indiqué avant le nom de la table, les lignes supprimées ne concernent que la table nommée. Si ONLY n'est pas indiquée, les lignes supprimées font partie de la table nommée et de ses tables filles. En option, * peut être ajouté après le nom de la table pour indiquer explicitement que les tables filles doivent être inclus.

alias

Un nom de substitution pour la table cible. Quand un alias est fourni, il cache complètement le nom réel de la table. Par exemple, avec DELETE FROM foo AS f, le reste de l'instruction DELETE doit référencer la table avec f et non plus foo.

liste_using

Une liste d'expressions de table, qui permet de faire apparaître des colonnes d'autres tables dans la condition WHERE. C'est semblable à la liste des tables utilisées dans la clause la section intitulée « Clause FROM » d'une instruction SELECT ; un alias du nom d'une table peut ainsi être utilisé. La table cible ne doit pas être précisée dans liste_using, sauf si une auto-join est envisagée.

condition

Une expression renvoyant une valeur de type boolean. Seules les lignes pour lesquelles cette expression renvoie true seront supprimées.

nom curseur

Le nom du curseur à utiliser dans une condition WHERE CURRENT OF. La ligne à supprimer est la dernière ligne récupérée avec ce curseur. Le curseur doit être une requête sans regroupement sur la table cible du DELETE. Notez que WHERE

CURRENT OF ne peut pas se voir ajouter de condition booléenne. Voir DECLARE(7) pour plus d'informations sur l'utilisation des curseurs avec WHERE CURRENT OF.

expression_sortie

Une expression à calculer et renvoyée par la commande **DELETE** après chaque suppression de ligne. L'expression peut utiliser tout nom de colonne de la table nommée *nom_table* ou des tables listées dans la clause USING. Indiquez * pour que toutes les colonnes soient renvoyées.

nom_sortie

Un nom à utiliser pour une colonne renvoyée.

Sorties

En cas de succès, une commande **DELETE** renvoie une information de la forme

```
DELETE nombre
```

Le *nombre* correspond au nombre de lignes supprimées. Notez que ce nombre peut être inférieur au nombre de lignes qui satisfont la *condition* lorsque les lignes ont été supprimées via un trigger BEFORE DELETE. Si *nombre* vaut 0, aucune ligne n'a été supprimée par cette requête (ce qui n'est pas considéré comme une erreur).

Si la commande **DELETE** contient une clause RETURNING, le résultat sera similaire à celui d'une instruction **SELECT** contenant les colonnes et les valeurs définies dans la liste RETURNING, à partir de la liste des lignes supprimées par la commande.

Notes

PostgreSQL™ autorise les références à des colonnes d'autres tables dans la condition WHERE par la spécification des autres tables dans la clause USING. Par exemple, pour supprimer tous les films produits par un producteur donné :

```
DELETE FROM films USING producteurs  
WHERE id_producteur = producteurs.id AND producteurs.nom = 'foo';
```

Pour l'essentiel, une jointure est établie entre films et producteurs avec toutes les lignes jointes marquées pour suppression. Cette syntaxe n'est pas standard. Une façon plus standard de procéder consiste à utiliser une sous-sélection :

```
DELETE FROM films  
WHERE id_producteur IN (SELECT id FROM producteur WHERE nom = 'foo');
```

Dans certains cas, la jointure est plus facile à écrire ou plus rapide à exécuter que la sous-sélection.

Exemples

Supprimer tous les films qui ne sont pas des films musicaux :

```
DELETE FROM films WHERE genre <> 'Comédie musicale';
```

Effacer toutes les lignes de la table films :

```
DELETE FROM films;
```

Supprimer les tâches terminées tout en renvoyant le détail complet des lignes supprimées :

```
DELETE FROM taches WHERE statut = 'DONE' RETURNING *;
```

Supprimer la ligne de tâches sur lequel est positionné le curseur c_taches :

```
DELETE FROM taches WHERE CURRENT OF c_taches;
```

Compatibilité

Cette commande est conforme au standard SQL, à l'exception des clauses USING et RETURNING, qui sont des extensions de PostgreSQL™, comme la possibilité d'utiliser la clause WITH avec **DELETE**.

Nom

DISCARD — Annuler l'état de la session

Synopsis

```
DISCARD { ALL | PLANS | SEQUENCES | TEMPORARY | TEMP }
```

Description

DISCARD libère les ressources internes associées avec une session de la base de données. Ces ressources sont normalement libérées à la fin de la session. Cette commande est intéressante pour réinitialiser l'état de la session partiellement ou complètement. Il existe plusieurs sous-commandes pour relâcher différents types de ressources. La variante **DISCARD ALL** comprend toutes les autres, et réinitialise aussi un état supplémentaire.

Paramètres

PLANS

Supprime tous les plans de requête en cache, forçant une nouvelle planification la prochaine fois que la requête préparée est utilisée.

SEQUENCES

Supprime du cache l'état des séquences, ceci incluant les informations `currval()`/`lastval()` ainsi que toutes les valeurs préallouées des séquences, qui n'ont pas encore été renvoyées par `nextval()`. (Voir `CREATE SEQUENCE(7)` pour une description des valeurs préallouées des séquences.)

TEMPORARY or TEMP

Supprime toutes les tables temporaires créées dans la session actuelle.

ALL

Libère les ressources temporaires associées à cette session et réinitialise une session à son état d'origine. Actuellement, ceci a le même effet que la séquence d'instructions suivantes :

```
SET SESSION AUTHORIZATION DEFAULT;
RESET ALL;
DEALLOCATE ALL;
CLOSE ALL;
UNLISTEN *;
SELECT pg_advisory_unlock_all();
DISCARD PLANS;
DISCARD SEQUENCES;
DISCARD TEMP;
```

Notes

DISCARD ALL ne peut pas être utilisé dans un bloc de transaction.

Compatibilité

DISCARD est une extension PostgreSQL™.

Nom

DO — exécute un bloc de code anonyme

Synopsis

```
DO [ LANGUAGE nom_langage ] code
```

Description

DO exécute un bloc de code anonyme, autrement dit une fonction temporaire dans le langage de procédure indiqué.

Le bloc de code est traité comme le corps d'une fonction sans paramètre et renvoyant void. Il est analysé et exécuté une seule fois.

La clause LANGUAGE optionnelle est utilisable avant ou après le bloc de code.

Paramètres

code

Le code à exécuter. Il doit être spécifié comme une chaîne littérale, tout comme une fonction CREATE FUNCTION. L'utilisation de la syntaxe des guillemets dollar est recommandée.

nom_langage

Le nom du langage utilisé par le code. Par défaut à plpgsql.

Notes

Le langage de procédure utilisé doit déjà être installé dans la base de données avec l'instruction CREATE LANGUAGE. plpgsql est installé par défaut contrairement aux autres langages.

L'utilisateur doit avoir le droit USAGE sur le langage de procédures ou être un superutilisateur s'il ne s'agit pas d'un langage de confiance. Il s'agit des mêmes prérequis que pour la création d'une fonction dans ce langage.

Exemples

Donner les droits sur toutes les vues du schéma public au rôle webuser :

```
DO $$DECLARE r record;
BEGIN
    FOR r IN SELECT table_schema, table_name FROM information_schema.tables
        WHERE table_type = 'VIEW' AND table_schema = 'public'
    LOOP
        EXECUTE 'GRANT ALL ON ' || quote_ident(r.table_schema) || '.' ||
            quote_ident(r.table_name) || ' TO webuser';
    END LOOP;
END$$;
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DO** dans le standard SQL.

Voir aussi

CREATE LANGUAGE(7)

Nom

DROP ACCESS METHOD — Supprimer une méthode d'accès

Synopsis

```
DROP ACCESS METHOD [ IF EXISTS ] nom [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP ACCESS METHOD supprime une méthode d'accès existante. Les superutilisateurs sont les seuls à pouvoir supprimer une méthode d'accès.

Paramètres

IF EXISTS

Dans le cas où la méthode d'accès n'existe pas, ce paramètre indique de renvoyer un message plutôt qu'une erreur.

name

Le nom de la méthode d'accès à supprimer.

CASCADE

Supprime automatiquement les objets qui dépendent de la méthode d'accès (tels que classes d'opérateurs, familles d'opérateurs, index), ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Empêche la suppression de la méthode d'accès s'il existe des objets qui en dépendent. C'est le comportement par défaut.

Exemples

Supprimer la méthode d'accès `heptree` :

```
DROP ACCESS METHOD heptree;
```

Compatibilité

DROP ACCESS METHOD est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE ACCESS METHOD\(7\)](#)

Nom

DROP AGGREGATE — Supprimer une fonction d'agrégat

Synopsis

```
+DROP AGGREGATE [ IF EXISTS ] name ( signature_agrégat ) [ CASCADE | RESTRICT ]
where signature_agrégat is:
* |
[ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [ , ... ] |
[ [ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [ , ... ] ] ORDER BY [ mode_arg ] [ nom_arg ]
type_arg [ , ... ]
```

Description

DROP AGGREGATE supprime une fonction d'agrégat. Pour exécuter cette commande, l'utilisateur courant doit être le propriétaire de la fonction.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom (éventuellement qualifié du nom de schéma) d'une fonction d'agrégat.

mode_arg

Le mode d'un argument : `IN` ou `VARIADIC`. Si non précisé, la valeur par défaut est `IN`.

nom_arg

Le nom d'un argument. Notez que **DROP AGGREGATE** ne se préoccupe pas du nom de l'argument, puisque seul le type de donnée de l'argument est nécessaire pour déterminer l'identité de la fonction d'agrégat.

type_arg

Un type de données en entrée avec lequel la fonction d'agrégat opère. Pour référencer une fonction d'agrégat sans arguments, écrivez `*` à la place de la liste des spécifications d'argument. Pour référencer une fonction d'agrégat d'ensemble trié, écrivez `ORDER BY` entre les spécifications des arguments directs et des arguments agrégés.

CASCADE

Les objets qui dépendent de la fonction d'agrégat sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

La fonction d'agrégat n'est pas supprimée si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Notes

Les syntaxes alternatives pour référencer des agrégats de tri d'ensemble sont décrites sur `ALTER AGGREGATE(7)`.

Exemples

Supprimer la fonction d'agrégat `mamoyenne` pour le type `integer` :

```
DROP AGGREGATE mamoyenne(integer);
```

Pour supprimer la fonction d'agrégat d'ensemble hypothétique `monrang`, qui prend une liste arbitraire de colonnes pour le tri et une liste de comparaison des arguments directs :

```
DROP AGGREGATE monrang(VARIADIC "any" ORDER BY VARIADIC "any");
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DROP AGGREGATE** dans le standard SQL.

Voir aussi

[ALTER AGGREGATE\(7\)](#), [CREATE AGGREGATE\(7\)](#)

Nom

DROP CAST — Supprimer un transtypage

Synopsis

```
DROP CAST [ IF EXISTS ] (type_source AS type_cible) [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP CAST supprime un transtypage (conversion entre deux types de données) précédemment défini.

Seul le propriétaire du type de données source ou cible peut supprimer un transtypage. Les mêmes droits sont requis que pour la création d'un transtypage.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

type_source

Le nom du type de données source du transtypage.

type_cible

Le nom du type de données cible du transtypage.

CASCADE, RESTRICT

Ces mots clés n'ont pas d'effet car il n'y aucune dépendance dans les transtypages.

Exemples

Supprimer le transtypage du type text en type int :

```
DROP CAST (text AS int);
```

Compatibilité

La commande **DROP CAST** est conforme au standard SQL.

Voir aussi

[CREATE CAST\(7\)](#)

Nom

DROP COLLATION — supprime une collation

Synopsis

```
DROP COLLATION [ IF EXISTS ] nom [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP COLLATION supprime une collation que vous avez défini auparavant. Pour pouvoir supprimer une collation, vous devez en être propriétaire.

Paramètres

IF EXISTS

Ne génère pas d'erreur si la collation n'existe pas. Dans ce cas, un avertissement est généré.

nom

Le nom de la collation. Le nom de la collation peut être préfixé par le schéma.

CASCADE

Supprime automatiquement les objets qui sont dépendants de la collation, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Refuse de supprimer la collection si un quelconque objet en dépend. C'est l'option par défaut.

Exemples

Pour supprimer la collation nommée allemand:

```
DROP COLLATION allemand;
```

Compatibilité

La commande **DROP COLLATION** est conforme au standard SQL , sauf pour l'option **IF EXISTS** , qui est une extension PostgreSQL™.

Voir également

[ALTER COLLATION\(7\)](#), [CREATE COLLATION\(7\)](#)

Nom

DROP CONVERSION — Supprimer une conversion

Synopsis

```
DROP CONVERSION [ IF EXISTS ] nom [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP CONVERSION supprime une conversion précédemment définie. Seul son propriétaire peut supprimer une conversion.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom de la conversion (éventuellement qualifié du nom de schéma).

CASCADE, RESTRICT

Ces mots clés n'ont pas d'effet car il n'existe pas de dépendances sur les conversions.

Exemples

Supprimer la conversion nommée `mon_nom` :

```
DROP CONVERSION mon_nom;
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DROP CONVERSION** dans le standard SQL. Par contre, une instruction **DROP TRANSLATION** est disponible. Elle va de paire avec l'instruction **CREATE TRANSLATION** qui est similaire à l'instruction **CREATE CONVERSION** de PostgreSQL.

Voir aussi

[ALTER CONVERSION\(7\)](#), [CREATE CONVERSION\(7\)](#)

Nom

DROP DATABASE — Supprimer une base de données

Synopsis

```
DROP DATABASE [ IF EXISTS ] nom
```

Description

La commande **DROP DATABASE** détruit une base de données. Elle supprime les entrées du catalogue pour la base et le répertoire contenant les données. Elle ne peut être exécutée que par le propriétaire de la base de données ou le superutilisateur. De plus, elle ne peut être exécutée si quelqu'un est connecté sur la base de données cible, y compris l'utilisateur effectuant la demande de suppression. (On peut se connecter à `postgres` ou à toute autre base de données pour lancer cette commande.)

DROP DATABASE ne peut pas être annulée. Il convient donc de l'utiliser avec précaution !

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

name

Le nom de la base de données à supprimer.

Notes

DROP DATABASE ne peut pas être exécutée à l'intérieur d'un bloc de transactions.

Cette commande ne peut pas être exécutée en cas de connexion à la base de données cible. Il peut paraître plus facile d'utiliser le programme `dropdb(1)` à la place, qui est un enrobage de cette commande.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DROP DATABASE** dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE DATABASE\(7\)](#), Variables d'environnement (Section 32.14, « Variables d'environnement »)

Nom

DROP DOMAIN — Supprimer un domaine

Synopsis

```
DROP DOMAIN [ IF EXISTS ] nom [ , ... ] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP DOMAIN supprime un domaine. Seul le propriétaire d'un domaine peut le supprimer.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) d'un domaine.

CASCADE

Les objets qui dépendent du domaine (les colonnes de table, par exemple) sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Le domaine n'est pas supprimé si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Exemples

Supprimer le domaine boite :

```
DROP DOMAIN boite;
```

Compatibilité

Cette commande est conforme au standard SQL, à l'exception de l'option `IF EXISTS` qui est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

`CREATE DOMAIN(7)`, `ALTER DOMAIN(7)`

Nom

DROP EXTENSION — Supprime une extension

Synopsis

```
DROP EXTENSION [ IF EXISTS ] nom [, ...] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP EXTENSION supprime les extensions de la base de données. La suppression d'une extension entraîne la suppression des objets inclus dans l'extension.

Vous devez être propriétaire de l'extension pour utiliser **DROP EXTENSION**.

Paramètres

IF EXISTS

Permet de ne pas retourner d'erreur si l'extension n'existe pas. Une simple notice est alors rapportée.

nom

Le nom d'une extension préalablement installée.

CASCADE

Supprime automatiquement les objets dont dépend cette extension, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Permet de spécifier que l'extension ne sera pas supprimée si des objets en dépendent (des objets autres que ses propres objets et autres que les autres extensions supprimées simultanément dans la même commande **DROP**). Il s'agit du comportement par défaut.

Exemples

Pour supprimer l'extension `hstore` de la base de données en cours:

```
DROP EXTENSION hstore;
```

Cette commande va échouer si parmi les objets de `hstore` certains sont en cours d'utilisation sur la base de données. Par exemple, si des tables ont des colonnes du type `hstore`. Dans ce cas de figure, ajoutez l'option `CASCADE` pour forcer la suppression de ces objets.

Compatibilité

DROP EXTENSION est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE EXTENSION\(7\)](#), [ALTER EXTENSION\(7\)](#)

Nom

DROP EVENT TRIGGER — supprimer un trigger sur événement

Synopsis

```
DROP EVENT TRIGGER [ IF EXISTS ] nom [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP EVENT TRIGGER supprime un trigger sur événement existant. Pour exécuter cette commande, l'utilisateur courant doit être le propriétaire du trigger sur événement.

Paramètres

IF EXISTS

Ne renvoie pas d'erreur si le trigger sur événement n'existe pas. Un message d'avertissement est renvoyé dans ce cas.

name

Le nom d'un trigger sur événement à supprimer.

CASCADE

Supprime automatiquement les objets qui dépendent de ce trigger, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Refuse de supprimer le trigger si des objets dépendent de lui. C'est le comportement par défaut.

Exemples

Supprimer le trigger balance :

```
DROP EVENT TRIGGER balance;
```

Compatibilité

Il n'existe pas de commande **DROP EVENT TRIGGER** dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE EVENT TRIGGER\(7\)](#), [ALTER EVENT TRIGGER\(7\)](#)

Nom

DROP FOREIGN DATA WRAPPER — Supprimer un wrapper de données distantes

Synopsis

```
DROP FOREIGN DATA WRAPPER [ IF EXISTS ] nom [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP FOREIGN DATA WRAPPER supprime un wrapper de données distantes existant. Pour exécuter cette commande, l'utilisateur courant doit être le propriétaire du wrapper de données distantes.

Paramètres

IF EXISTS

Ne génère pas d'erreur si le wrapper de données distantes n'existe pas. Un avertissement est émis dans ce cas.

nom

Le nom d'un wrapper de données distantes existant.

CASCADE

Supprime automatiquement les objets dépendant du wrapper de données distantes (tels que les serveurs), ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Refuse de supprimer le wrapper de données distantes si un objet dépend de celui-ci. C'est le cas par défaut.

Exemples

Supprimer le wrapper de données distantes dbi :

```
DROP FOREIGN DATA WRAPPER dbi;
```

Compatibilité

DROP FOREIGN DATA WRAPPER est conforme à la norme ISO/IEC 9075-9 (SQL/MED). La clause `IF EXISTS` est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE FOREIGN DATA WRAPPER\(7\)](#), [ALTER FOREIGN DATA WRAPPER\(7\)](#)

Nom

DROP FOREIGN TABLE — Supprime une table distante

Synopsis

```
DROP FOREIGN TABLE [ IF EXISTS ] name [, ...] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP FOREIGN TABLE supprime une table distante.

Vous devez être propriétaire de la table distante pour utiliser **DROP FOREIGN TABLE**.

Paramètres

IF EXISTS

Permet de ne pas retourner d'erreur si la table distante n'existe pas. Une simple notice est alors rapportée.

name

Le nom de la table distante à supprimer. Il est aussi possible de spécifier le schéma qui contient cette table.

CASCADE

Supprime automatiquement les objets qui dépendent de cette table distante (comme les vues par exemple), ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Permet de spécifier que la table distante ne sera pas supprimée si des objets en dépendent. Il s'agit du comportement par défaut.

Exemples

Pour supprimer deux tables distantes, `films` et `distributeurs`:

```
DROP FOREIGN TABLE films, distributeurs;
```

Cette commande va échouer s'il existe des objets qui dépendent de `films` ou `distributeurs`. Par exemple, si des contraintes sont liées à des colonnes de `films`. Dans ce cas de figure, ajoutez l'option cascade `CASCADE` pour forcer la suppression de ces objets.

Compatibilité

Cette commande est conforme avec le standard ISO/IEC 9075-9 (SQL/MED), aux exceptions près que ce standard n'accepte la suppression que d'une table distante par commande, et de l'option `IF EXISTS`, qui est une spécificité de PostgreSQL™.

Voir aussi

`ALTER FOREIGN TABLE(7)`, `CREATE FOREIGN TABLE(7)`

Nom

DROP FUNCTION — Supprimer une fonction

Synopsis

```
DROP FUNCTION [ IF EXISTS ] nom ( [ [ modearg ] [ nomarg ] typearg [, ...] ] )  
[ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP FUNCTION supprime la définition d'une fonction. Seul le propriétaire de la fonction peut exécuter cette commande. Les types d'argument de la fonction doivent être précisés car plusieurs fonctions peuvent exister avec le même nom et des listes différentes d'arguments.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de la fonction.

modearg

Le mode d'un argument : IN, OUT, INOUT ou VARIADIC. Sans précision, la valeur par défaut est IN. **DROP FUNCTION** ne s'intéresse pas aux arguments OUT car seuls ceux en entrée déterminent l'identité de la fonction. Il est ainsi suffisant de lister les arguments IN, INOUT et VARIADIC.

nomarg

Le nom d'un argument. **DROP FUNCTION** ne tient pas compte des noms des arguments car seuls les types de données sont nécessaires pour déterminer l'identité de la fonction.

typearg

Le(s) type(s) de données des arguments de la fonction (éventuellement qualifié(s) du nom du schéma).

CASCADE

Les objets qui dépendent de la fonction (opérateurs ou déclencheurs) sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

La fonction n'est pas supprimée si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Exemples

Supprimer la fonction de calcul d'une racine carrée :

```
DROP FUNCTION sqrt(integer);
```

Compatibilité

Une instruction **DROP FUNCTION** est définie dans le standard SQL mais elle n'est pas compatible avec celle décrite ici.

Voir aussi

[CREATE FUNCTION\(7\)](#), [ALTER FUNCTION\(7\)](#)

Nom

DROP GROUP — Supprimer un rôle de base de données

Synopsis

```
DROP GROUP [ IF EXISTS ] nom [ , ... ]
```

Description

DROP GROUP est désormais un alias de **DROP ROLE(7)**.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DROP GROUP** dans le standard SQL.

Voir aussi

[DROP ROLE\(7\)](#)

Nom

DROP INDEX — Supprimer un index

Synopsis

```
DROP INDEX [ IF EXISTS ] nom [, ...] [ CASCADE | RESTRICT ]
DROP INDEX [ CONCURRENTLY ] [ IF EXISTS ] nom [, ...] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP INDEX supprime un index. Seul le propriétaire de l'index peut exécuter cette commande.

Paramètres

CONCURRENTLY

Supprime l'index sans verrouiller les lectures et les modifications (insertions, modifications, suppressions) sur la table de l'index. Un **DROP INDEX** standard acquiert un verrou exclusif sur la table, bloquant tous les autres accès jusqu'à ce que la suppression de l'index soit terminée. Avec cette option, la commande attend que toute transaction en conflit soit terminée.

Cette option pose quelques soucis. Un seul index peut être indiqué, et l'option CASCADE n'est pas autorisée. (Du coup, un index qui renforce une contrainte UNIQUE ou PRIMARY KEY ne peut pas être supprimée ainsi.) De plus, les commandes **DROP INDEX** standards sont exécutées dans un bloc de transaction, mais **DROP INDEX CONCURRENTLY** ne le peut pas.

IF EXISTS

Ne pas renvoyer d'erreur si l'index n'existe pas. Un message d'information est envoyé dans ce cas.

nom

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de l'index à supprimer.

CASCADE

Les objets qui dépendent de l'index sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

L'index n'est pas supprimé si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Exemples

Supprimer l'index `title_idx` :

```
DROP INDEX title_idx;
```

Compatibilité

DROP INDEX est une extension PostgreSQL™. Il n'est pas fait mention des index dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE INDEX\(7\)](#)

Nom

DROP LANGUAGE — Supprimer un langage procédural

Synopsis

```
DROP [ PROCEDURAL ] LANGUAGE [ IF EXISTS ] nom [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP LANGUAGE supprime la définition d'un langage procédural enregistré précédemment. Vous devez être un superutilisateur ou le propriétaire du langage pour utiliser **DROP LANGUAGE**.



Note

À partir de PostgreSQL™ 9.1, la plupart des langages procéduraux sont devenus des « extensions » et doivent du coup être supprimés avec la commande **DROP EXTENSION(7)**, et non pas avec **DROP LANGUAGE**.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si le langage n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom du langage procédural à supprimer. Pour une compatibilité ascendante, le nom peut être entouré de guillemets simples.

CASCADE

Les objets qui dépendent du langage (fonctions, par exemple) sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Le langage n'est pas supprimé si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Exemples

Supprimer le langage procédural `plexemple`:

```
DROP LANGUAGE plexemple;
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DROP LANGUAGE** dans le standard SQL.

Voir aussi

[ALTER LANGUAGE\(7\)](#), [CREATE LANGUAGE\(7\)](#), [droplang\(1\)](#)

Nom

DROP MATERIALIZED VIEW — supprimer une vue matérialisée

Synopsis

```
DROP MATERIALIZED VIEW [ IF EXISTS ] nom [ , ... ] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP MATERIALIZED VIEW supprime une vue matérialisée existante. Pour exécuter cette commande, vous devez être le propriétaire de la vue matérialisée.

Paramètres

IF EXISTS

Ne renvoie pas d'erreur si la vue matérialisée n'existe pas. Un message d'avertissement est renvoyé dans ce cas.

nom

Le nom de la vue matérialisée (potentiellement qualifié du schéma) à supprimer.

CASCADE

Supprime automatiquement les objets dépendant de la vue matérialisée (comme d'autres vues matérialisées ou des vues standards), ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Refuse de supprimer la vue matérialisée si des objets dépendent de lui. C'est le comportement par défaut.

Exemples

Cette commande supprimera la vue matérialisée appelée `resume_commandes` :

```
DROP MATERIALIZED VIEW resume_commandes;
```

Compatibilité

DROP MATERIALIZED VIEW est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE MATERIALIZED VIEW\(7\)](#), [ALTER MATERIALIZED VIEW\(7\)](#), [REFRESH MATERIALIZED VIEW\(7\)](#)

Nom

DROP OPERATOR — Supprimer un opérateur

Synopsis

```
DROP OPERATOR [ IF EXISTS ] nom ( { type_gauche | NONE }, { type_droit | NONE } )
[ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP OPERATOR supprime un opérateur. Seul le propriétaire de l'opérateur peut exécuter cette commande.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom de l'opérateur (éventuellement qualifié du nom du schéma) à supprimer.

type_gauche

Le type de données de l'opérande gauche de l'opérateur ; NONE est utilisé si l'opérateur n'en a pas.

type_droit

Le type de données de l'opérande droit de l'opérateur ; NONE est utilisé si l'opérateur n'en a pas.

CASCADE

Les objets qui dépendent de l'opérateur sont automatiquement supprimés (tels que les vues les utilisant), ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

L'opérateur n'est pas supprimé si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Exemples

Supprimer l'opérateur puissance a^b sur le type integer :

```
DROP OPERATOR ^ (integer, integer);
```

Supprimer l'opérateur de complément binaire $\sim b$ sur le type bit :

```
DROP OPERATOR ~ (none, bit);
```

Supprimer l'opérateur unaire factorielle $x!$ sur le type bigint :

```
DROP OPERATOR ! (bigint, none);
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DROP OPERATOR** dans le standard SQL.

Voir aussi

[CREATE OPERATOR\(7\)](#), [ALTER OPERATOR\(7\)](#)

Nom

DROP OPERATOR CLASS — Supprimer une classe d'opérateur

Synopsis

```
DROP OPERATOR CLASS [ IF EXISTS ] nom USING méthode_index [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP OPERATOR CLASS supprime une classe d'opérateur. Seul le propriétaire de la classe peut la supprimer.

DROP OPERATOR CLASS ne supprime aucun des opérateurs et aucune des fonctions référencés par la classe. Si un index dépend de la classe d'opérateur, vous devez indiquer CASCADE pour que la suppression se fasse réellement.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) d'une classe d'opérateur.

méthode_index

Le nom de la méthode d'accès aux index pour laquelle l'opérateur est défini.

CASCADE

Les objets qui dépendent de cette classe sont automatiquement supprimés (tels que les index), ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

La classe d'opérateur n'est pas supprimée si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Notes

DROP OPERATOR CLASS ne supprimera pas la famille d'opérateur contenant la classe, même si la famille en devient vide (en particulier, dans le cas où la famille a été implicitement créée par **CREATE OPERATOR CLASS**). Avoir une famille d'opérateur vide est sans risque. Pour plus de clareté, il est préférable de supprimer la famille avec **DROP OPERATOR FAMILY** ; ou encore mieux, utilisez **DROP OPERATOR FAMILY** dès le début.

Exemples

Supprimer la classe d'opérateur `widget_ops` des index de type arbre-balancé (B-tree) :

```
DROP OPERATOR CLASS widget_ops USING btree;
```

La commande échoue si un index utilise la classe d'opérateur. CASCADE permet de supprimer ces index simultanément.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DROP OPERATOR CLASS** dans le standard SQL.

Voir aussi

[ALTER OPERATOR CLASS\(7\)](#), [CREATE OPERATOR CLASS\(7\)](#), [DROP OPERATOR FAMILY\(7\)](#)

Nom

DROP OPERATOR FAMILY — Supprimer une famille d'opérateur

Synopsis

```
DROP OPERATOR FAMILY [ IF EXISTS ] nom USING methode_indexage [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP OPERATOR FAMILY supprime une famille d'opérateur existante. Pour exécuter cette commande, vous devez être le propriétaire de la famille d'opérateur.

DROP OPERATOR FAMILY inclut la suppression de toutes classes d'opérateur contenues dans la famille, mais elle ne supprime pas les opérateurs et fonctions référencées par la famille. Si des index dépendent des classes d'opérateur de la famille, vous devez ajouter CASCADE pour que la suppression réussisse.

Paramètres

IF EXISTS

Ne renvoie pas une erreur si la famille d'opérateur n'existe pas. Un message de niveau « NOTICE » est enregistré dans ce cas.

nom

Le nom de la famille d'opérateur (quelque fois qualifié du schéma).

methode_indexage

Le nom de la méthode d'accès à l'index associée à la famille d'opérateur.

CASCADE

Supprime automatiquement les objets dépendant de cette famille d'opérateur, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Refuse la suppression de la famille d'opérateur si des objets en dépendent. C'est la valeur par défaut.

Exemples

Supprimer la famille d'opérateur B-tree float_ops :

```
DROP OPERATOR FAMILY float_ops USING btree;
```

Cette commande échouera car il existe des index qui utilisent les classes d'opérateur de cette famille. Ajoutez CASCADE pour supprimer les index avec la famille d'opérateurs.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DROP OPERATOR FAMILY** dans le standard SQL.

Voir aussi

ALTER OPERATOR FAMILY(7), CREATE OPERATOR FAMILY(7), ALTER OPERATOR CLASS(7), CREATE OPERATOR CLASS(7), DROP OPERATOR CLASS(7)

Nom

DROP OWNED — Supprimer les objets de la base possédés par un rôle

Synopsis

```
DROP OWNED BY { nom | CURRENT_USER | SESSION_USER } [ , ... ] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP OWNED supprime tous les objets de la base qui ont pour propriétaire un des rôles spécifiés. Tout droit donné à un des rôles sur ces objets ainsi qu'aux objets partagés (bases de données, tablespaces) sera aussi supprimé.

Paramètres

nom

Le nom d'un rôle dont les objets seront supprimés et dont les droits seront révoqués.

CASCADE

Supprime automatiquement les objets qui dépendent des objets affectés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Refuse de supprimer les objets possédés par un rôle si un autre objet de la base dépend de ces objets. C'est la valeur par défaut.

Notes

DROP OWNED est souvent utilisé pour préparer la suppression d'un ou plusieurs rôles. Comme **DROP OWNED** affecte seulement les objets de la base en cours, il est généralement nécessaire d'exécuter cette commande dans chaque base contenant des objets appartenant au rôle à supprimer.

Utiliser l'option CASCADE pourrait demander la suppression d'objets appartenant à d'autres utilisateurs.

La commande REASSIGN OWNED(7) est une alternative qui ré-affecte la propriété de tous les objets de la base possédés par un ou plusieurs rôles. Néanmoins, **REASSIGN OWNED** ne gère pas les droits des autres objets.

Les bases de données et les tablespaces appartenant au(x) rôle(s) ne seront pas supprimés.

Voir Section 21.4, « Supprimer des rôles » pour plus d'informations.

Compatibilité

La commande **DROP OWNED** est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

REASSIGN OWNED(7), DROP ROLE(7)

Nom

DROP POLICY — supprimer une politique de sécurité définie pour une table

Synopsis

```
DROP POLICY [ IF EXISTS ] nom ON nom_table [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP POLICY supprime la politique de sécurité de la table spécifiée. Notez bien, si la dernière politique est supprimée pour une table et que le niveau de sécurité est toujours activé, alors la politique par défaut (tout empêcher) est appliquée : plus aucune ligne n'est accessible ou modifiable. La commande ALTER TABLE ... DISABLE ROW LEVEL SECURITY peut être utilisée pour désactiver la politique de sécurité pour une table, indépendamment du fait que des politiques existent ou pas pour cette table.

Paramètres

IF EXISTS

Permet de ne pas générer d'erreur si la politique n'existe pas alors que l'on tente de la supprimer. Une notification est simplement renvoyée dans ce cas.

nom

Nom de la politique à supprimer.

nom_table

Nom de la table (éventuellement qualifiée par le schéma) de la table pour laquelle la politique est définie.

CASCADE, RESTRICT

Ces mots clés n'ont pas d'effet car il n'y a pas de dépendances sur les politiques de sécurité.

Exemples

Suppression d'une politique nommée p1 d'une table nommée ma_table :

```
DROP POLICY p1 ON ma_table;
```

Compatibilité

DROP POLICY est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE POLICY\(7\)](#), [ALTER POLICY\(7\)](#)

Nom

DROP ROLE — Supprimer un rôle de base de données

Synopsis

```
DROP ROLE [ IF EXISTS ] nom [ , ... ]
```

Description

DROP ROLE supprime le(s) rôle(s) spécifié(s). Seul un superutilisateur peut supprimer un rôle de superutilisateur. Le droit **CREATEROLE** est nécessaire pour supprimer les autres rôles.

Un rôle ne peut pas être supprimé s'il est toujours référencé dans une base de données du groupe. Dans ce cas, toute tentative aboutit à l'affichage d'une erreur. Avant de supprimer un rôle, il est nécessaire de supprimer au préalable tous les objets qu'il possède (ou de modifier leur appartenance) et de supprimer tous les droits définis par ce rôle sur d'autres objets. Les commandes **REASSIGN OWNED(7)** et **DROP OWNED(7)** peuvent être utiles pour cela. Voir Section 21.4, « Supprimer des rôles » pour plus de discussions sur ce sujet.

Néanmoins, il n'est pas nécessaire de supprimer toutes les appartenances de rôle impliquant ce rôle ; **DROP ROLE** supprime automatiquement toute appartenance du rôle cible dans les autres rôles et des autres rôles dans le rôle cible. Les autres rôles ne sont pas supprimés ou affectés.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom du rôle à supprimer.

Notes

PostgreSQL™ inclut un programme **dropuser(1)** qui a la même fonctionnalité que cette commande (en fait, il appelle cette commande) mais qui est lancé à partir du shell.

Exemples

Supprimer un rôle :

```
DROP ROLE jonathan;
```

Compatibilité

Le standard SQL définit **DROP ROLE** mais il ne permet la suppression que d'un seul rôle à la fois et il spécifie d'autres droits obligatoires que ceux utilisés par PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE ROLE\(7\)](#), [ALTER ROLE\(7\)](#), [SET ROLE\(7\)](#)

Nom

DROP RULE — Supprimer une règle de réécriture

Synopsis

```
DROP RULE [ IF EXISTS ] nom ON nom_table [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP RULE supprime une règle de réécriture.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom de la règle à supprimer.

nom_table

Le nom (éventuellement qualifié du nom du schéma) de la table ou vue sur laquelle s'applique la règle.

CASCADE

Les objets qui dépendent de la règle sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

La règle n'est pas supprimée si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Exemples

Suppression de la règle de réécriture *nouvelerègle* :

```
DROP RULE nouvelerègle ON matable;
```

Compatibilité

DROP RULE est une extension du langage par PostgreSQL™ comme tout le système de réécriture des requêtes.

Voir aussi

[CREATE RULE\(7\)](#), [ALTER RULE\(7\)](#)

Nom

DROP SCHEMA — Supprimer un schéma

Synopsis

```
DROP SCHEMA [ IF EXISTS ] nom [ , ... ] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP SCHEMA supprime des schémas de la base de données.

Un schéma ne peut être supprimé que par son propriétaire ou par un superutilisateur. Son propriétaire peut supprimer un schéma et tous les objets qu'il contient quand bien même il ne possède pas tous les objets contenus dans ce schéma.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom du schéma.

CASCADE

Les objets (tables, fonctions...) contenus dans le schéma sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Le schéma n'est pas supprimé s'il contient des objets. Comportement par défaut.

Notes

Utiliser l'option CASCADE pourrait causer la suppression d'objets dans d'autres schémas que celui indiqué.

Exemples

Supprimer le schéma `mes_affaires` et son contenu :

```
DROP SCHEMA mes_affaires CASCADE;
```

Compatibilité

DROP SCHEMA est totalement compatible avec le standard SQL. Le standard n'autorise cependant pas la suppression de plusieurs schémas en une seule commande. L'option `IF EXISTS` est aussi une extension de PostgreSQL™.

Voir aussi

[ALTER SCHEMA\(7\)](#), [CREATE SCHEMA\(7\)](#)

Nom

DROP SEQUENCE — Supprimer une séquence

Synopsis

```
DROP SEQUENCE [ IF EXISTS ] nom [, ...] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP SEQUENCE permet de supprimer les générateurs de nombres séquentiels. Une séquence peut seulement être supprimée par son propriétaire ou par un superutilisateur.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom de la séquence (éventuellement qualifié du nom du schéma).

CASCADE

Les objets qui dépendent de la séquence sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

La séquence n'est pas supprimée si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Exemples

Supprimer la séquence `serie` :

```
DROP SEQUENCE serie;
```

Compatibilité

DROP SEQUENCE est conforme au standard SQL. Cependant, le standard n'autorise pas la suppression de plusieurs séquences en une seule commande. De plus, l'option `IF EXISTS` est une extension de PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE SEQUENCE\(7\)](#), [ALTER SEQUENCE\(7\)](#)

Nom

DROP SERVER — Supprimer un descripteur de serveur distant

Synopsis

```
DROP SERVER [ IF EXISTS ] nom [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP SERVER supprime un descripteur de serveur distant existant. Pour exécuter cette commande, l'utilisateur courant doit être le propriétaire du serveur.

Paramètres

IF EXISTS

Ne génère pas d'erreur si le serveur n'existe pas. Un avertissement est émis dans ce cas.

nom

Nom d'un serveur existant.

CASCADE

Supprime automatiquement les objets dépendant du serveur (tels que les correspondances d'utilisateur), ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Refuse de supprimer le serveur si des objets en dépendent. C'est le cas par défaut.

Exemples

Supprimer un serveur `truc` s'il existe :

```
DROP SERVER IF EXISTS truc;
```

Compatibilité

DROP SERVER est conforme à la norme ISO/IEC 9075-9 (SQL/MED). La clause `IF EXISTS` est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE SERVER\(7\)](#), [ALTER SERVER\(7\)](#)

Nom

DROP TABLE — Supprimer une table

Synopsis

```
DROP TABLE [ IF EXISTS ] nom [ , ... ] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP TABLE supprime des tables de la base de données. Seuls le propriétaire de la table, le propriétaire du schéma et un superutilisateur peuvent détruire une table. **DELETE(7)** et **TRUNCATE(7)** sont utilisées pour supprimer les lignes d'une table sans détruire la table.

DROP TABLE supprime tout index, règle, déclencheur ou contrainte qui existe sur la table cible. Néanmoins, pour supprimer une table référencée par une vue ou par une contrainte de clé étrangère d'une autre table, **CASCADE** doit être ajouté. (**CASCADE** supprime complètement une vue dépendante mais dans le cas de la clé étrangère, il ne supprime que la contrainte, pas l'autre table.)

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom de la table à supprimer (éventuellement qualifié du nom du schéma).

CASCADE

Les objets qui dépendent de la table (vues, par exemple) sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

La table n'est pas supprimée si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Exemples

Supprimer les deux tables `films` et `distributeurs` :

```
DROP TABLE films, distributeurs;
```

Compatibilité

Cette commande est conforme au standard SQL. Cependant, le standard n'autorise pas la suppression de plusieurs tables en une seule commande. De plus, l'option **IF EXISTS** est une extension de PostgreSQL™.

Voir aussi

[ALTER TABLE\(7\)](#), [CREATE TABLE\(7\)](#)

Nom

DROP TABLESPACE — Supprimer un tablespace

Synopsis

```
DROP TABLESPACE [ IF EXISTS ] nom
```

Description

DROP TABLESPACE supprime un tablespace du système.

Un tablespace ne peut être supprimé que par son propriétaire ou par un superutilisateur. Le tablespace doit être vide de tout objet de base de données avant sa suppression. Même si le tablespace ne contient plus d'objets de la base de données courante, il est possible que des objets d'autres bases de données l'utilisent. De plus, si le tablespace se trouve parmi les tablespaces du paramètre `temp_tablespaces` d'une session active, la commande **DROP** pourrait échouer à cause de fichiers temporaires stockés dans le tablespace.

Paramètres

`IF EXISTS`

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

`nom`

Le nom du tablespace.

Notes

DROP TABLESPACE ne peut pas être exécuté à l'intérieur d'un bloc de transactions.

Exemples

Supprimer le tablespace `mes_affaires` :

```
DROP TABLESPACE mes_affaires;
```

Compatibilité

DROP TABLESPACE est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE TABLESPACE\(7\)](#), [ALTER TABLESPACE\(7\)](#)

Nom

DROP TEXT SEARCH CONFIGURATION — Supprimer une configuration de recherche plein texte

Synopsis

```
DROP TEXT SEARCH CONFIGURATION [ IF EXISTS ] nom [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP TEXT SEARCH CONFIGURATION supprime une configuration existante de la recherche plein texte. Pour exécuter cette commande, vous devez être le propriétaire de la configuration.

Paramètres

IF EXISTS

Ne renvoie pas une erreur si la configuration de recherche plein texte n'existe pas. Un message de niveau « NOTICE » est enregistré dans ce cas.

name

Le nom de la configuration de recherche plein texte (quelque fois qualifié du schéma).

CASCADE

Supprime automatiquement les objets dépendant de cette configuration de recherche plein texte, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Refuse la suppression de la configuration de recherche plein texte si des objets en dépendent. C'est la valeur par défaut.

Exemples

Supprimer la configuration de recherche plein texte the text search configuration my_english:

```
DROP TEXT SEARCH CONFIGURATION my_english;
```

Cette commande échouera s'il existe des index qui référencent la configuration dans des appels `to_tsvector`. Ajoutez CASCADE pour supprimer ces index avec la configuration de recherche plein texte.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DROP TEXT SEARCH CONFIGURATION** dans le standard SQL.

Voir aussi

[ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION\(7\)](#), [CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION\(7\)](#)

Nom

DROP TEXT SEARCH DICTIONARY — Supprimer un dictionnaire de recherche plein texte

Synopsis

```
DROP TEXT SEARCH DICTIONARY [ IF EXISTS ] nom [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP TEXT SEARCH DICTIONARY supprime un dictionnaire existant de la recherche plein texte. Pour exécuter cette commande, vous devez être le propriétaire du dictionnaire.

Paramètres

IF EXISTS

Ne renvoie pas une erreur si le dictionnaire de recherche plein texte n'existe pas. Un message de niveau « NOTICE » est enregistré dans ce cas.

name

Le nom du dictionnaire de recherche plein texte (quelque fois qualifié du schéma).

CASCADE

Supprime automatiquement les objets dépendant de ce dictionnaire de recherche plein texte, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Refuse la suppression du dictionnaire de recherche plein texte si des objets en dépendent. C'est la valeur par défaut.

Exemples

Supprimer le dictionnaire de recherche plein texte `english` :

```
DROP TEXT SEARCH DICTIONARY english;
```

Cette commande échouera s'il existe des configurations qui utilisent ce dictionnaire. Ajoutez `CASCADE` pour supprimer ces configurations avec le dictionnaire de recherche plein texte.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DROP TEXT SEARCH DICTIONARY** dans le standard SQL.

Voir aussi

[ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY\(7\)](#), [CREATE TEXT SEARCH DICTIONARY\(7\)](#)

Nom

DROP TEXT SEARCH PARSER — Supprimer un analyseur de recherche plein texte

Synopsis

```
DROP TEXT SEARCH PARSER [ IF EXISTS ] nom [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP TEXT SEARCH PARSER supprime un analyseur existant de la recherche plein texte. Pour exécuter cette commande, vous devez être superutilisateur.

Paramètres

IF EXISTS

Ne renvoie pas une erreur si l'analyseur de recherche plein texte n'existe pas. Un message de niveau « NOTICE » est enregistré dans ce cas.

name

Le nom de l'analyseur de recherche plein texte (quelque fois qualifié du schéma).

CASCADE

Supprime automatiquement les objets dépendant de l'analyseur de recherche plein texte, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Refuse la suppression de l'analyseur de recherche plein texte si des objets en dépendent. C'est la valeur par défaut.

Exemples

Supprimer l'analyseur de recherche plein texte `mon_analyseur` :

```
DROP TEXT SEARCH PARSER mon_analyseur;
```

Cette commande échouera s'il existe des configurations qui utilisent ce dictionnaire. Ajoutez `CASCADE` pour supprimer ces configurations avec l'analyseur de recherche plein texte.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DROP TEXT SEARCH PARSER** dans le standard SQL.

Voir aussi

[ALTER TEXT SEARCH PARSER\(7\)](#), [CREATE TEXT SEARCH PARSER\(7\)](#)

Nom

DROP TEXT SEARCH TEMPLATE — Supprimer un modèle de recherche plein texte

Synopsis

```
DROP TEXT SEARCH TEMPLATE [ IF EXISTS ] nom [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP TEXT SEARCH TEMPLATE supprime un modèle existant de la recherche plein texte. Pour exécuter cette commande, vous devez superutilisateur.

Paramètres

IF EXISTS

Ne renvoie pas une erreur si le modèle de recherche plein texte n'existe pas. Un message de niveau « NOTICE » est enregistré dans ce cas.

name

Le nom du modèle de recherche plein texte (quelque fois qualifié du schéma).

CASCADE

Supprime automatiquement les objets dépendant de ce modèle de recherche plein texte, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Refuse la suppression du modèle de recherche plein texte si des objets en dépendent. C'est la valeur par défaut.

Exemples

Supprimer le modèle de recherche plein texte `thesaurus` :

```
DROP TEXT SEARCH TEMPLATE thesaurus;
```

Cette commande échouera s'il existe des dictionnaires qui utilisent ce modèles. Ajoutez `CASCADE` pour supprimer ces dictionnaires avec le modèle de recherche plein texte.

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **DROP TEXT SEARCH TEMPLATE** dans le standard SQL.

Voir aussi

`ALTER TEXT SEARCH TEMPLATE(7)`, `CREATE TEXT SEARCH TEMPLATE(7)`

Nom

DROP TRANSFORM — supprime une transformation

Synopsis

```
DROP TRANSFORM [ IF EXISTS ] FOR nom_type
LANGUAGE nom_lang [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP TRANSFORM supprime une transformation définie précédemment.

Pour pouvoir supprimer une transformation, vous devez être propriétaire du type et du langage. Ce sont les mêmes droits nécessaires lors de la création d'une transformation.

Paramètres

IF EXISTS

Permet de ne pas générer d'erreur si la transformation n'existe pas alors qu'on tente de la supprimer. Une notification est simplement renvoyée dans ce cas.

nom_type

Le nom du type de données de la transformation.

nom_lang

Le nom du langage de la transformation.

CASCADE

Supprime automatiquement tous les objets dépendants de la transformation, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Si des objets sont dépendants de la transformation, elle ne pourra pas être supprimée. Ce comportement est celui par défaut.

Exemples

Pour supprimer une relation du type hstore et du langage plpythonu :

```
DROP TRANSFORM FOR hstore LANGUAGE plpythonu;
```

Compatibilité

Cette forme de **DROP TRANSFORM** est une extension PostgreSQL™. Voir CREATE TRANSFORM(7) pour plus de détails.
/bin/bash: q: command not found CREATE TRANSFORM(7)

Nom

DROP TRIGGER — Supprimer un déclencheur

Synopsis

```
DROP TRIGGER [ IF EXISTS ] nom ON nom_table [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP TRIGGER supprime la définition d'un déclencheur. Seul le propriétaire de la table sur laquelle le déclencheur est défini peut exécuter cette commande.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom du déclencheur à supprimer.

nom_table

Le nom de la table (éventuellement qualifié du nom du schéma) sur laquelle le déclencheur est défini.

CASCADE

Les objets qui dépendent du déclencheur sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Le déclencheur n'est pas supprimé si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Exemples

Destruction du déclencheur `si_dist_existe` de la table `films`:

```
DROP TRIGGER si_dist_existe ON films;
```

Compatibilité

L'instruction **DROP TRIGGER** de PostgreSQL™ est incompatible avec le standard SQL. Dans le standard, les noms de déclencheurs ne se définissent pas par rapport aux tables. La commande est donc simplement `DROP TRIGGER nom`.

Voir aussi

[CREATE TRIGGER\(7\)](#)

Nom

DROP TYPE — Supprimer un type de données

Synopsis

```
DROP TYPE [ IF EXISTS ] nom [ , ... ] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP TYPE supprime un type de données utilisateur. Seul son propriétaire peut le supprimer.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom du type de données (éventuellement qualifié du nom de schéma) à supprimer.

CASCADE

Les objets qui dépendent du type (colonnes de table, fonctions, opérateurs...) sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

Le type n'est pas supprimé si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Exemples

Supprimer le type de données boite :

```
DROP TYPE boite;
```

Compatibilité

Cette commande est similaire à celle du standard SQL en dehors de l'option `IF EXISTS` qui est une extension PostgreSQL™. La majorité de la commande `CREATE TYPE` et les mécanismes d'extension de type de données de PostgreSQL™ diffèrent du standard.

Voir aussi

`ALTER TYPE(7)`, `CREATE TYPE(7)`

Nom

DROP USER — Supprimer un rôle de base de données

Synopsis

```
DROP USER [ IF EXISTS ] nom [ , ... ]
```

Description

DROP USER est une autre façon de faire un **DROP ROLE**(7).

Compatibilité

L'instruction **DROP USER** est une extension PostgreSQL™. Le standard SQL laisse la définition des utilisateurs à l'implantation.

Voir aussi

[DROP ROLE\(7\)](#)

Nom

DROP USER MAPPING — Supprimer une correspondance d'utilisateur pour un serveur distant

Synopsis

```
DROP USER MAPPING [ IF EXISTS ] FOR { nom_utilisateur | USER | CURRENT_USER | PUBLIC
} SERVER nom_serveur
```

Description

DROP USER MAPPING supprime une correspondance d'utilisateur existant pour un serveur distant.

Le propriétaire d'un serveur distant peut supprimer les correspondances d'utilisateur pour ce serveur pour n'importe quel utilisateur. Par ailleurs, un utilisateur peut supprimer une correspondance d'utilisateur pour son propre nom d'utilisateur s'il a reçu le droit USAGE sur le serveur.

Paramètres

`IF EXISTS`

Ne génère pas d'erreur si la correspondance d'utilisateur n'existe pas. Un avertissement est émis dans ce cas.

`nom_utilisateur`

Nom d'utilisateur de la correspondance. CURRENT_USER et USER correspondent au nom de l'utilisateur courant. PUBLIC est utilisé pour correspondre à tous les noms d'utilisateurs présents et futurs du système.

`nom_serveur`

Nom du serveur de la correspondance d'utilisateur.

Exemples

Supprimer une correspondance d'utilisateur bob, sur le serveur truc si elle existe :

```
DROP USER MAPPING IF EXISTS FOR bob SERVER truc;
```

Compatibilité

DROP USER MAPPING est conforme à la norme ISO/IEC 9075-9 (SQL/MED). La clause `IF EXISTS` est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[CREATE USER MAPPING\(7\)](#), [ALTER USER MAPPING\(7\)](#)

Nom

DROP VIEW — Supprimer une vue

Synopsis

```
DROP VIEW [ IF EXISTS ] nom [ , ... ] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

DROP VIEW supprime une vue existante. Seul le propriétaire de la vue peut exécuter cette commande.

Paramètres

IF EXISTS

Ne pas renvoyer une erreur si l'agrégat n'existe pas. Un message d'avertissement est affiché dans ce cas.

nom

Le nom de la vue (éventuellement qualifié du nom de schéma) à supprimer.

CASCADE

Les objets qui dépendent de la vue (d'autres vues, par exemple) sont automatiquement supprimés, ainsi que tous les objets dépendants de ces objets (voir Section 5.13, « Gestion des dépendances »).

RESTRICT

La vue n'est pas supprimée si un objet en dépend. Comportement par défaut.

Exemples

Supprimer la vue `genre` :

```
DROP VIEW genre;
```

Compatibilité

Cette commande est conforme au standard SQL. Cependant, le standard n'autorise pas la suppression de plusieurs vues en une seule commande. De plus, l'option `IF EXISTS` est une extension de PostgreSQL™.

Voir aussi

`ALTER VIEW(7)`, `CREATE VIEW(7)`

Nom

END — Valider la transaction en cours

Synopsis

```
END [ WORK | TRANSACTION ]
```

Description

END valide la transaction en cours. Toutes les modifications réalisées lors de la transaction deviennent visibles pour les autres utilisateurs et il est garanti que les données ne seront pas perdues si un arrêt brutal survient. Cette commande est une extension PostgreSQL™ équivalente à COMMIT(7).

Paramètres

WORK, TRANSACTION

Mots clés optionnels. Ils n'ont pas d'effet.

Notes

ROLLBACK(7) est utilisé pour annuler une transaction.

Lancer **END** à l'extérieur d'une transaction n'a aucun effet mais provoque un message d'avertissement.

Exemples

Valider la transaction en cours et rendre toutes les modifications persistantes :

```
END ;
```

Compatibilité

END est une extension PostgreSQL™ fournissant une fonctionnalité équivalente à COMMIT(7), spécifié dans le standard SQL.

Voir aussi

BEGIN(7), COMMIT(7), ROLLBACK(7)

Nom

EXECUTE — Exécuter une instruction préparée

Synopsis

```
EXECUTE nom [ (paramètre [, ...] ) ]
```

Description

EXECUTE est utilisé pour exécuter une instruction préparée au préalable. Comme les instructions préparées existent seulement pour la durée d'une session, l'instruction préparée doit avoir été créée par une instruction **PREPARE** exécutée plus tôt dans la session en cours.

Si l'instruction **PREPARE** qui crée l'instruction est appelée avec des paramètres, un ensemble compatible de paramètres doit être passé à l'instruction **EXECUTE**, sinon une erreur est levée. Contrairement aux fonctions, les instructions préparées ne sont pas surchargées en fonction de leur type ou du nombre de leurs paramètres ; le nom d'une instruction préparée doit être unique au sein d'une session.

Pour plus d'informations sur la création et sur l'utilisation des instructions préparées, voir **PREPARE(7)**.

Paramètres

nom

Le nom de l'instruction préparée à exécuter.

paramètre

La valeur réelle du paramètre d'une instruction préparée. Ce paramètre doit être une expression ramenant une valeur dont le type est compatible avec celui spécifié pour ce paramètre positionnel dans la commande **PREPARE** qui a créé l'instruction préparée.

Sorties

La sortie renvoyée par la commande **EXECUTE** est celle de l'instruction préparée, et non celle de la commande **EXECUTE**.

Exemples

Des exemples sont donnés dans la section la section intitulée « Exemples » de la documentation de **PREPARE(7)**.

Compatibilité

Le standard SQL inclut une instruction **EXECUTE** qui n'est utilisée que dans le SQL embarqué. La syntaxe utilisée par cette version de l'instruction **EXECUTE** diffère quelque peu.

Voir aussi

DEALLOCATE(7), **PREPARE(7)**

Nom

EXPLAIN — Afficher le plan d'exécution d'une instruction

Synopsis

```
EXPLAIN [ ( option [, ...] ) ] instruction
EXPLAIN [ ANALYZE ] [ VERBOSE ] instruction
```

où *option* est :

```
ANALYZE [ boolean ]
VERBOSE [ boolean ]
COSTS [ boolean ]
BUFFERS [ boolean ]
TIMING [ boolean ]
FORMAT { TEXT | XML | JSON | YAML }
```

Description

Cette commande affiche le plan d'exécution que l'optimiseur de PostgreSQL™ engendre pour l'instruction fournie. Le plan d'exécution décrit le parcours de la (des) table(s) utilisée(s) dans la requête -- parcours séquentiel, parcours d'index, etc. -- . Si plusieurs tables sont référencées, il présente également les algorithmes de jointures utilisés pour rassembler les lignes issues des différentes tables.

La partie la plus importante de l'affichage concerne l'affichage des coûts estimés d'exécution. Ils représentent l'estimation faite par le planificateur des temps d'exécution de la requête (mesuré en une unité de coût arbitraire bien que conventionnellement ce sont des lectures de page disque). Deux nombres sont affichés : le coût de démarrage, écoulé avant que la première ligne soit renvoyée, et le coût d'exécution total, nécessaire au renvoi de toutes les lignes. Pour la plupart des requêtes, le coût qui importe est celui d'exécution totale. Mais dans certains cas, tel que pour une sous-requête dans la clause EXISTS, le planificateur choisira le coût de démarrage le plus court, et non celui d'exécution totale (car, de toute façon, l'exécuteur s'arrête après la récupération d'une ligne). De même, lors de la limitation des résultats à retourner par une clause LIMIT, la planificateur effectue une interpolation entre les deux coûts limites pour choisir le plan réellement le moins coûteux.

L'option ANALYZE impose l'exécution de la requête en plus de sa planification. De ce fait, les statistiques d'exécution réelle sont ajoutées à l'affichage, en incluant le temps total écoulé à chaque nœud du plan (en millisecondes) et le nombre total de lignes renvoyées. C'est utile pour vérifier la véracité des informations fournies par le planificateur.



Important

Il ne faut pas oublier que l'instruction est réellement exécutée avec l'option ANALYZE. Bien qu'EXPLAIN inhibe l'affichage des retours d'une commande SELECT, les autres effets de l'instruction sont présents. Si EXPLAIN ANALYZE doit être utilisé sur une instruction INSERT, UPDATE, DELETE CREATE TABLE AS ou EXECUTE sans que la commande n'affecte les données, l'approche suivante peut être envisagée :

```
BEGIN;
EXPLAIN ANALYZE ... ;
ROLLBACK;
```

Seules les options ANALYZE et VERBOSE peuvent être utilisées et dans cet ordre seulement si la liste d'options entre parenthèses n'est pas utilisé. Avant PostgreSQL™ 9.0, la seule syntaxe supportée était celle sans parenthèses. Les nouvelles options ne seront supportées que par la nouvelle syntaxe, celle avec les parenthèses.

Paramètres

ANALYZE

Exécute la commande et affiche les temps d'exécution réels et d'autres statistiques. Ce paramètre est par défaut à FALSE.

VERBOSE

Affiche des informations supplémentaires sur le plan. Cela inclut la liste des colonnes en sortie pour chaque nœud du plan, les noms des tables et fonctions avec le nom du schéma, les labels des variables dans les expressions avec des alias de tables

et le nom de chaque trigger pour lesquels les statistiques sont affichées. Ce paramètre est par défaut à FALSE.

COSTS

Inclut des informations sur le coût estimé au démarrage et au total de chaque nœud du plan, ainsi que le nombre estimé de lignes et la largeur estimée de chaque ligne. Ce paramètre est par défaut à TRUE.

BUFFERS

Inclut des informations sur l'utilisation des tampons. Spécifiquement, inclut le nombre de blocs partagés lus dans la cache, lus en dehors du cache, modifiés et écrits, le nombre de blocs locaux lus dans le cache, lus en dehors du cache, modifiés, et écrits, et le nombre de blocs temporaires lus et écrits. Le terme *hit* signifie que la lecture a été évitée car le bloc se trouvait déjà dans le cache. Les blocs partagés contiennent les données de tables et index standards ; les blocs locaux contiennent les tables et index temporaires ; les blocs temporaires contiennent les données de travail à court terme, comme les tris, les hachages, les nœuds Materialize, et des cas similaires. Le nombre de blocs modifiés (*dirtied*) indique le nombre de blocs précédemment propres qui ont été modifiés par cette requête ; le nombre de blocs écrits (*written*) indique le nombre de blocs déjà modifiés qui a été enlevé du cache pour être écrit sur disque lors de l'exécution de cette requête. Le nombre de blocs affichés pour un nœud de niveau supérieur inclut ceux utilisés par tous ses enfants. Dans le format texte, seules les valeurs différentes de zéro sont affichées. Ce paramètre peut seulement être utilisé si ANALYZE est aussi activé. Sa valeur par défaut est FALSE.

TIMING

Inclut le temps réel de démarrage et le temps réel passé dans le nœud en sortie. La surcharge de la lecture répétée de l'horloge système peut ralentir la requête de façon significative sur certains systèmes, et donc il est utile de pouvoir configurer ce paramètre à FALSE quand seuls le décompte réel des lignes est nécessaire. La durée d'exécution complète de la commande est toujours mesurée, même si le chronométrage des nœuds est désactivé avec cette option. Ce paramètre peut seulement être utilisé quand l'option ANALYZE est aussi activée. La valeur par défaut est TRUE.

FORMAT

Indique le format de sortie. Il peut valoir TEXT, XML, JSON ou YAML. Toutes les sorties contiennent les mêmes informations, mais les programmes pourront plus facilement traiter les sorties autres que TEXT. Ce paramètre est par défaut à TEXT.

boolean

Spécifie si l'option sélectionnée doit être activée ou désactivée. Vous pouvez écrire TRUE, ON ou 1 pour activer l'option, et FALSE, OFF ou 0 pour la désactiver. La valeur de type boolean peut aussi être omise, auquel cas la valeur sera TRUE.

instruction

Toute instruction **SELECT**, **INSERT**, **UPDATE**, **DELETE**, **VALUES EXECUTE**, **DECLARE**, **CREATE TABLE AS** ou **CREATE MATERIALIZED VIEW AS** dont le plan d'exécution est souhaité.

Sorties

La sortie de la commande est une description textuelle du plan sélectionné pour la *requête*, annotée en option des statistiques d'exécution. Section 14.1, « Utiliser EXPLAIN » décrit les informations fournies.

Notes

Pour permettre au planificateur de requêtes de PostgreSQL™ de prendre des décisions en étant raisonnablement informé pour l'optimisation des requêtes, les données du catalogue pg_statistic doivent être à jour pour toutes les tables utilisées dans la requête. Habituellement, le démon autovacuum s'en chargera automatiquement. Mais si une table a eu récemment des changements importants dans son contenu, vous pourriez avoir besoin de lancer un ANALYZE(7) manuel plutôt que d'attendre que l'autovacuum s'occupe des modifications.

Pour mesurer le coût d'exécution de chaque nœud dans le plan d'exécution, l'implémentation actuelle de la commande **EXPLAIN ANALYZE** ajoute une surcharge de profilage à l'exécution de la requête. En résultat, exécuter **EXPLAIN ANALYZE** sur une requête peut parfois prendre un temps significativement plus long que l'exécution de la requête. La durée supplémentaire dépend de la nature de la requête ainsi que de la plateforme utilisée. Le pire des cas survient pour les nœuds du plan nécessitant en eux-mêmes peu de durée d'exécution par exécution et sur les machines disposant d'appels systèmes relativement lents pour obtenir l'heure du jour.

Exemples

Afficher le plan d'une requête simple sur une table d'une seule colonne de type integer et 10000 lignes :

```
EXPLAIN SELECT * FROM foo;
QUERY PLAN
Seq Scan on foo  (cost=0.00..155.00 rows=10000 width=4)
(1 row)
```

Voici le même plan, mais formaté avec JSON :

```
EXPLAIN (FORMAT JSON) SELECT * FROM foo;
    QUERY PLAN
-----
[ +  
 { +  
   "Plan": { +  
     "Node Type": "Seq Scan", +  
     "Relation Name": "foo", +  
     "Alias": "foo", +  
     "Startup Cost": 0.00, +  
     "Total Cost": 155.00, +  
     "Plan Rows": 10000, +  
     "Plan Width": 4 +  
   } +  
 } +  
] +  
(1 row)
```

S'il existe un index et que la requête contient une condition WHERE indexable, EXPLAIN peut afficher un plan différent :

```
EXPLAIN SELECT * FROM foo WHERE i = 4;
    QUERY PLAN
-----
Index Scan using fi on foo  (cost=0.00..5.98 rows=1 width=4)
  Index Cond: (i = 4)
(2 rows)
```

Voici le même plan, mais formaté avec YAML :

```
EXPLAIN (FORMAT YAML) SELECT * FROM foo WHERE i='4';
    QUERY PLAN
-----
- Plan: +  
  Node Type: "Index Scan" +  
  Scan Direction: "Forward"+  
  Index Name: "fi" +  
  Relation Name: "foo" +  
  Alias: "foo" +  
  Startup Cost: 0.00 +  
  Total Cost: 5.98 +  
  Plan Rows: 1 +  
  Plan Width: 4 +  
  Index Cond: "(i = 4)" +  
(1 row)
```

L'obtention du format XML est laissé en exercice au lecteur.

Voici le même plan avec les coûts supprimés :

```
EXPLAIN (COSTS FALSE) SELECT * FROM foo WHERE i = 4;
    QUERY PLAN
-----
Index Scan using fi on foo
  Index Cond: (i = 4)
(2 rows)
```

Exemple de plan de requête pour une requête utilisant une fonction d'agrégat :

```
EXPLAIN SELECT sum(i) FROM foo WHERE i < 10;
```

```

        QUERY PLAN
-----
Aggregate  (cost=23.93..23.93 rows=1 width=4)
  -> Index Scan using fi on foo  (cost=0.00..23.92 rows=6 width=4)
      Index Cond: (i < 10)
(3 rows)

```

Exemple d'utilisation de **EXPLAIN EXECUTE** pour afficher le plan d'exécution d'une requête préparée :

```

PREPARE query(int, int) AS SELECT sum(bar) FROM test
  WHERE id > $1 AND id < $2
    GROUP BY foo;

EXPLAIN ANALYZE EXECUTE query(100, 200);

        QUERY PLAN
-----
HashAggregate  (cost=9.54..9.54 rows=1 width=8) (actual time=0.156..0.161 rows=11
loops=1)
  Group Key: foo
  -> Index Scan using test_pkey on test  (cost=0.29..9.29 rows=50 width=8) (actual
time=0.039..0.091 rows=99 loops=1)
      Index Cond: ((id > $1) AND (id < $2))
  Planning time: 0.197 ms
  Execution time: 0.225 ms
(6 rows)

```

Il est évident que les nombres présentés ici dépendent du contenu effectif des tables impliquées. De plus, les nombres, et la stratégie sélectionnée elle-même, peuvent différer en fonction de la version de PostgreSQL™ du fait des améliorations apportées au planificateur. Il faut également savoir que la commande **ANALYZE** calcule les statistiques des données à partir d'extraits aléatoires ; il est de ce fait possible que les coûts estimés soient modifiés après l'exécution de cette commande, alors même la distribution réelle des données dans la table n'a pas changé.

Compatibilité

L'instruction **EXPLAIN** n'est pas définie dans le standard SQL.

Voir aussi

[ANALYZE\(7\)](#)

Nom

FETCH — Récupérer les lignes d'une requête à l'aide d'un curseur

Synopsis

```
FETCH [ direction [ FROM | IN ] ] nom curseur
```

où *direction* peut être vide ou être :

```
NEXT  
PRIOR  
FIRST  
LAST  
ABSOLUTE nombre  
RELATIVE nombre  
nombre  
ALL  
FORWARD  
FORWARD nombre  
FORWARD ALL  
BACKWARD  
BACKWARD nombre  
BACKWARD ALL
```

Description

FETCH récupère des lignes en utilisant un curseur précédemment ouvert.

À un curseur est associée une position associée utilisée par **FETCH**. Le curseur peut être positionné avant la première ligne du résultat de la requête, sur une ligne particulière du résultat ou après la dernière ligne du résultat. À sa création, le curseur est positionné avant la première ligne. Après récupération de lignes, le curseur est positionné sur la ligne la plus récemment récupérée. Si **FETCH** atteint la fin des lignes disponibles, il est positionné après la dernière ligne ou avant la première ligne dans le cas d'une récupération remontante. **FETCH ALL** ou **FETCH BACKWARD ALL** positionne toujours le curseur après la dernière ligne ou avant la première ligne.

Les formes NEXT, PRIOR, FIRST, LAST, ABSOLUTE, RELATIVE récupèrent une seule ligne après déplacement approprié du curseur. Si cette ligne n'existe pas, un résultat vide est renvoyé et le curseur est positionné avant la première ligne ou après la dernière ligne, en fonction du sens de la progression.

Les formes utilisant FORWARD et BACKWARD récupèrent le nombre de lignes indiqué en se déplaçant en avant ou en arrière, laissant le curseur positionné sur la dernière ligne renvoyée (ou après/avant toutes les lignes si *nombre* dépasse le nombre de lignes disponibles).

RELATIVE 0, FORWARD 0 et BACKWARD 0 récupèrent tous la ligne actuelle sans déplacer le curseur, c'est-à-dire qu'ils effectuent une nouvelle récupération de la ligne dernièrement récupérée. La commande réussit sauf si le curseur est positionné avant la première ligne ou après la dernière ligne ; dans ce cas, aucune ligne n'est renvoyée.



Note

Cette page décrit l'utilisation des curseurs au niveau de la commande SQL. Si vous voulez utiliser des curseurs dans une fonction PL/pgSQL, les règles sont différentes -- voir Section 41.7, « Curseurs ».

Paramètres

direction

La direction et le nombre de lignes à récupérer. Ce paramètre peut prendre les valeurs suivantes :

NEXT

La ligne suivante est récupérée. C'est le comportement par défaut si *direction* est omis.

PRIOR

La ligne précédente est récupérée.

FIRST

La première ligne de la requête est récupérée. C'est identique à ABSOLUTE 1.

LAST

La dernière ligne de la requête est récupérée. C'est identique à ABSOLUTE -1.

ABSOLUTE *nombre*

La *nombre*-ième ligne de la requête est récupérée, ou la `abs(nombre)`-ième ligne à partir de la fin si *nombre* est négatif. Le curseur est positionné avant la première ligne ou après la dernière si *nombre* est en dehors des bornes ; en particulier, ABSOLUTE 0 le positionne avant la première ligne.

RELATIVE *nombre*

La *nombre*-ième ligne suivante est récupérée, ou la `abs(nombre)`-ième ligne précédente si *nombre* est négatif. RELATIVE 0 récupère de nouveau la ligne courante, si elle existe.

nombre

Les *nombre* lignes suivantes sont récupérées. C'est identique à FORWARD *nombre*.

ALL

Toutes les lignes restantes sont récupérées. C'est identique à FORWARD ALL).

FORWARD *nombre*

La ligne suivante est récupérée. C'est identique à NEXT.

FORWARD ALL

Toutes les lignes restantes sont récupérées.

BACKWARD *nombre*

La ligne précédente est récupérée. C'est identique à PRIOR.

BACKWARD ALL

Toutes les lignes précédentes sont récupérées (parcours inverse). BACKWARD 0 récupère de nouveau la ligne courante.

nombre

Constante de type entier éventuellement signé, qui précise l'emplacement ou le nombre de lignes à récupérer. Dans le cas de FORWARD et BACKWARD, préciser une valeur négative pour *nombre* est équivalent à modifier le sens de FORWARD et BACKWARD.

nom_curseur

Le nom d'un curseur ouvert.

Sorties

En cas de succès, une commande **FETCH** renvoie une balise de commande de la forme

```
FETCH nombre
```

Le *nombre* est le nombre de lignes récupérées (éventuellement zéro). Dans psql, la balise de commande n'est pas réellement affichée car psql affiche à la place les lignes récupérées.

Notes

Le curseur doit être déclaré avec l'option SCROLL si les variantes de **FETCH** autres que **FETCH NEXT** ou **FETCH FORWARD** avec un nombre positif sont utilisées. Pour les requêtes simples, PostgreSQL™ autorise les parcours inverses à partir de curseurs non déclarés avec SCROLL. Il est toutefois préférable de ne pas se fonder sur ce comportement. Si le curseur est déclaré avec NO SCROLL, aucun parcours inverse n'est autorisé.

Les récupérations ABSOLUTE ne sont pas plus rapides que la navigation vers la ligne désirée par déplacement relatif : de toute façon, l'implantation sous-jacente doit parcourir toutes les lignes intermédiaires. Les récupérations absolues négatives font même pis : la requête doit être lue jusqu'à la fin pour trouver la dernière ligne, puis relue en sens inverse à partir de là. Néanmoins, remonter vers le début de la requête (comme avec **FETCH ABSOLUTE 0**) est rapide.

DECLARE(7) est utilisé pour définir un curseur. MOVE(7) est utilisé pour modifier la position du curseur sans récupérer les don-

nées.

Exemples

Parcourir une table à l'aide d'un curseur :

```
BEGIN WORK;

-- Initialiser le curseur :
DECLARE liahona SCROLL CURSOR FOR SELECT * FROM films;

-- Récupérer les 5 premières lignes du curseur liahona :
FETCH FORWARD 5 FROM liahona;

code | titre | did | date_prod | genre | longueur
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
BL101 | The Third Man | 101 | 1949-12-23 | Drama | 01:44
BL102 | The African Queen | 101 | 1951-08-11 | Romantic | 01:43
JL201 | Une Femme est une Femme | 102 | 1961-03-12 | Romantic | 01:25
P_301 | Vertigo | 103 | 1958-11-14 | Action | 02:08
P_302 | Becket | 103 | 1964-02-03 | Drama | 02:28

-- Récupérer la ligne précédente :
FETCH PRIOR FROM liahona;

code | titre | did | date_prod | genre | longueur
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
P_301 | Vertigo | 103 | 1958-11-14 | Action | 02:08

-- Fermer le curseur et terminer la transaction:
CLOSE liahona;
COMMIT WORK;
```

Compatibilité

Le standard SQL ne définit **FETCH** que pour une utilisation en SQL embarqué. La variante de **FETCH** décrite ici renvoie les données comme s'il s'agissait du résultat d'un **SELECT** plutôt que de le placer dans des variables hôtes. À part cela, **FETCH** est totalement compatible avec le standard SQL.

Les formes de **FETCH** qui impliquent FORWARD et BACKWARD, ainsi que les formes **FETCH nombre** et **FETCH ALL**, dans lesquelles FORWARD est implicite, sont des extensions PostgreSQL™.

Le standard SQL n'autorise que **FROM** devant le nom du curseur ; la possibilité d'utiliser **IN**, ou de les laisser, est une extension.

Voir aussi

CLOSE(7), DECLARE(7), MOVE(7)

Nom

GRANT — Définir les droits d'accès

Synopsis

```
GRANT { { SELECT | INSERT | UPDATE | DELETE | TRUNCATE | REFERENCES | TRIGGER }
        [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON { [ TABLE ] nom_table [, ...]
            | ALL TABLES IN SCHEMA nom_schéma [, ...] }
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { { SELECT | INSERT | UPDATE | REFERENCES } ( nom_colonne [, ...] )
        [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] ( nom_colonne [, ...] ) }
       ON [ TABLE ] nom_table [, ...]
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { { USAGE | SELECT | UPDATE }
        [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON { SEQUENCE nom_séquence [, ...]
            | ALL SEQUENCES IN SCHEMA nom_schéma [, ...] }
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { { CREATE | CONNECT | TEMPORARY | TEMP } [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON DATABASE nom_base [, ...]
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { USAGE | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON DOMAIN nom_domaine [, ...]
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { USAGE | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON FOREIGN DATA WRAPPER nom_fdw [, ...]
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { USAGE | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON FOREIGN SERVER nom_serveur [, ...]
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { EXECUTE | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON { FUNCTION nom_fonction ( [ [ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [, ...] ] ) [, ...]
            | ALL FUNCTIONS IN SCHEMA nom_schéma [, ...] }
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { USAGE | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON LANGUAGE nom_lang [, ...]
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { { SELECT | UPDATE } [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON LARGE OBJECT loid [, ...]
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { { CREATE | USAGE } [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON SCHEMA nom_schéma [, ...]
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { CREATE | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON TABLESPACE tablespace_name [, ...]
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]

GRANT { USAGE | ALL [ PRIVILEGES ] }
       ON TYPE nom_type [, ...]
       TO spécification_rôle [, ...] [ WITH GRANT OPTION ]
```

où *spécification_rôle* peut valoir :

```
[ GROUP ] nom_rôle
```

```

| PUBLIC
| CURRENT_USER
| SESSION_USER

GRANT nom_rôle [ , ... ] TO nom_rôle [ , ... ] [ WITH ADMIN OPTION ]

```

Description

La commande **GRANT** a deux variantes basiques : la première donne des droits sur un objet de la base de données (table, colonne, vue, table distante, séquence, base de données, wrapper de données distantes, serveur distant, fonction, langage de procédure, schéma ou espace logique), la seconde gère les appartenances à un rôle. Ces variantes sont assez similaires mais somme toute assez différentes pour être décrites séparément.

GRANT sur les objets de la base de données

Cette variante de la commande **GRANT** donne des droits spécifiques sur un objet de la base de données à un ou plusieurs rôles. Ces droits sont ajoutés à ceux déjà possédés, s'il y en a.

Il existe aussi une option pour donner les droits sur tous les objets d'un même type sur un ou plusieurs schémas. Cette fonctionnalité n'est actuellement proposée que pour les tables, séquences et fonctions (mais notez que **ALL TABLES** incluent aussi les vues et les tables distantes).

Le mot clé **PUBLIC** indique que les droits sont donnés à tous les rôles, y compris ceux créés ultérieurement. **PUBLIC** peut être vu comme un groupe implicitement défini qui inclut en permanence tous les rôles. Un rôle particulier dispose de la somme des droits qui lui sont acquis en propre, des droits de tout rôle dont il est membre et des droits donnés à **PUBLIC**.

Si **WITH GRANT OPTION** est précisé, celui qui reçoit le droit peut le transmettre à son tour (NDT : par la suite on parlera d'« option de transmission de droit », là où en anglais il est fait mention de « grant options »). Sans l'option **GRANT**, l'utilisateur ne peut pas le faire. Cette option ne peut pas être donnée à **PUBLIC**.

Il n'est pas nécessaire d'accorder des droits au propriétaire d'un objet (habituellement l'utilisateur qui l'a créé) car, par défaut, le propriétaire possède tous les droits. (Le propriétaire peut toutefois choisir de révoquer certains de ses propres droits.)

Le droit de supprimer un objet ou de modifier sa définition n'est pas configurable avec cette commande. Il est spécifique au propriétaire de l'objet. Ce droit ne peut ni être donné ni supprimé. Néanmoins, il est possible d'avoir le même effet en rendant un utilisateur membre du rôle qui possède cet object ou en le supprimant de ce rôle. Le propriétaire a aussi implicitement les options de transmission de droits pour l'objet.

PostgreSQL donne des droits par défaut sur certains types d'objets à **PUBLIC**. Aucun droit n'est donné à **PUBLIC** par défaut sur les tables, colonnes, schémas et tablespaces. Pour les autres types, les droits par défaut donnés à **PUBLIC** sont les suivants : **CONNECT** et **CREATE TEMP TABLE** pour les bases de données ; **EXECUTE** pour les procédures stockées ; **USAGE** pour les langages. Le propriétaire de l'objet peut, bien sûr, utiliser **REVOKE** pour enlever les droits par défaut et les droits donnés après coup. (Pour un maximum de sécurité, **REVOKE** est lancé dans la même transaction que la création de l'objet ; ainsi, il n'y a pas de laps de temps pendant lequel un autre utilisateur peut utiliser l'objet.) De plus, cette configuration des droits par défaut peut être modifiée en utilisant la commande **ALTER DEFAULT PRIVILEGES(7)**.

Les droits possibles sont :

SELECT

Autorise **SELECT(7)** sur toutes les colonnes, ou sur les colonnes listées spécifiquement, de la table, vue ou séquence indiquée. Autorise aussi l'utilisation de **COPY(7) TO**. De plus, ce droit est nécessaire pour référencer des valeurs de colonnes existantes avec **UPDATE(7)** ou **DELETE(7)**. Pour les séquences, ce droit autorise aussi l'utilisation de la fonction **currval**. Pour les « Large Objects », ce droit permet la lecture de l'objet.

INSERT

Autorise **INSERT(7)** d'une nouvelle ligne dans la table indiquée. Si des colonnes spécifiques sont listées, seules ces colonnes peuvent être affectées dans une commande **INSERT**, (les autres colonnes recevront par conséquent des valeurs par défaut). Autorise aussi **COPY(7) FROM**.

UPDATE

Autorise **UPDATE(7)** sur toute colonne de la table spécifiée, ou sur les colonnes spécifiquement listées. (En fait, toute commande **UPDATE** non triviale nécessite aussi le droit **SELECT** car elle doit référencer les colonnes pour déterminer les lignes à mettre à jour et/ou calculer les nouvelles valeurs des colonnes.) **SELECT ... FOR UPDATE** et **SELECT ... FOR SHARE** requièrent également ce droit sur au moins une colonne en plus du droit **SELECT**. Pour les séquences, ce droit autorise l'utilisation des fonctions **nextval** et **setval**. Pour les « Large Objects », ce droit permet l'écriture et le tronquage de l'objet.

DELETE

Autorise DELETE(7) d'une ligne sur la table indiquée. (En fait, toute commande **DELETE** non triviale nécessite aussi le droit SELECT car elle doit référencer les colonnes pour déterminer les lignes à supprimer.)

TRUNCATE

Autorise TRUNCATE(7) sur la table indiquée.

REFERENCES

Ce droit est requis sur les colonnes de référence et les colonnes qui référencent pour créer une contrainte de clé étrangère. Le droit peut être accordé pour toutes les colonnes, ou seulement des colonnes spécifiques.

TRIGGER

Autorise la création d'un déclencheur sur la table indiquée. (Voir l'instruction CREATE TRIGGER(7).)

CREATE

Pour les bases de données, autorise la création de nouveaux schémas dans la base de données.

Pour les schémas, autorise la création de nouveaux objets dans le schéma. Pour renommer un objet existant, il est nécessaire d'en être le propriétaire *et* de posséder ce droit sur le schéma qui le contient.

Pour les tablespaces, autorise la création de tables, d'index et de fichiers temporaires dans le tablespace et autorise la création de bases de données utilisant ce tablespace par défaut. (Révoquer ce privilège ne modifie pas l'emplacement des objets existants.)

CONNECT

Autorise l'utilisateur à se connecter à la base indiquée. Ce droit est vérifié à la connexion (en plus de la vérification des restrictions imposées par pg_hba.conf).

TEMPORARY, TEMP

Autorise la création de tables temporaires lors de l'utilisation de la base de données spécifiée.

EXECUTE

Autorise l'utilisation de la fonction indiquée et l'utilisation de tout opérateur défini sur cette fonction. C'est le seul type de droit applicable aux fonctions. (Cette syntaxe fonctionne aussi pour les fonctions d'agrégat.)

USAGE

Pour les langages procéduraux, autorise l'utilisation du langage indiqué pour la création de fonctions. C'est le seul type de droit applicable aux langages procéduraux.

Pour les schémas, autorise l'accès aux objets contenus dans le schéma indiqué (en supposant que les droits des objets soient respectés). Cela octroie, pour l'essentiel, au bénéficiaire le droit de « consulter » les objets contenus dans ce schéma. Sans ce droit, il est toujours possible de voir les noms des objets en lançant des requêtes sur les tables système. De plus, après avoir révoqué ce droit, les processus serveur existants pourraient recevoir des requêtes qui ont déjà réalisé cette recherche auparavant, donc ce n'est pas un moyen complètement sécurisé d'empêcher l'accès aux objets.

Pour les séquences, ce droit autorise l'utilisation des fonctions currval et nextval.

Pour les types et domaines, ce droit autorise l'utilisation du type ou du domaine dans la création de tables, procédures stockées et quelques autres objets du schéma. (Notez qu'il ne contrôle pas un « usage » général du type, comme les valeurs du type apparaissant dans les requêtes. Il empêche seulement les objets d'être créés s'ils dépendent de ce type. Le but principal de ce droit est de contrôler les utilisateurs pouvant créer des dépendances sur un type, ce qui peut empêcher le propriétaire de changer le type après coup.)

Pour des wrappers de données distantes, ce droit autorise son bénéficiaire à créer de nouveaux serveurs utilisant ce wrapper.

Pour les serveurs distants, ce droit autorise son bénéficiaire à créer des tables distantes utilisant ce serveur, mais aussi à créer, modifier et supprimer les correspondances d'utilisateur, dont il est propriétaire, et qui sont associées à ce serveur.

ALL PRIVILEGES

Octroie tous les droits disponibles en une seule opération. Le mot clé PRIVILEGES est optionnel sous PostgreSQL™ mais est requis dans le standard SQL.

Les droits requis par les autres commandes sont listés sur les pages de référence de ces commandes.

GRANT sur les rôles

Cette variante de la commande **GRANT** définit l'appartenance d'un (ou plusieurs) rôle(s) à un autre. L'appartenance à un rôle est importante car elle offre tous les droits accordés à un rôle à l'ensemble de ses membres.

Si **WITH ADMIN OPTION** est spécifié, le membre peut à la fois en octroyer l'appartenance à d'autres rôles, et la révoquer. Sans cette option, les utilisateurs ordinaires ne peuvent pas le faire. Un rôle ne dispose pas de l'option **WITH ADMIN OPTION** lui-

même mais il peut donner ou enlever son appartenance à partir d'une session où l'utilisateur correspond au rôle. Les superutilisateurs peuvent donner ou supprimer l'appartenance à tout rôle. Les rôles disposant de l'attribut CREATEROLE peuvent donner ou supprimer l'appartenance à tout rôle qui n'est pas un superutilisateur.

Contrairement au cas avec les droits, l'appartenance à un rôle ne peut pas être donné à PUBLIC. Notez aussi que ce format de la commande n'autorise pas le mot GROUP.

Notes

La commande REVOKE(7) est utilisée pour retirer les droits d'accès.

Depuis PostgreSQL™ 8.1, le concept des utilisateurs et des groupes a été unifié en un seul type d'entité appelé rôle. Il n'est donc plus nécessaire d'utiliser le mot clé GROUP pour indiquer si le bénéficiaire est un utilisateur ou un groupe. GROUP est toujours autorisé dans cette commande mais est ignoré.

Un utilisateur peut exécuter des **SELECT**, **INSERT**, etc. sur une colonne si il a le privilège soit sur cette colonne spécifique, soit sur la table entière. Donner un privilège de table puis le révoquer pour une colonne ne fera pas ce que vous pourriez espérer : l'autorisation au niveau de la table n'est pas affectée par une opération au niveau de la colonne.

Quand un utilisateur, non propriétaire d'un objet, essaie d'octroyer des droits sur cet objet, la commande échoue si l'utilisateur n'a aucun droit sur l'objet. Tant que des priviléges existent, la commande s'exécute, mais n'octroie que les droits pour lesquels l'utilisateur dispose de l'option de transmission. Les formes **GRANT ALL PRIVILEGES** engendrent un message d'avertissement si aucune option de transmission de droit n'est détenue, tandis que les autres formes n'engendrent un message que lorsque les options de transmission du privilège concerné par la commande ne sont pas détenues. (Cela s'applique aussi au propriétaire de l'objet, mais comme on considère toujours que ce dernier détient toutes les options de transmission, le problème ne se pose jamais.)

Les superutilisateurs de la base de données peuvent accéder à tous les objets sans tenir compte des droits qui les régissent. Cela est comparable aux droits de root sur un système Unix. Comme avec root, il est déconseillé d'opérer en tant que superutilisateur, sauf en cas d'impérieuse nécessité.

Si un superutilisateur lance une commande **GRANT** ou **REVOKE**, tout se passe comme si la commande était exécutée par le propriétaire de l'objet concerné. Les droits octroyés par cette commande semblent ainsi l'avoir été par le propriétaire de l'objet. (L'appartenance à rôle, elle, semble être donnée par le rôle conteneur.)

GRANT et **REVOKE** peuvent aussi être exécutées par un rôle qui n'est pas le propriétaire de l'objet considéré, mais est membre du rôle propriétaire de l'objet, ou membre du rôle titulaire du privilège WITH GRANT OPTION sur cet objet. Dans ce cas, les droits sont enregistrés comme donnés par le rôle propriétaire de l'objet ou titulaire du privilège WITH GRANT OPTION. Par exemple, si la table t1 appartient au rôle g1, dont le rôle u1 est membre, alors u1 peut donner les droits sur t1 à u2, mais ces droits apparaissent octroyés directement par g1. Tout autre membre du rôle g1 peut les révoquer par la suite.

Si le rôle qui exécute **GRANT** détient, de manière indirecte, les droits souhaités à travers plus d'un niveau d'appartenance, il est difficile de prévoir le rôle reconnu comme fournisseur du privilège. Dans de tels cas, le meilleur moyen d'utiliser **SET ROLE** est de devenir le rôle qui doit octroyer les droits.

Donner un droit sur une table n'étend pas automatiquement les droits sur les séquences utilisées par cette table, ceci incluant les séquences liées par des colonnes de type SERIAL. Les droits sur les séquences doivent être donnés séparément.

La commande \dp de psql(1) permet d'obtenir des informations sur les droits existants pour les tables et colonnes, par exemple :

```
=> \z matable
                                         Access privileges
Schema | Name      | Type   | Access privileges           | Column access privileges
-----+-----+-----+-----+
public | mytable  | table  | miriam=arwdDxt/miriam    | coll:
                                                : =r/miriam          : miriam_rw=rw/miriam
                                                : admin=arw/miriam
(1 row)
```

Les entrées affichées par \dp sont interprétées ainsi :

```
rolename=xxxx -- privileges granted to a role
                =xxxx -- privileges granted to PUBLIC
```

```
r -- SELECT ("lecture")
w -- UPDATE ("écriture")
a -- INSERT ("ajout")
d -- DELETE
D -- TRUNCATE
x -- REFERENCES
```

```

t -- TRIGGER
X -- EXECUTE
U -- USAGE
C -- CREATE
c -- CONNECT
T -- TEMPORARY
arwdDxt -- ALL PRIVILEGES (pour les tables, varie pour les autres objets)
* -- option de transmission du privilège qui précède

/yyyY -- role qui a donné le droit

```

L'exemple ci-dessus présente ce que voit l'utilisatrice miriam après la création de la table matable et l'exécution de :

```

GRANT SELECT ON matable TO PUBLIC;
GRANT SELECT, UPDATE, INSERT ON matable TO admin;
GRANT SELECT (coll), UPDATE (coll) ON matable TO miriam_rw;

```

Pour les objects non-tables, il y a d'autres commandes \d qui peuvent afficher leurs privilèges.

Si la colonne « Access privileges » est vide pour un objet donné, cela signifie que l'objet possède les droits par défaut (c'est-à-dire que la colonne des droits est NULL). Les droits par défaut incluent toujours les droits complets pour le propriétaire et peuvent inclure quelques droits pour PUBLIC en fonction du type d'objet comme cela est expliqué plus haut. Le premier **GRANT** ou **REVOKE** sur un objet instancie les droits par défaut (produisant, par exemple, { = ,miriam=arwdDxt/miriam}) puis les modifie en fonction de la requête spécifiée. Les entrées sont affichées en « Privilèges d'accès aux colonnes » seulement pour les colonnes qui ont des privilèges différents de ceux par défaut. (Notez que, dans ce but, « default privileges » signifie toujours les droits par défaut inhérents au type de l'objet. Un objet dont les droits ont été modifiés avec la commande **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** sera toujours affiché avec une entrée de droit effectif qui inclut les effets de la commande **ALTER**.)

Les options de transmission de privilèges implicites du propriétaire ne sont pas indiquées dans l'affichage des droits d'accès. Une * apparaît uniquement lorsque les options de transmission ont été explicitement octroyées.

Exemples

Donner le droit d'insertion à tous les utilisateurs sur la table films :

```
GRANT INSERT ON films TO PUBLIC;
```

Donner tous les droits possibles à l'utilisateur manuel sur la vue genres :

```
GRANT ALL PRIVILEGES ON genres TO manuel;
```

Bien que la commande ci-dessus donne tous les droits lorsqu'elle est exécutée par un superutilisateur ou par le propriétaire de genres, exécutée par quelqu'un d'autre, elle n'accorde que les droits pour lesquels cet utilisateur possède l'option de transmission.

Rendre joe membre de admins :

```
GRANT admins TO joe;
```

Compatibilité

Conformément au standard SQL, le mot clé **PRIVILEGES** est requis dans **ALL PRIVILEGES**. Le standard SQL n'autorise pas l'initialisation des droits sur plus d'un objet par commande.

PostgreSQL™ autorise un propriétaire d'objet à révoquer ses propres droits ordinaires : par exemple, le propriétaire d'un objet peut le placer en lecture seule pour lui-même en révoquant ses propres droits **INSERT**, **UPDATE**, **DELETE** et **TRUNCATE**. Le standard SQL ne l'autorise pas. La raison en est que PostgreSQL™ traite les droits du propriétaire comme ayant été donnés par le propriétaire ; il peut, de ce fait, aussi les révoquer. Dans le standard SQL, les droits du propriétaire sont donnés par une entité « **_SYSTEM** ». N'étant pas « **_SYSTEM** », le propriétaire ne peut pas révoquer ces droits.

D'après le standard SQL, les options de cette commande peuvent être données à **PUBLIC** ; PostgreSQL supporte seulement l'ajout des options de droits aux rôles.

Le standard SQL fournit un droit **USAGE** sur d'autres types d'objet : jeux de caractères, collations, conversions.

Dans le standard SQL, seules les séquences ont un droit USAGE qui contrôle l'utilisation de l'expression NEXT VALUE FOR, un équivalent de la fonction nextval dans PostgreSQL. Les droits SELECT et UPDATE des séquences sont une extension de PostgreSQL. L'application du droit USAGE de la séquence à la fonction currval est aussi une extension PostgreSQL (comme l'est la fonction elle-même).

Les droits sur les bases de données, tablespaces, langages, schémas et séquences sont des extensions PostgreSQL™.

Voir aussi

REVOKE(7), ALTER DEFAULT PRIVILEGES(7)

Nom

IMPORT FOREIGN SCHEMA — importe les définitions d'une table d'une instance différente

Synopsis

```
IMPORT FOREIGN SCHEMA schema_distant
[ { LIMIT TO | EXCEPT } ( nom_table [ , ... ] ) ]
FROM SERVER nom_serveur
INTO schema_local
[ OPTIONS ( option 'valeur' [ , ... ] ) ]
```

Description

IMPORT FOREIGN SCHEMA crée une table externe qui représente une table existant dans une autre instance. L'utilisateur qui lance la commande sera propriétaire de la nouvelle table externe. La table sera créée avec des définition de colonnes et options en cohérence avec ce qui est défini pour l'instance distante.

Par défaut, toutes les tables et vues, existantes dans un schéma particulier de l'instance distante, sont importées. Il est possible de limiter la liste des tables à un sous ensemble, ou d'exclure des tables spécifiques. Les nouvelles tables externes sont toutes créées dans le schéma cible, qui doit déjà exister.

Pour utiliser **IMPORT FOREIGN SCHEMA**, l'utilisateur doit avoir le droit **USAGE** sur l'instance distante, ainsi que le droit **CREATE** sur le schéma cible.

Paramètres

schema_distant

C'est le schéma distant depuis lequel on réalise l'import. La signification spécifique d'un schéma distant dépend du wrapper de données distantes (foreign data wrapper) en cours d'utilisation.

LIMIT TO (*nom_table* [, ...])

Importe seulement les tables distantes qui ont été spécifiées. Toutes les autres tables du schéma distant seront ignorées.

EXCEPT (*nom_table* [, ...])

Exclut toutes les tables distantes qui ont été spécifiées. Toutes les tables du schéma distant seront importées sauf celles définies dans cette liste.

nom_serveur

Le serveur distant depuis lequel on importe.

schéma_local

Le schéma dans lequel sont créées les tables externes pour y importer les données distantes.

OPTIONS (*option 'valeur'* [, ...])

Options à utiliser lors de l'import. Les noms et valeurs autorisés d'options sont spécifiques à chaque wrapper de données distantes.

Exemples

On importe la définition des tables depuis un schéma distant *films_distants* du serveur *serveur_film*, en créant une table étrangère dans le schéma local *films* :

```
IMPORT FOREIGN SCHEMA films_distants
FROM SERVER serveur_film INTO films;
```

Comme précédemment mais en important seulement les deux tables *acteurs* et *réalisateur*s (s'ils existent) :

```
IMPORT FOREIGN SCHEMA films_distants LIMIT TO ( acteurs, réalisateurs )
FROM SERVER serveur_film INTO films;
```

Compatibilité

La commande **IMPORT FOREIGN SCHEMA** se conforme au standard SQL standard, sauf sur la clause OPTIONS qui est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

CREATE FOREIGN TABLE(7), CREATE SERVER(7)

Nom

INSERT — Insérer de nouvelles lignes dans une table

Synopsis

```
[ WITH [ RECURSIVE ] requête_with [, ...] ]
INSERT INTO nom_table [ AS alias ] [ ( nom_colonne [, ...] ) ]
  { DEFAULT VALUES | VALUES ( { expression | DEFAULT } [, ...] ) [, ...] | requête
}
  [ ON CONFLICT [ cible_conflict ] action_conflict ]
  [ RETURNING * | expression_sortie [ [ AS ] nom_sortie ] [, ...] ]
```

où *cible_conflict* peut valoir :

```
( { nom_colonne_index | ( expression_index ) } [ COLLATE collation ] [
classe_operateur ] [, ...] ) [ WHERE predicat_index ]
ON CONSTRAINT nom_contrainte
```

et *action_conflict* peut valoir :

```
DO NOTHING
DO UPDATE SET { nom_colonne = { expression | DEFAULT } |
  ( nom_colonne [, ...] ) = ( { expression | DEFAULT } [, ...] ) |
  ( nom_colonne [, ...] ) = ( sous-SELECT )
} [, ...]
[ WHERE condition ]
```

Description

INSERT insère de nouvelles lignes dans une table. Vous pouvez insérer une ou plusieurs lignes spécifiées par les expressions de valeur, ou zéro ou plusieurs lignes provenant d'une requête.

L'ordre des noms des colonnes n'a pas d'importance. Si aucune liste de noms de colonnes n'est donnée, toutes les colonnes de la table sont utilisée dans l'ordre de leur déclaration (les *N* premiers noms de colonnes si seules *N* valeurs de colonnes sont fournies dans la clause **VALUES** ou dans la *requête*). Les valeurs fournies par la clause **VALUES** ou par la *requête* sont associées à la liste explicite ou implicite des colonnes de gauche à droite.

Chaque colonne absente de la liste, implicite ou explicite, des colonnes se voit attribuer sa valeur par défaut, s'il y en a une, ou **NULL** dans le cas contraire.

Un transtype automatique est entrepris lorsque l'expression d'une colonne ne correspond pas au type de donnée déclaré.

ON CONFLICT peut être utilisé pour indiquer une action alternative lorsqu'une erreur sur une contrainte unique ou une contrainte d'exclusion est levée (voir la section intitulée « Clause **ON CONFLICT** » ci-dessous).

La clause **RETURNING** optionnelle fait que **INSERT** calcule et renvoie le(s) valeur(s) basée(s) sur chaque ligne en cours d'insertion (ou mises à jour si une clause **ON CONFLICT DO UPDATE** a été utilisée). C'est principalement utile pour obtenir les valeurs qui ont été fournies par défaut, comme un numéro de séquence. Néanmoins, toute expression utilisant les colonnes de la table est autorisée. La syntaxe de la liste **RETURNING** est identique à celle de la commande **SELECT**. Seules les lignes qui ont été insérées ou mises à jour avec succès sont retournées. Par exemple, si une ligne a été verrouillée mais non mise à jour parce que la *condition* de la clause **ON CONFLICT DO UPDATE ... WHERE** n'a pas été satisfaite, la ligne ne sera pas renvoyée.

Vous devez avoir le droit **INSERT** sur une table pour insérer des données dedans. Si **ON CONFLICT DO UPDATE** est indiqué, le droit **UPDATE** est aussi requis.

Si une liste de colonnes est indiquée, vous avez seulement besoin d'avoir le droit **INSERT** sur les colonnes spécifiées. De la même manière, lorsque **ON CONFLICT DO UPDATE** est indiqué, vous avez seulement besoin d'avoir le droit **UPDATE** sur les colonnes qui sont listées comme à mettre à jour. Cependant, **ON CONFLICT DO UPDATE** exige également le droit **SELECT** sur toutes les colonnes dont les valeurs sont lues dans l'expression de **ON CONFLICT DO UPDATE** ou la *condition*.

L'utilisation de la clause **RETURNING** requiert le droit **SELECT** sur toutes les colonnes mentionnées dans **RETURNING**. Si vous utilisez la clause *requête* pour insérer des lignes à partir d'une requête, vous avez bien sûr besoin d'avoir le droit **SELECT** sur toutes les tables ou colonnes référencées dans la requête.

Paramètres

Insertion

Cette section concerne les paramètres qui peuvent être utilisés lors de l'insertion de nouvelles lignes. Les paramètres *exclusivement* utilisés avec la clause ON CONFLICT sont décrits séparément.

requête_with

La clause WITH vous permet de spécifier une ou plusieurs sous-requêtes qui peuvent être référencées par leur nom dans la commande INSERT. Voir Section 7.8, « Requêtes WITH (Common Table Expressions) » et SELECT(7) pour les détails.

Il est possible que la *requête* (commande SELECT) contienne également une clause WITH. Dans un tel cas, les deux ensembles de *requête_with* peuvent être référencés à l'intérieur de *requête*, mais le second prime dans la mesure où il est plus proche.

nom_table

Le nom (éventuellement préfixé du schéma) d'une table existante.

alias

Un nom de substitution pour *nom_table*. Lorsqu'un alias est indiqué, il masque complètement le nom actuel de la table. Ceci est particulièrement utile lorsque ON CONFLICT DO UPDATE fait référence à une table nommée excluded, dans la mesure où c'est également le nom de la table spéciale représentant les lignes proposées à l'insertion.

nom_colonne

Le nom d'une colonne dans la table nommée par *nom_table*. Le nom de la colonne peut être qualifié avec un nom de sous-champ ou un indice de tableau, si besoin. (L'insertion uniquement dans certains champs d'une colonne composite positionne les autres champs à NULL.) Lorsque vous référez une colonne avec ON CONFLICT DO UPDATE, n'incluez pas le nom de la table dans la spécification de la colonne. Par exemple, INSERT INTO *nom_table* ... ON CONFLICT DO UPDATE *tab* SET *nom_table.col* = 1 est invalide (ceci est conforme au comportement général pour la commande UPDATE).

DEFAULT VALUES

Toutes les colonnes seront remplies avec leur valeur par défaut.

expression

Une expression ou valeur à assigner à la colonne correspondante.

DEFAULT

La colonne correspondante sera remplie avec sa valeur par défaut.

requête

Une requête (commande SELECT) qui fournit les lignes à insérer. Référez-vous à la commande SELECT(7) pour une description de la syntaxe.

expression_sortie

Une expression à calculer et à retourner par la commande INSERT après que chaque ligne soit insérée ou mise à jour. L'expression peut utiliser n'importe quel nom de colonnes de la table nommée *nom_table*. Écrivez * pour renvoyer toutes les colonnes de(s) ligne(s) insérée(s) ou mise(s) à jour.

nom_sortie

Un nom à utiliser pour une colonne renvoyée.

Clause ON CONFLICT

La clause optionnelle ON CONFLICT indique une action alternative lors d'une erreur de violation d'une contrainte unique ou d'exclusion. Pour chaque ligne individuelle proposée pour l'insertion, soit l'insertion est effectuée, soit si une contrainte arbitrale ou un index indiqué par *cible_conflict* est violé, l'action alternative *cible_conflict* est effectuée. ON CONFLICT DO NOTHING évite simplement d'insérer une ligne comme action alternative. Comme action alternative, ON CONFLICT DO UPDATE met à jour la ligne existante en conflit avec la ligne proposée pour l'insertion.

cible_conflict peut effectuer une *inférence d'un index unique*. L'inférence consiste à indiquer un ou plusieurs *nom_colonne_index* et/ou *expression_index*. Tous les index uniques de *nom_table* qui, indépendamment de l'ordre, contiennent exactement les colonnes/expressions *cible_conflict* spécifiées sont inférés (choisis) comme index arbitraux. Si un *predicat_index* est indiqué, il doit, comme une condition supplémentaire pour l'inférence, satisfaire les index arbitraux. Notez que cela signifie qu'un index unique non partiel (un index unique sans prédictat) sera inféré (et donc utilisé par ON CONFLICT) si un tel index remplissant l'ensemble des autres critères est disponible. Si une tentative d'inférence est impossible, une erreur est levée.

ON CONFLICT DO UPDATE garantit un traitement atomique de **INSERT** ou de **UPDATE** ; dans la mesure où il n'y a pas d'erreur indépendante, l'un de ces deux traitements est garanti, y compris en cas d'accès concurrents. Ceci est aussi connu sous le nom d'**UPSERT** (« UPDATE ou INSERT »).

cible_conflict

Indique les conflits ON CONFLICT entraînent l'action alternative en choisissant les *index arbitraux*. Soit effectue l'*inférence d'un index unique*, soit nomme une contrainte explicitement. Pour ON CONFLICT DO NOTHING, l'indication de *cible_conflict* est facultatif ; s'il est omis, les conflits avec toutes les contraintes utilisables (et index uniques) sont retenus. Pour ON CONFLICT DO UPDATE, *cible_conflict* doit être indiqué.

action_conflict

action_conflict indique une action alternative à ON CONFLICT. Elle peut être soit une clause DO NOTHING, soit une clause DO UPDATE indiquant le détail exact de l'action UPDATE à effectuer en cas de conflit. Les clauses SET et UPDATE dans ON CONFLICT DO UPDATE ont accès à la ligne existante en utilisant le nom de la table (ou un alias), et aux lignes proposées à l'insertion en utilisant la table spéciale de nom excluded. Le droit SELECT est requis sur l'ensemble des colonnes de la table cible où les colonnes correspondantes de excluded sont lues.

Notez que les effets de tous les triggers par ligne BEFORE INSERT sont reflétés dans les valeurs de excluded, dans la mesure où ces effets peuvent avoir contribué à la ligne exclue de l'insertion.

nom_colonne_index

Le nom d'une colonne de *nom_table*. Utilisé pour inférer les index arbitraux. Suit le format de **CREATE INDEX**. Le droit SELECT sur *nom_colonne_index* est nécessaire.

expression_index

Similaire à *nom_colonne_index*, mais utilisé pour inférer les expressions sur les colonnes de *nom_table* apparaissant dans les définitions de l'index (pas de simples colonnes). Suit le format de **CREATE INDEX**. Le droit SELECT sur toutes les colonnes apparaissant dans *expression_index* est nécessaire.

collation

Lorsque mentionné, indique que la colonne *nom_colonne_index* correspondante ou *expression_index* utilise une collation particulière pour être mis en correspondance durant l'inférence. Typiquement, ceci est omis, dans la mesure où les collations n'ont généralement pas d'incidence sur la survenu ou non d'une violation de contrainte. Suit le format de **CREATE INDEX**.

classe_operateur

Lorsque mentionné, elle indique que la colonne *nom_colonne_index* correspondante ou *expression_index* utilise une classe d'opérateur en particulier pour être mis en correspondance durant l'inférence. Typiquement, ceci est omis, dans la mesure où les sémantiques d'*égalité* sont souvent équivalentes entre les différents types de classes d'opérateurs, ou parce qu'il est suffisant de s'appuyer sur le fait que les définitions d'index uniques ont une définition pertinente de l'*égalité*. Suit le format de **CREATE INDEX**.

predicat_index

Utilisé pour permettre l'inférence d'index uniques partiels. Tous les index qui satisfont le prédictat (qui ne sont pas nécessairement des index partiels) peuvent être inférés. Suit le format de **CREATE INDEX**. Le droit SELECT sur toutes les colonnes apparaissant dans *predicat_index* est nécessaire.

nom_contrainte

Spécifie explicitement une *contrainte* arbitrale par nom, plutôt que d'inférer une contrainte par nom ou index.

condition

Une expression qui renvoie une valeur de type boolean. Seules les lignes pour lesquelles cette expression renvoie true seront mises à jour, bien que toutes les lignes seront verrouillées lorsque l'action ON CONFLICT DO UPDATE est prise. Notez que *condition* est évaluée en dernier, après qu'un conflit ait été identifié comme un candidat à la mise à jour.

Notez que les contraintes d'exclusion ne sont pas supportées comme arbitres avec ON CONFLICT DO UPDATE. Dans tous les cas, seules les contraintes NOT DEFERRABLE et les index uniques sont supportés comme arbitres.

La commande **INSERT** avec une clause ON CONFLICT DO UPDATE est une instruction déterministe. Ceci signifie que la commande ne sera pas autorisée à modifier n'importe quelle ligne individuelle plus d'une fois ; une erreur de violation de cardinalité sera levée si cette situation arrive. Les lignes proposées à l'insertion ne devraient pas avoir de duplication les unes par rapport aux autres relativement aux attributs contraints par un index arbitral ou une contrainte.



Astuce

Il est souvent préférable d'utiliser l'inférence d'un index unique plutôt que de nommer une contrainte directement en

utilisant `ON CONFLICT ON CONSTRAINT nom_constrainte`. L'inférence continuera de fonctionner correctement lorsque l'index sous-jacent est remplacé par un autre plus ou moins équivalent de manière recouvrante, par exemple en utilisant `CREATE UNIQUE INDEX ... CONCURRENTLY` avant de supprimer l'index remplacé.

Sorties

En cas de succès, la commande **INSERT** renvoie un code de la forme

```
INSERT oid nombre
```

`nombre` correspond au nombre de lignes insérées ou mises à jour. Si `nombre` vaut exactement un et que la table cible contient des OID, alors `oid` est l'OID affecté à la ligne insérée. La ligne unique doit avoir été insérée plutôt que mise à jour. Sinon, `oid` vaut zéro.

Si la commande **INSERT** contient une clause `RETURNING`, le résultat sera similaire à celui d'une instruction **SELECT** contenant les colonnes et les valeurs définies dans la liste `RETURNING`, à partir de la liste des lignes insérées ou mises à jour par la commande.

Exemples

Insérer une ligne dans la table `films` :

```
INSERT INTO films
    VALUES ('UA502', 'Bananas', 105, '1971-07-13', 'Comédie', '82 minutes');
```

Dans l'exemple suivant, la colonne `longueur` est omise et prend donc sa valeur par défaut :

```
INSERT INTO films (code, titre, did, date_prod, genre)
    VALUES ('T_601', 'Yojimbo', 106, '1961-06-16', 'Drame');
```

L'exemple suivant utilise la clause `DEFAULT` pour les colonnes `date` plutôt qu'une valeur précise :

```
INSERT INTO films VALUES
    ('UA502', 'Bananas', 105, DEFAULT, 'Comédie', '82 minutes');
INSERT INTO films (code, titre, did, date_prod, genre)
    VALUES ('T_601', 'Yojimbo', 106, DEFAULT, 'Drame');
```

Insérer une ligne constituée uniquement de valeurs par défaut :

```
INSERT INTO films DEFAULT VALUES;
```

Pour insérer plusieurs lignes en utilisant la syntaxe multi-lignes `VALUES` :

```
INSERT INTO films (code, titre, did, date_prod, genre) VALUES
    ('B6717', 'Tampopo', 110, '1985-02-10', 'Comedy'),
    ('HG120', 'The Dinner Game', 140, DEFAULT, 'Comedy');
```

Insérer dans la table `films` des lignes extraites de la table `tmp_films` (la disposition des colonnes est identique dans les deux tables) :

```
INSERT INTO films SELECT * FROM tmp_films WHERE date_prod < '2004-05-07';
```

Insérer dans des colonnes de type tableau :

```
-- Créer un jeu de 3 cases sur 3
INSERT INTO tictactoe (game, board[1:3][1:3])
    VALUES (1, '{"","",""}, {"","","",""}, {"","","",""} );
-- Les indices de l'exemple ci-dessus ne sont pas vraiment nécessaires
INSERT INTO tictactoe (game, board)
    VALUES (2, '{{X," "," "}, {" ",O," "}, {" ",X," "}}');
```

Insérer une ligne simple dans la table `distributeurs`, en renvoyant le numéro de séquence généré par la clause `DEFAULT` :

```
INSERT INTO distributeurs (did, dnom) VALUES (DEFAULT, 'XYZ Widgets')
    RETURNING did;
```

Augmenter le nombre de ventes du vendeur qui gère le compte Acme Corporation, et enregistrer la ligne complètement mise à jour avec l'heure courante dans une table de traçage :

```
WITH upd AS (
    UPDATE employees SET sales_count = sales_count + 1 WHERE id =
        (SELECT sales_person FROM accounts WHERE name = 'Acme Corporation')
    RETURNING *
)
INSERT INTO employees_log SELECT *, current_timestamp FROM upd;
```

Insérer ou mettre à jour de nouveaux distributeurs comme approprié. Suppose qu'un index unique a été défini qui constraint les valeurs apparaissant dans la colonne `did`. Notez que la table spéciale `excluded` est utilisée pour référencer les valeurs proposées à l'origine pour l'insertion :

```
INSERT INTO distributeurs (did, dnom)
    VALUES (5, 'Gizmo Transglobal'), (6, 'Associated Computing, Inc')
    ON CONFLICT (did) DO UPDATE SET dnom = EXCLUDED.dnom;
```

Insérer un distributeur, ou ne fait rien pour les lignes proposées à l'insertion lorsqu'une ligne existante, exclue (une ligne avec une contrainte correspondante sur une ou plusieurs colonnes après que les triggers après ou avant se soient déclenchés) existe. L'exemple suppose qu'un index unique a été défini qui constraint les valeurs apparaissant dans la colonne `did` :

```
INSERT INTO distributeurs (did, dnom) VALUES (7, 'Redline GmbH')
    ON CONFLICT (did) DO NOTHING;
```

Insérer ou mettre à jour de nouveaux distributeurs comme approprié. L'exemple suppose qu'un index unique a été défini qui constraint les valeurs apparaissant dans la colonne `did`. La clause `WHERE` est utilisée pour limiter les lignes mises à jour (toutes les lignes existantes non mises à jour seront tout de même verrouillées) :

```
-- Ne pas mettre à jour les distributeurs existants avec un certain code postal
INSERT INTO distributeurs AS d (did, dnom) VALUES (8, 'Anvil Distribution')
    ON CONFLICT (did) DO UPDATE
        SET dnom = EXCLUDED.dnom || ' (précédemment ' || d.dnom || ')'
    WHERE d.code_postal <> '21201';

-- Nomme une contrainte directement dans l'instruction (utilise
-- l'index associé pour décider de prendre l'action DO NOTHING)
INSERT INTO distributeurs (did, dnom) VALUES (9, 'Antwerp Design')
    ON CONFLICT ON CONSTRAINT distributeurs_pkey DO NOTHING;
```

Insérer un nouveau distributeur si possible ; sinon `DO NOTHING`. L'exemple suppose qu'un index unique a été défini qui constraint les valeurs apparaissant dans la colonne `did` à un sous-ensemble des lignes où la colonne booléenne `est_actif` est évaluée à `true` :

```
-- Cette instruction pourrait inférer un index unique partiel sur "did"
-- avec un prédictat de type "WHERE est_actif", mais il pourrait aussi
-- juste utiliser une contrainte unique régulière sur "did"
INSERT INTO distributeurs (did, dnom) VALUES (10, 'Conrad International')
    ON CONFLICT (did) WHERE est_actif DO NOTHING;
```

Compatibilité

`INSERT` est conforme au standard SQL, sauf la clause `RETURNING` qui est une extension PostgreSQL™, comme la possibilité d'utiliser la clause `WITH` avec l'instruction `INSERT`, et de spécifier une action alternative avec `ON CONFLICT`. Le standard n'autorise toutefois pas l'omission de la liste des noms de colonnes alors qu'une valeur n'est pas affectée à chaque colonne, que ce soit à l'aide de la clause `VALUES` ou à partir de la requête.

Les limitations possibles de la clause *requête* sont documentées sous SELECT(7).

Nom

LISTEN — Attendre une notification

Synopsis

```
LISTEN canal
```

Description

LISTEN enregistre la session courante comme listener du canal de notification *canal*. Si la session courante est déjà enregistrée comme listener de ce canal de notification, il ne se passe rien de plus.

À chaque appel de la commande **NOTIFY *canal***, que ce soit par cette session ou par une autre connectée à la même base de données, toutes les sessions attendant sur ce canal en sont avisées et chacune en avise en retour son client. Voir **NOTIFY** pour plus d'informations.

La commande **UNLISTEN** permet d'annuler l'enregistrement d'une session comme listener d'un canal de notification. Les enregistrements d'écoute d'une session sont automatiquement effacés lorsque la session se termine.

La méthode utilisé par un client pour détecter les événements de notification dépend de l'interface de programmation PostgreSQL™ qu'il utilise. Avec la bibliothèque libpq, l'application exécute **LISTEN** comme une commande SQL ordinaire, puis appelle périodiquement la fonction `PQnotifies` pour savoir si un événement de notification est reçu. Les autres interfaces, telle libpgtcl, fournissent des méthodes de plus haut niveau pour gérer les événements de notification ; en fait, avec libpgtcl, le développeur de l'application n'a même pas à lancer **LISTEN** ou **UNLISTEN** directement. Tous les détails se trouvent dans la documentation de l'interface utilisée.

NOTIFY(7) décrit plus en détails l'utilisation de **LISTEN** et **NOTIFY**.

Paramètres

canal

Le nom d'un canal de notification (tout identifiant).

Notes

LISTEN prend effet à la validation de la transaction. Si **LISTEN** ou **UNLISTEN** est exécuté dans une transaction qui sera ensuite annulée, l'ensemble des canaux de notification écoutés sera inchangé.

Une transaction qui a exécuté **LISTEN** ne peut pas être préparée pour la validation en deux phases.

Exemples

Configurer et exécuter une séquence listen/notify à partir de psql :

```
LISTEN virtual;
NOTIFY virtual;
Notification asynchrone "virtual" reçue en provenance du processus serveur de PID 8448.
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **LISTEN** dans le standard SQL.

Voir aussi

NOTIFY(7), **UNLISTEN(7)**

Nom

LOAD — Charger une bibliothèque partagée

Synopsis

```
LOAD 'fichier'
```

Description

Cette commande charge une bibliothèque partagée dans l'espace d'adressage de PostgreSQL™. Si le fichier a déjà été chargé, la commande ne fait rien. Les fichiers des bibliothèques partagées contenant des fonctions C sont automatiquement chargés à chaque fois qu'une de leur fonctions est appelée. Du coup, un appel explicite à **LOAD** est habituellement seulement nécessaire pour charger une bibliothèque qui modifie le comportement du serveur via des « points d'accroche » plutôt qu'en fournissant un ensemble de fonctions.

Le nom du fichier est indiqué de la même façon que pour les noms de bibliothèques partagées dans CREATE FUNCTION(7) ; il est, en particulier, possible d'utiliser un chemin de recherche et l'ajout automatique de l'extension de la bibliothèque partagée, suivant les standards système. Voir Section 36.9, « Fonctions en langage C » pour plus d'informations sur ce thème.

Les utilisateurs normaux peuvent seulement utiliser **LOAD** avec des bibliothèques situées dans \$libdir/plugins/ -- le *nom_fichier* indiqué doit commencer avec cette chaîne exacte. (Il est de la responsabilité de l'administrateur de bases de données de s'assurer que seules des bibliothèques « sûres » y sont installées.)

Compatibilité

LOAD est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

CREATE FUNCTION(7)

Nom

LOCK — verrouiller une table

Synopsis

```
LOCK [ TABLE ] [ ONLY ] nom [ * ] [ , ... ] [ IN mode_verrou MODE ] [ NOWAIT ]
```

où *mode_verrou* peut être :

```
ACCESS SHARE | ROW SHARE | ROW EXCLUSIVE | SHARE UPDATE EXCLUSIVE | SHARE | SHARE  
ROW EXCLUSIVE | EXCLUSIVE | ACCESS EXCLUSIVE
```

Description

LOCK TABLE prend un verrou de niveau table, attendant si nécessaire que tout verrou conflictuel soit relâché. Si **NOWAIT** est spécifié, **LOCK TABLE** n'attend pas l'acquisition du verrou désiré : s'il ne peut pas être obtenu immédiatement, la commande est annulée et une erreur est émise. Une fois obtenu, le verrou est conservé jusqu'à la fin de la transaction en cours. (Il n'y a pas de commande **UNLOCK TABLE** ; les verrous sont systématiquement relâchés à la fin de la transaction.)

Lors de l'acquisition automatique de verrous pour les commandes qui référencent des tables, PostgreSQL™ utilise toujours le mode de verrou le moins restrictif possible. **LOCK TABLE** est utilisable lorsqu'il est nécessaire d'obtenir des verrous plus restrictifs.

Soit, par exemple, une application qui exécute une transaction de niveau d'isolation `READ COMMITTED`. Pour s'assurer que les données de la table sont immuables pendant toute la durée de la transaction, un verrou `SHARE` de niveau table peut être obtenu avant d'effectuer la requête. Cela empêche toute modification concurrente des données. Cela assure également que toute lecture intervenant ensuite sur la table accède à la même vue des données validées. En effet, un verrou `SHARE` entre en conflit avec le verrou `ROW EXCLUSIVE` pris par les modificateurs et l'instruction **LOCK TABLE nom IN SHARE MODE** attend que tout détenteur concurrent de verrous de mode `ROW EXCLUSIVE` valide ou annule. De ce fait, une fois le verrou obtenu, il ne reste aucune écriture non validée en attente ; de plus, aucune ne peut commencer tant que le verrou acquis n'est pas relâché.

Pour obtenir un effet similaire lors de l'exécution d'une transaction de niveau d'isolation `REPEATABLE READ` ou `SERIALIZABLE`, il est nécessaire d'exécuter l'instruction **LOCK TABLE** avant toute instruction **SELECT** ou de modification de données. La vue des données utilisée par une transaction `REPEATABLE READ` or `SERIALIZABLE` est figée au moment où débute la première instruction **SELECT** ou de modification des données. Un **LOCK TABLE** ultérieur empêche encore les écritures concurrentes -- mais il n'assure pas que la transaction lit les dernières données validées.

Si une telle transaction modifie les données de la table, elle doit utiliser le mode de verrou `SHARE ROW EXCLUSIVE` au lieu du mode `SHARE`. Cela assure l'exécution d'une seule transaction de ce type à la fois. Sans cela, une situation de verrou mort est possible : deux transactions peuvent acquérir le mode `SHARE` et être ensuite incapables d'acquérir aussi le mode `ROW EXCLUSIVE` pour réellement effectuer leurs mises à jour. (Les verrous d'une transaction ne sont jamais en conflit. Une transaction peut de ce fait acquérir le mode `ROW EXCLUSIVE` alors qu'elle détient le mode `SHARE` -- mais pas si une autre transaction détient le mode `SHARE`.) Pour éviter les verrous bloquants, il est préférable que toutes les transactions qui acquièrent des verrous sur les mêmes objets le fassent dans le même ordre. De plus si de multiples modes de verrous sont impliqués pour un même objet, le verrou de mode le plus restrictif doit être acquis le premier.

Plus d'informations sur les modes de verrou et les stratégies de verrouillage sont disponibles dans Section 13.3, « Verrouillage explicite ».

Paramètres

nom

Le nom d'une table à verrouiller (éventuellement qualifié du nom du schéma). Si `ONLY` est précisé avant le nom de la table, seule cette table est verrouillée. Dans le cas contraire, la table et toutes ses tables filles (si elle en a) sont verrouillées. En option, `*` peut être placé après le nom de la table pour indiquer explicitement que les tables filles sont incluses.

La commande `LOCK a, b;` est équivalente à `LOCK a;` `LOCK b;`. Les tables sont verrouillées une par une dans l'ordre précisé par la commande **LOCK TABLE**.

modeverrou

Le mode de verrou précise les verrous avec lesquels ce verrou entre en conflit. Les modes de verrou sont décrits dans Section 13.3, « Verrouillage explicite ».

Si aucun mode de verrou n'est précisé, ACCESS EXCLUSIVE, mode le plus restrictif, est utilisé.

NOWAIT

LOCK TABLE n'attend pas que les verrous conflictuels soient relâchés : si le verrou indiqué ne peut être acquis immédiatement sans attente, la transaction est annulée.

Notes

LOCK TABLE ... IN ACCESS SHARE MODE requiert les droits SELECT sur la table cible. **LOCK TABLE ... IN ROW EXCLUSIVE MODE** requiert des droits INSERT, UPDATE, DELETE, ou TRUNCATE sur la table cible. Toutes les autres formes de **LOCK** requieront au moins un des droits UPDATE, DELETE et TRUNCATE au niveau table.

LOCK TABLE est inutile à l'extérieur d'un bloc de transaction : le verrou est détenu jusqu'à la fin de l'instruction. Du coup, PostgreSQL™ renvoie une erreur si **LOCK** est utilisé en dehors d'un bloc de transaction. Utilisez BEGIN(7) et COMMIT(7) (ou ROLLBACK(7)) pour définir un bloc de transaction.

LOCK TABLE ne concernent que les verrous de niveau table. Les noms de mode contenant ROW sont donc tous mal nommés. Ces noms de modes doivent généralement être compris comme indiquant l'intention de l'utilisateur d'acquérir des verrous de niveau ligne à l'intérieur de la table verrouillée. Le mode ROW EXCLUSIVE est également un verrou de table partageable. Tous les modes de verrou ont des sémantiques identiques en ce qui concerne **LOCK TABLE** ; ils ne diffèrent que dans les règles de conflit entre les modes. Pour des informations sur la façon d'acquérir un vrai verrou de niveau ligne, voir Section 13.3.2, « Verrous au niveau ligne » et la section intitulée « Clause de verrouillage » dans la documentation de référence de **SELECT**.

Exemples

Obtenir un verrou SHARE sur une table avec clé primaire avant de réaliser des insertions dans une table disposant de la clé étrangère :

```
BEGIN WORK;
LOCK TABLE films IN SHARE MODE;
SELECT id FROM films
    WHERE nom = 'Star Wars : Episode I - La menace fantôme';
-- Effectuer un ROLLBACK si aucun enregistrement n'est retourné
INSERT INTO commentaires_films VALUES
    (_id_, 'SUPER ! Je l''attendais depuis si longtemps !');
COMMIT WORK;
```

Prendre un verrou SHARE ROW EXCLUSIVE sur une table avec clé primaire lors du début des opérations de suppression :

```
BEGIN WORK;
LOCK TABLE films IN SHARE ROW EXCLUSIVE MODE;
DELETE FROM commentaires_films WHERE id IN
    (SELECT id FROM films WHERE score < 5);
DELETE FROM films WHERE score < 5;
COMMIT WORK;
```

Compatibilité

LOCK TABLE n'existe pas dans le standard SQL. À la place, il utilise **SET TRANSACTION** pour spécifier les niveaux de concurrence entre transactions. PostgreSQL™ en dispose également ; voir SET TRANSACTION(7) pour les détails.

À l'exception des modes de verrous ACCESS SHARE, ACCESS EXCLUSIVE et SHARE UPDATE EXCLUSIVE, les modes de verrou PostgreSQL™ et la syntaxe **LOCK TABLE** sont compatibles avec ceux présents dans Oracle™.

Nom

MOVE — positionner un curseur

Synopsis

```
MOVE [ direction [ FROM | IN ] ] nom curseur
```

où *direction* peut être
vide ou faire partie de :

```
NEXT  
PRIOR  
FIRST  
LAST  
ABSOLUTE nombre  
RELATIVE nombre  
nombre  
ALL  
FORWARD  
FORWARD nombre  
FORWARD ALL  
BACKWARD  
BACKWARD nombre  
BACKWARD ALL
```

Description

MOVE repositionne un curseur sans retourner de donnée. **MOVE** fonctionne exactement comme la commande **FETCH** à la différence que **MOVE** ne fait que positionner le curseur et ne retourne aucune ligne.

Les paramètres de la commande **MOVE** sont identiques à ceux de la commande **FETCH**. **FETCH(7)** contient les détails de syntaxe et d'utilisation.

Sortie

En cas de réussite, une commande **MOVE** retourne une balise de commande de la forme

```
MOVE compteur
```

compteur est le nombre de lignes qu'une commande **FETCH** avec les mêmes paramètres aurait renvoyée (éventuellement zéro).

Exemples

```
BEGIN WORK;  
DECLARE liahona CURSOR FOR SELECT * FROM films;  
  
-- Sauta les 5 premières lignes :  
MOVE FORWARD 5 IN liahona;  
MOVE 5  
  
-- Récupère la 6ème ligne à partir du curseur liahona :  
FETCH 1 FROM liahona;  
code | titre | did | date_prod | genre | longueur  
-----+-----+-----+-----+-----+-----  
P_303 | 48 Hrs | 103 | 1982-10-22 | Action | 01:37  
(1 row)  
  
-- Ferme le curseur liahona et termine la transaction :  
CLOSE liahona;  
COMMIT WORK;
```

Compatibilité

Il n'existe pas d'instruction **MOVE** dans le standard SQL.

Voir aussi

CLOSE(7), DECLARE(7), FETCH(7)

Nom

NOTIFY — engendrer une notification

Synopsis

```
NOTIFY canal [ , charge ]
```

Description

La commande **NOTIFY** envoie une notification avec une chaîne de « charge » supplémentaire à chaque application cliente qui a exécuté précédemment la commande **LISTEN *canal*** dans la base de données courante pour le nom du canal indiqué. Les notifications sont visibles par tous les utilisateurs.

NOTIFY fournit un mécanisme simple de communication interprocessus pour tout ensemble de processus accédant à la même base de données PostgreSQL™. Une chaîne de charge peut être envoyée avec la notification, et des mécanismes de plus haut niveau permettant de passer des données structurées peuvent être construits en utilisant les tables de la base de données.

L'information passée au client pour une notification inclut le nom de la notification et le PID du processus serveur de la session le notifiant.

C'est au concepteur de la base de données de définir les noms de notification utilisés dans une base de données précise et la signification de chacun. Habituellement, le nom du canal correspond au nom d'une table dans la base de données. L'événement notify signifie essentiellement « J'ai modifié cette table, jetez-y un œil pour vérifier ce qu'il y a de nouveau ». Mais cette association n'est pas contrôlée par les commandes **NOTIFY** et **LISTEN**. Un concepteur de bases de données peut, par exemple, utiliser plusieurs noms de canal différents pour signaler différentes sortes de modifications au sein d'une même table. Sinon, la chaîne de charge peut être utilisée pour différencier plusieurs cas.

Lorsque **NOTIFY** est utilisé pour signaler des modifications sur une table particulière, une technique de programmation utile est de placer le **NOTIFY** dans un trigger sur instruction déclenchée par les mises à jour de la table. De cette façon, la notification est automatique lors d'une modification de la table et le programmeur de l'application ne peut accidentellement oublier de le faire.

NOTIFY interagit fortement avec les transactions SQL. Primo, si un **NOTIFY** est exécuté à l'intérieur d'une transaction, les événements notify ne sont pas délivrés avant que la transaction ne soit validée, et à cette condition uniquement. En effet, si la transaction est annulée, les commandes qu'elle contient n'ont aucun effet, y compris **NOTIFY**. Cela peut toutefois s'avérer déconcertant pour quiconque s'attend à une délivrance immédiate des notifications.

Secondo, si une session à l'écoute reçoit un signal de notification alors qu'une transaction y est active, la notification n'est pas délivrée au client connecté avant la fin de cette transaction (par validation ou annulation). Là encore, si une notification est délivrée à l'intérieur d'une transaction finalement annulée, on pourrait espérer annuler cette notification par quelque moyen -- mais le serveur ne peut pas « reprendre » une notification déjà envoyée au client. C'est pourquoi les notifications ne sont délivrées qu'entre les transactions. Il est, de ce fait, important que les applications qui utilisent **NOTIFY** pour l'envoi de signaux en temps réel conservent des transactions courtes.

Si le même nom de canal est signalé plusieurs fois à partir de la même transaction avec des chaînes de charge identiques, le serveur de bases de données peut décider de délivrer une seule notification. Par contre, les notifications avec des chaînes de charges distinctes seront toujours délivrées par des notifications distinctes. De façon similaire, les notifications provenant de différentes transactions ne seront jamais regroupées en une seule notification. Sauf pour supprimer des instances ultérieures de notifications dupliquées, la commande **NOTIFY** garantie que les notifications de la même transaction seront délivrées dans l'ordre où elles ont été envoyées. Il est aussi garanti que les messages de transactions différentes seront délivrées dans l'ordre dans lequel les transactions ont été validées.

Il est courant qu'un client qui exécute **NOTIFY** écoute lui-même des notifications de même canal. Dans ce cas, il récupère une notification, comme toutes les autres sessions en écoute. Suivant la logique de l'application, cela peut engendrer un travail inutile, par exemple lire une table de la base de données pour trouver les mises à jour que cette session a elle-même écrites. Il est possible d'éviter ce travail supplémentaire en vérifiant si le PID du processus serveur de la session notifiante (fourni dans le message d'événement de la notification) est le même que le PID de la session courante (disponible à partir de libpq). S'ils sont identiques, la notification est le retour du travail actuel et peut être ignorée.

Paramètres

canal

Nom du canal à signaler (identifiant quelconque).

charge

La chaîne de « charge » à communiquer avec la notification. Elle doit être spécifiée comme une chaîne littérale. Dans la configuration par défaut, elle doit avoir une taille inférieure à 8000 octets. (Si des données binaires ou de tailles plus importantes doivent être communiquées, il est mieux de les placer dans une table de la base et d'envoyer la clé correspondant à l'enregistrement.)

Notes

Il existe une queue qui récupère les notifications qui ont été envoyées mais pas encore traitées par les sessions en écoute. Si la queue est remplie, les transactions appelant **NOTIFY** échoueront à la validation. La queue est assez large (8 Go dans une installation standard) et devrait être suffisamment bien taillée dans la majorité des cas. Néanmoins, aucun nettoyage ne peut se faire si une session exécute **LISTEN** puis entre en transaction pendant une longue période. Une fois qu'une queue est à moitié pleine, des messages d'avertissements seront envoyés dans les traces indiquant la session qui empêche le nettoyage. Dans ce cas, il faut s'assurer que la session termine sa transaction en cours pour que le nettoyage puisse se faire.

La fonction `pg_notification_queue_usage` renvoie la fraction de queue actuellement occupée par des notifications en attente. Voir Section 9.25, « Fonctions d'informations système » pour plus d'informations.

Une transaction qui a exécuté **NOTIFY** ne peut pas être préparée pour une validation en deux phases.

pg_notify

Pour envoyer une notification, vous pouvez aussi utiliser la fonction `pg_notify(text, text)`. La fonction prend en premier argument le nom du canal et en second la charge. La fonction est bien plus simple à utiliser que la commande **NOTIFY** si vous avez besoin de travailler avec des noms de canaux et des charges non constantes.

Exemples

Configurer et exécuter une séquence listen/notify à partir de psql :

```
LISTEN virtual;
NOTIFY virtual;
Asynchronous notification "virtual" received from server process with PID 8448.
NOTIFY virtual, 'This is the payload';
Asynchronous notification "virtual" with payload "This is the payload" received from
server process with PID 8448.

LISTEN foo;
SELECT pg_notify('fo' || 'o', 'pay' || 'load');
Asynchronous notification "foo" with payload "payload" received from server process
with PID 14728.
```

Compatibilité

Il n'y a pas d'instruction **NOTIFY** dans le standard SQL.

Voir aussi

[LISTEN\(7\)](#), [UNLISTEN\(7\)](#)

Nom

PREPARE — prépare une instruction pour exécution

Synopsis

```
PREPARE nom [ ( type_données [ , ... ] ) ] AS instruction
```

Description

PREPARE crée une instruction préparée. Une instruction préparée est un objet côté serveur qui peut être utilisé pour optimiser les performances. Quand l'instruction **PREPARE** est exécutée, l'instruction spécifiée est lue, analysée et réécrite. Quand une commande **EXECUTE** est lancée par la suite, l'instruction préparée est planifiée et exécutée. Cette division du travail évite une analyse répétitive tout en permettant au plan d'exécution de dépendre des valeurs spécifiques du paramètre.

Les instructions préparées peuvent prendre des paramètres : les valeurs sont substituées dans l'instruction lorsqu'elle est exécutée. Lors de la création de l'instruction préparée, faites référence aux paramètres suivant leur position, \$1, \$2, etc. Une liste correspondante des types de données des paramètres peut être spécifiée si vous le souhaitez. Quand le type de donnée d'un paramètre n'est pas indiqué ou est déclaré comme inconnu (unknown), le type est inféré à partir du contexte dans lequel le paramètre est utilisé (si possible). Lors de l'exécution de l'instruction, indiquez les valeurs réelles de ces paramètres dans l'instruction **EXECUTE**. Référez-vous à **EXECUTE(7)** pour plus d'informations à ce sujet.

Les instructions préparées sont seulement stockées pour la durée de la session en cours. Lorsque la session se termine, l'instruction préparée est oubliée et, du coup, elle doit être recréée avant d'être utilisée de nouveau. Ceci signifie aussi qu'une seule instruction préparée ne peut pas être utilisée par plusieurs clients de bases de données simultanément ; néanmoins, chaque client peut créer sa propre instruction préparée à utiliser. L'instruction préparée peut être supprimée manuellement en utilisant la commande **DEALLOCATE(7)**.

Les instructions préparées sont principalement intéressantes quand une seule session est utilisée pour exécuter un grand nombre d'instructions similaires. La différence de performances est potentiellement significative si les instructions sont complexes à planifier ou à réécrire, par exemple, si la requête implique une jointure de plusieurs tables ou requiert l'application de différentes règles. Si l'instruction est relativement simple à planifier ou à réécrire mais assez coûteuse à exécuter, l'avantage de performance des instructions préparées est moins net.

Paramètres

nom

Un nom quelconque donné à cette instruction préparée particulière. Il doit être unique dans une session et est utilisé par la suite pour exécuter ou désallouer cette instruction préparée.

type_données

Le type de données d'un paramètre de l'instruction préparée. Si le type de données d'un paramètre particulier n'est pas spécifié ou est spécifié comme étant inconnu (unknown), il sera inféré à partir du contexte dans lequel le paramètre est utilisé. Pour référencer les paramètres de l'instruction préparée, utilisez \$1, \$2, etc.

instruction

Toute instruction **SELECT**, **INSERT**, **UPDATE**, **DELETE** ou **VALUES**.

Notes

Les instructions préparées peuvent utiliser des plans génériques plutôt que de planifier à chaque fois pour chaque valeur fournie à **EXECUTE**. La planification survient immédiatement pour les requêtes préparées sans paramètre ; dans les autres cas, cela survient après que cinq ou plus d'exécutions ont produit des plans dont le coût estimé moyen (incluant l'optimisation) est plus important que le coût du plan générique. Une fois qu'un plan générique est choisi, il est utilisé pendant toute la vie de la requête préparée. Utiliser **EXECUTE** avec des valeurs rares dans des colonnes contenant de nombreuses valeurs dupliquées peut générer des plans personnalisés bien moins coûteux que le plan générique, même en prenant en compte le coût d'optimisation, à tel point que le plan générique ne sera jamais utilisé.

Un plan générique suppose que chaque valeur fournie à **EXECUTE** est une des valeurs distinctes de la colonne et que les valeurs de la colonne sont uniformément distribuées. Par exemple, si les statistiques enregistrent trois valeurs distinctes, un plan générique suppose qu'une comparaison d'égalité sur cette colonne correspondra à un tiers des lignes traitées. Les statistiques sur les colonnes autorisent aussi les plans génériques à calculer précisément la sélectivité des colonnes uniques. Les comparaisons

sur des colonnes distribuées non uniformément et la spécification des valeurs inexistantes affectent le coût moyen du plan, et de ce fait si et quand un plan générique est choisi.

Pour examiner le plan de requête que PostgreSQL™ utilise pour une instruction préparée, utilisez EXPLAIN(7), autrement dit **EXPLAIN EXECUTE**. Si un plan générique est utilisé, il contiendra des symboles $\$n$, alors qu'un plan personnalisé contiendra les valeurs fournies pour les paramètres. Les estimations de nombre de lignes dans le plan générique reflètent la sélectivité calculée pour les paramètres.

Pour plus d'informations sur la planification de la requête et les statistiques récupérées par PostgreSQL™ dans ce but, voir la documentation de ANALYZE(7).

Bien que le but principal d'une requête préparée est dévier une analyse et une planification répétée, PostgreSQL™ forcera une nouvelle analyse et une nouvelle planification de la requête à chaque fois que les objets de la base utilisés dans la requête auront vus leur définition modifiée (requête DDL) depuis la dernière utilisation de la requête préparée. De plus, si la valeur de `search_path` change d'une exécution à l'autre, la requête sera de nouveau analysée d'après la nouvelle valeur du paramètre `search_path`. (Ce dernier comportement est nouveau depuis PostgreSQL™ 9.3.) Ces règles font d'une requête préparée l'équivalent sémantique de la soumission sans fin de la même requête, avec de meilleures performances si aucun objet n'est modifié, tout spécialement si le meilleur plan reste le même au travers des utilisations. Un exemple d'un cas où l'équivalence sémantique n'est pas parfaite est que, si la requête fait référence à une table dont le nom n'est pas qualifié du nom du schéma et qu'une nouvelle table de même nom est créée dans un schéma apparaissant avant dans le paramètre `search_path`, une nouvelle analyse n'intervient vu qu'aucun objet de la requête n'a été modifié. Néanmoins, si une autre modification force une nouvelle analyse, la nouvelle table sera référencée dans les utilisations suivantes.

Vous pouvez voir toutes les instructions préparées disponibles dans la session en exécutant une requête sur la vue système `pg_prepared_statements`.

Exemples

Crée une instruction préparée pour une instruction **INSERT**, puis l'exécute :

```
PREPARE fooplan (int, text, bool, numeric) AS
    INSERT INTO foo VALUES($1, $2, $3, $4);
EXECUTE fooplan(1, 'Hunter Valley', 't', 200.00);
```

Crée une instruction préparée pour une instruction **SELECT**, puis l'exécute :

```
PREPARE usrrptplan (int) AS
    SELECT * FROM users u, logs l WHERE u.usrid=$1 AND u.usrid=l.usrid
        AND l.date = $2;
EXECUTE usrrptplan(1, current_date);
```

Notez que le type de données du deuxième paramètre n'est pas indiqué, donc il est déduit du contexte dans lequel $\$2$ est utilisé.

Compatibilité

Le standard SQL inclut une instruction **PREPARE** mais il est seulement utilisé en SQL embarqué. Cette version de l'instruction **PREPARE** utilise aussi une syntaxe quelque peu différente.

Voir aussi

DEALLOCATE(7), EXECUTE(7)

Nom

PREPARE TRANSACTION — prépare la transaction en cours pour une validation en deux phases

Synopsis

```
PREPARE TRANSACTION id_transaction
```

Description

PREPARE TRANSACTION prépare la transaction courante en vue d'une validation en deux phases. À la suite de cette commande, la transaction n'est plus associée à la session courante ; au lieu de cela, son état est entièrement stocké sur disque. La probabilité est donc forte qu'elle puisse être validée avec succès, y compris en cas d'arrêt brutal de la base de données avant la demande de validation.

Une fois préparée, une transaction peut être validée ou annulée ultérieurement par, respectivement, **COMMIT PREPARED(7)** et **ROLLBACK PREPARED(7)**. Ces commandes peuvent être exécutées à partir d'une session quelconque. Il n'est pas nécessaire de le faire depuis celle qui a exécuté la transaction initiale.

Du point de vue de la session l'initiant, **PREPARE TRANSACTION** diffère peu de la commande **ROLLBACK** : après son exécution, il n'y a plus de transaction active et les effets de la transaction préparée ne sont plus visibles. (Les effets redeviennent visibles si la transaction est validée.)

Si la commande **PREPARE TRANSACTION** échoue, quelqu'en soit la raison, elle devient une commande **ROLLBACK** : la transaction courante est annulée.

Paramètres

id_transaction

Un identifiant arbitraire de la transaction pour les commandes **COMMIT PREPARED** et **ROLLBACK PREPARED**. L'identifiant, obligatoirement de type chaîne littérale, doit être d'une longueur inférieure à 200 octets. Il ne peut être identique à un autre identifiant de transaction préparée.

Notes

PREPARE TRANSACTION n'a pas pour but d'être utilisé dans des applications ou des sessions interactives. Son but est de permettre à un gestionnaire de transactions externe pour réaliser des transactions globales atomiques au travers de plusieurs bases de données ou de ressources transactionnelles. Sauf si vous écrivez un gestionnaire de transactions, vous ne devriez probablement pas utiliser **PREPARE TRANSACTION**.

Cette commande doit être utilisée dans un bloc de transaction, initié par **BEGIN(7)**.

Il n'est actuellement pas possible de préparer (**PREPARE**) une transaction qui a exécuté des opérations impliquant des tables temporaires ou qui a créé des curseurs **WITH HOLD**, ou qui a exécuté **LISTEN** ou **UNLISTEN**. Ces fonctionnalités sont trop intégrées à la session en cours pour avoir la moindre utilité dans une transaction préparée.

Si la transaction a modifié des paramètres en exécution à l'aide de la commande **SET** (sans l'option **LOCAL**), ces effets persistent au-delà du **PREPARE TRANSACTION** et ne seront pas affectés par les commandes **COMMIT PREPARED** et **ROLLBACK PREPARED**. Du coup, dans ce cas, **PREPARE TRANSACTION** agit plus comme **COMMIT** que comme **ROLLBACK**.

Toutes les transactions préparées disponibles sont listées dans la vue système `pg_prepared_xacts`.



Attention

Il est préférable de ne pas conserver trop longtemps des transactions préparées dans cet état ; cela compromet, par exemple, les possibilités de récupération de l'espace par **VACUUM**, et dans certains cas extrêmes peut causer l'arrêt de la base de données pour empêcher une réutilisation d'identifiants de transactions (voir Section 24.1.5, « Éviter les cycles des identifiants de transactions »). Il ne faut pas oublier non plus qu'une telle transaction maintient les verrous qu'elle a posé. L'usage principal de cette fonctionnalité consiste à valider ou annuler une transaction préparée dès lors qu'un gestionnaire de transactions externe a pu s'assurer que les autres bases de données sont préparées à la validation.

Si vous n'avez pas configuré un gestionnaire de transactions externe pour gérer les transactions préparées et vous assurer qu'elles sont fermées rapidement, il est préférable de désactiver la fonctionnalité des transactions préparées en configurant `max_prepared_transactions` à zéro. Ceci empêchera toute création accidentelle de transactions préparées qui pourraient alors être oubliées, ce qui finira par causer des problèmes.

Exemples

Préparer la transaction en cours pour une validation en deux phases en utilisant `foobar` comme identifiant de transaction :

```
PREPARE TRANSACTION 'foobar' ;
```

Compatibilité

PREPARE TRANSACTION est une extension PostgreSQL™. Elle est conçue pour être utilisée par des systèmes extérieurs de gestion des transactions. Certains de ceux-là sont couverts par des standards (tels que X/Open XA), mais la partie SQL de ces systèmes n'est pas standardisée.

Voir aussi

[COMMIT PREPARED\(7\)](#), [ROLLBACK PREPARED\(7\)](#)

Nom

REASSIGN OWNED — Modifier le propriétaire de tous les objets de la base appartenant à un rôle spécifique

Synopsis

```
REASSIGN OWNED BY { ancien_rôle | CURRENT_USER | SESSION_USER } [ , . . . ]
    TO { nouveau_rôle | CURRENT_USER | SESSION_USER }
```

Description

REASSIGN OWNED demande au système de changer le propriétaire certains objets de la base. Les objets appartenant à l'un des *old_role* auront ensuite comme propriétaire *new_role*.

Paramètres

ancien_rôle

Le nom d'un rôle. Tous les objets de la base à l'intérieur de la base de connexion et tous les objets partagés (bases de données, tablespaces), dont le rôle est propriétaire, seront la propriété de *nouveau_rôle*.

nouveau_rôle

Le nom du rôle qui sera le nouveau propriétaire des objets affectés.

Notes

REASSIGN OWNED est souvent utilisé pour préparer à la suppression de un ou plusieurs rôles. Comme **REASSIGN OWNED** n'affecte pas les objets des autres bases, il est généralement nécessaire d'exécuter cette commande pour chaque base contenant des objets dont le rôle à supprimer est propriétaire.

REASSIGN OWNED nécessite des droits sur le rôle source et sur le rôle cible.

La commande **DROP OWNED(7)** est une alternative qui supprime tous les objets de la base possédés par un ou plusieurs rôles.

La commande **REASSIGN OWNED** ne modifie pas les droits donnés aux *ancien_rôle* pour les objets dont il n'est pas propriétaire. Utilisez **DROP OWNED** pour supprimer ces droits.

Voir Section 21.4, « Supprimer des rôles » pour plus de détails.

Compatibilité

L'instruction **REASSIGN OWNED** est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

DROP OWNED(7), **DROP ROLE(7)**, **ALTER DATABASE(7)**

Nom

REFRESH MATERIALIZED VIEW — remplacer le contenu d'une vue matérialisée

Synopsis

```
REFRESH MATERIALIZED VIEW [ CONCURRENTLY ] nom
[ WITH [ NO ] DATA ]
```

Description

REFRESH MATERIALIZED VIEW remplace le contenu entier d'une vue matérialisée. L'ancien contenu est supprimé. Si `WITH DATA` est ajouté, la requête de la vue est exécutée pour fournir les nouvelles données et la vue matérialisée est laissé dans un état parcourable. Si `WITH NO DATA` est indiqué, aucune nouvelle donnée n'est générée et la vue matérialisée est laissée dans un état non parcourable.

`CONCURRENTLY` et `WITH NO DATA` ne peuvent pas être utilisées ensemble.

Paramètres

CONCURRENTLY

Rafraîchit les données de la vue matérialisée sans bloquer les lectures de la vue matérialisée. Sans cette option, un rafraîchissement des données qui affecte un grand nombre de lignes aura tendance à utiliser moins de ressources et à se terminer plus rapidement, mais pourrait bloquer les autres connexions qui essaieraient de lire la vue matérialisée. Cette option pourrait être plus rapide dans les cas où le nombre de lignes mises à jour est plus petit.

Cette option est seulement autorisée s'il existe au moins un index `UNIQUE` sur la vue matérialisée utilisant uniquement les noms de colonnes et incluant toutes les lignes ; autrement dit, il n'indexe pas d'expressions et ne dispose pas d'une clause `WHERE`.

Cette option ne peut pas être utilisée dans la vue matérialisée n'est pas déjà peuplée.

Même avec cette option, seul un `REFRESH` peut être exécuté à un instant `t` sur une vue matérialisé.

nom

Ne renvoie pas d'erreur si la vue matérialisée n'existe pas. Un message d'avertissement est renvoyé dans ce cas.

Notes

Bien que l'index par défaut pour les prochaines opérations `CLUSTER(7)` est conservé, **REFRESH MATERIALIZED VIEW** ne trie pas les lignes générées en se basant sur cette propriété. Si vous voulez que les données soient triées à la génération, vous devez utiliser une clause `ORDER BY` dans la requête de génération.

Exemples

Cette commande remplacera le contenu de la vue matérialisée `resume_commandes` en utilisant la requête indiquée dans la définition de la vue matérialisée et en la laissant dans un état parcourable :

```
REFRESH MATERIALIZED VIEW resume_commandes;
```

Cette commande libérera le stockage associé avec la vue matérialisée `stats_base_annuel` et la laissera dans un état non parcourable :

```
REFRESH MATERIALIZED VIEW stats_base_annuel WITH NO DATA;
```

Compatibilité

REFRESH MATERIALIZED VIEW est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

CREATE MATERIALIZED VIEW(7), ALTER MATERIALIZED VIEW(7), DROP MATERIALIZED VIEW(7)

Nom

REINDEX — reconstruit les index

Synopsis

```
REINDEX [ ( VERBOSE ) ] { INDEX | TABLE | SCHEMA | DATABASE | SYSTEM } nom
```

Description

REINDEX reconstruit un index en utilisant les données stockées dans la table, remplaçant l'ancienne copie de l'index. Il y a plusieurs raisons pour utiliser **REINDEX** :

- Un index a été corrompu et ne contient plus de données valides. Bien qu'en théorie, ceci ne devrait jamais arriver, en pratique, les index peuvent se corrompre à cause de bogues dans le logiciel ou d'échecs matériels. **REINDEX** fournit une méthode de récupération.
- L'index en question a « explosé », c'est-à-dire qu'il contient beaucoup de pages d'index mortes ou presque mortes. Ceci peut arriver avec des index B-tree dans PostgreSQL™ sous certains modèles d'accès inhabituels. **REINDEX** fournit un moyen de réduire la consommation d'espace de l'index en écrivant une nouvelle version de l'index sans les pages mortes. Voir Section 24.2, « Ré-indexation régulière » pour plus d'informations.
- Vous avez modifié un paramètre de stockage (par exemple, fillfactor) pour un index et vous souhaitez vous assurer que la modification a été prise en compte.
- La construction d'un index avec l'option CONCURRENTLY a échoué, laissant un index « invalide ». De tels index sont inutiles donc il est intéressant d'utiliser **REINDEX** pour les reconstruire. Notez que **REINDEX** n'exécutera pas une construction en parallèle. Pour construire l'index sans interférer avec le système en production, vous devez supprimer l'index et ré-exécuter la commande **CREATE INDEX CONCURRENTLY**.

Paramètres

INDEX

Recrée l'index spécifié.

TABLE

Recrée tous les index de la table spécifiée. Si la table a une seconde table « TOAST », elle est aussi réindexée.

SCHEMA

Recrée tous les index du schéma spécifié. Si une table de ce schéma a une table secondaire (« TOAST »), elle est aussi réindexée. Les index sur les catalogues systèmes partagés sont aussi traités. Cette forme de **REINDEX** ne peut pas être exécutée dans un bloc de transaction.

DATABASE

Recrée tous les index de la base de données en cours. Les index sur les catalogues système partagés sont aussi traités. Cette forme de **REINDEX** ne peut pas être exécuté à l'intérieur d'un bloc de transaction.

SYSTEM

Recrée tous les index des catalogues système à l'intérieur de la base de données en cours. Les index sur les catalogues système partagés sont aussi inclus. Les index des tables utilisateur ne sont pas traités. Cette forme de **REINDEX** ne peut pas être exécuté à l'intérieur d'un bloc de transaction.

nom

Le nom de l'index, de la table ou de la base de données spécifique à réindexer. Les noms de table et d'index peuvent être qualifiés du nom du schéma. Actuellement, **REINDEX DATABASE** et **REINDEX SYSTEM** ne peuvent réindexer que la base de données en cours, donc ce paramètre doit correspondre au nom de la base de données en cours.

VERBOSE

Affiche un message de progression à chaque index traité.

Notes

Si vous suspectez la corruption d'un index sur une table utilisateur, vous pouvez simplement reconstruire cet index, ou tous les index de la table, en utilisant **REINDEX INDEX** ou **REINDEX TABLE**.

Les choses sont plus difficiles si vous avez besoin de récupérer la corruption d'un index sur une table système. Dans ce cas, il est important pour le système de ne pas avoir utilisé lui-même un des index suspects. (En fait, dans ce type de scénario, vous pourriez constater que les processus serveur s'arrêtent brutalement au lancement du service, en cause l'utilisation des index corrompus.) Pour récupérer proprement, le serveur doit être lancé avec l'option `-P`, qui inhibe l'utilisation des index pour les recherches dans les catalogues système.

Une autre façon est d'arrêter le serveur et de relancer le serveur PostgreSQL™ en mode simple utilisateur avec l'option `-P` placée sur la ligne de commande. Ensuite, **REINDEX DATABASE**, **REINDEX SYSTEM**, **REINDEX TABLE** ou **REINDEX INDEX** peuvent être lancés suivant ce que vous souhaitez reconstruire. En cas de doute, utilisez la commande **REINDEX SYSTEM** pour activer la reconstruction de tous les index système de la base de données. Enfin, quittez la session simple utilisateur du serveur et relancez le serveur en mode normal. Voir la page de référence de `postgres(1)` pour plus d'informations sur l'interaction avec l'interface du serveur en mode simple utilisateur.

Une session standard du serveur peut aussi être lancée avec `-P` dans les options de la ligne de commande. La méthode pour ce faire varie entre les clients mais dans tous les clients basés sur libpq, il est possible de configurer la variable d'environnement `PGOPTIONS` à `-P` avant de lancer le client. Notez que, bien que cette méthode ne verrouille pas les autres clients, il est conseillé d'empêcher les autres utilisateurs de se connecter à la base de données endommagée jusqu'à la fin des réparations.

REINDEX est similaire à une suppression et à une nouvelle création de l'index, dans les fait le contenu de l'index est complètement recréé. Néanmoins, les considérations de verrouillage sont assez différentes. **REINDEX** verrouille les écritures mais pas les lectures de la table mère de l'index. Il positionne également un verrou exclusif sur l'index en cours de traitement, ce qui bloque les lectures qui tentent de l'utiliser. Au contraire, **DROP INDEX** crée temporairement un verrou exclusif sur la table parent, bloquant ainsi écritures et lectures. Le **CREATE INDEX** qui suit verrouille les écritures mais pas les lectures ; comme l'index n'existe pas, aucune lecture ne peut être tentée, signifiant qu'il n'y a aucun blocage et que les lectures sont probablement forcées de réaliser des parcours séquentiels complets.

Ré-indexer un seul index ou une seule table requiert d'être le propriétaire de cet index ou de cette table. Ré-indexer une base de données requiert d'être le propriétaire de la base de données (notez du coup que le propriétaire peut reconstruire les index de tables possédées par d'autres utilisateurs). Bien sûr, les superutilisateurs peuvent toujours tout ré-indexer.

Exemples

Reconstruit un index simple :

```
REINDEX INDEX my_index;
```

Recrée les index sur la table `ma_table` :

```
REINDEX TABLE ma_table;
```

Reconstruit tous les index d'une base de données particulière sans faire confiance à la validité des index système :

```
$ export PGOPTIONS="-P"
$ psql broken_db
...
broken_db=> REINDEX DATABASE broken_db;
broken_db=> \q
```

Compatibilité

Il n'existe pas de commande **REINDEX** dans le standard SQL.

Nom

RELEASE SAVEPOINT — détruit un point de sauvegarde précédemment défini

Synopsis

```
RELEASE [ SAVEPOINT ] nom_pointsaufegarde
```

Description

RELEASE SAVEPOINT détruit un point de sauvegarde défini précédemment dans la transaction courante.

La destruction d'un point de sauvegarde le rend indisponible comme point de retour. C'est, pour l'utilisateur, le seul comportement visible. Elle ne défait pas les commandes exécutées après l'établissement du point de sauvegarde (pour cela, voir ROLLBACK TO SAVEPOINT(7)). Détruire un point de sauvegarde quand il n'est plus nécessaire peut permettre au système de récupérer certaines ressources sans attendre la fin de la transaction.

RELEASE SAVEPOINT détruit aussi tous les points de sauvegarde créés ultérieurement au point de sauvegarde indiqué.

Paramètres

nom_pointsaufegarde

Le nom du point de sauvegarde à détruire.

Notes

Spécifier un nom de point de sauvegarde qui n'a pas été défini est une erreur.

Il n'est pas possible de libérer un point de sauvegarde lorsque la transaction est dans un état d'annulation.

Si plusieurs points de transaction ont le même nom, seul le plus récent est libéré.

Exemples

Pour établir puis détruire un point de sauvegarde :

```
BEGIN;
    INSERT INTO table1 VALUES (3);
    SAVEPOINT mon_pointsaufegarde;
    INSERT INTO table1 VALUES (4);
    RELEASE SAVEPOINT mon_pointsaufegarde;
COMMIT;
```

La transaction ci-dessus insère à la fois 3 et 4.

Compatibilité

Cette commande est conforme au standard SQL. Le standard impose le mot clé `SAVEPOINT` mais PostgreSQL™ autorise son omission.

Voir aussi

[BEGIN\(7\)](#), [COMMIT\(7\)](#), [ROLLBACK\(7\)](#), [ROLLBACK TO SAVEPOINT\(7\)](#), [SAVEPOINT\(7\)](#)

Nom

RESET — réinitialise un paramètre d'exécution à sa valeur par défaut

Synopsis

```
RESET paramètre_configuration
```

```
RESET ALL
```

Description

RESET réinitialise les paramètres d'exécution à leur valeur par défaut. **RESET** est une alternative à

```
SET paramètre_configuration TO DEFAULT
```

On pourra se référer à SET(7) pour plus de détails.

La valeur par défaut est définie comme la valeur qu'aurait la variable si aucune commande **SET** n'avait modifié sa valeur pour la session en cours. La source effective de cette valeur peut être dans les valeurs par défaut compilées, le fichier de configuration, les options de la ligne de commande ou les paramétrages spécifiques à la base de données ou à l'utilisateur. Ceci est subtilement différent de le définir comme « la valeur qu'a le paramètre au lancement de la session » parce que, si la valeur provenait du fichier de configuration, elle sera annulée par ce qui est spécifié maintenant dans le fichier de configuration. Voir Chapitre 19, Configuration du serveur pour les détails.

Le comportement transactionnel de **RESET** est identique à celui de la commande **SET** : son effet sera annulée par une annulation de la transaction.

Paramètres

paramètre_configuration

Nom d'un paramètre configurable. Les paramètres disponibles sont documentés dans Chapitre 19, Configuration du serveur et sur la page de référence SET(7).

ALL

Réinitialise tous les paramètres configurables à l'exécution.

Exemples

Pour réinitialiser timezone :

```
RESET timezone;
```

Compatibilité

RESET est une extension de PostgreSQL™.

Voir aussi

SET(7), SHOW(7)

Nom

REVOKE — supprime les droits d'accès

Synopsis

```
REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { { SELECT | INSERT | UPDATE | DELETE | TRUNCATE | REFERENCES | TRIGGER }
    [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] }
  ON { [ TABLE ] nom_table [, ...]
      | ALL TABLES IN SCHEMA nom_schéma [, ...] }
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { { SELECT | INSERT | UPDATE | REFERENCES } ( nom_colonne [, ...] )
    [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] ( nom_colonne [, ...] ) }
  ON [ TABLE ] nom_table [, ...]
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { { USAGE | SELECT | UPDATE }
    [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] }
  ON { SEQUENCE nom_séquence [, ...]
      | ALL SEQUENCES IN SCHEMA nom_schéma [, ...] }
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { { CREATE | CONNECT | TEMPORARY | TEMP } [, ...] | ALL [ PRIVILEGES ] }
  ON DATABASE nom_base [, ...]
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { { USAGE | ALL [ PRIVILEGES ] }
  ON DOMAIN nom_domaine [, ...]
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { { USAGE | ALL [ PRIVILEGES ] }
  ON FOREIGN DATA WRAPPER nom_fdw [, ...]
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { { USAGE | ALL [ PRIVILEGES ] }
  ON FOREIGN SERVER nom_serveur [, ...]
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { { EXECUTE | ALL [ PRIVILEGES ] }
  ON { FUNCTION nom_fonction ( [ [ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [, ...] ] ) [, ...]
      | ALL FUNCTIONS IN SCHEMA nom_schéma [, ...] }
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
  { { USAGE | ALL [ PRIVILEGES ] }
  ON LANGUAGE nom_lang [, ...]
  FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [, ...]
  [ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
```

```

{ { SELECT | UPDATE } [ , ... ] | ALL [ PRIVILEGES ] }
ON LARGE OBJECT loid [ , ... ]
FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [ , ... ]
[ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
{ { CREATE | USAGE } [ , ... ] | ALL [ PRIVILEGES ] }
ON SCHEMA nom_schéma [ , ... ]
FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [ , ... ]
[ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
{ CREATE | ALL [ PRIVILEGES ] }
ON TABLESPACE nom_tablespace [ , ... ]
FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [ , ... ]
[ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ GRANT OPTION FOR ]
{ USAGE | ALL [ PRIVILEGES ] }
ON TYPE nom_type [ , ... ]
FROM { [ GROUP ] nom_rôle | PUBLIC } [ , ... ]
[ CASCADE | RESTRICT ]

REVOKE [ ADMIN OPTION FOR ]
nom_rôle [ , ... ] FROM nom_rôle [ , ... ]
[ CASCADE | RESTRICT ]

```

Description

La commande **REVOKE** retire des droits précédemment attribués à un ou plusieurs rôles. Le mot clé **PUBLIC** fait référence au groupe implicitement défini de tous les rôles.

Voir la description de la commande **GRANT(7)** pour connaître la signification des types de droits.

Notez qu'un rôle possède la somme des droits qui lui ont été donnés directement, des droits qui ont été donnés à un rôle dont il est membre et des droits donnés à **PUBLIC**. Du coup, par exemple, retirer les droits de **SELECT** à **PUBLIC** ne veut pas nécessairement dire que plus aucun rôle n'a le droit de faire de **SELECT** sur l'objet : ceux qui en avaient obtenu le droit directement ou via un autre rôle l'ont toujours. De même, révoquer **SELECT** d'un utilisateur ne l'empêchera peut-être pas d'utiliser **SELECT** si **PUBLIC** ou un autre de ses rôle a toujours les droits **SELECT**.

Si **GRANT OPTION FOR** est précisé, seul l'option de transmission de droit (**grant option**) est supprimée, pas le droit lui-même. Sinon, le droit et l'option de transmission de droits sont révoqués.

Si un utilisateur détient un privilège avec le droit de le transmettre, et qu'il l'a transmis à d'autres utilisateurs, alors les droits de ceux-ci sont appelés des droits dépendants. Si les droits ou le droit de transmettre du premier utilisateur sont supprimés, et que des droits dépendants existent, alors ces droits dépendants sont aussi supprimés si l'option **CASCADE** est utilisée. Dans le cas contraire, la suppression de droits est refusée. Cette révocation récursive n'affecte que les droits qui avaient été attribués à travers une chaîne d'utilisateurs traçable jusqu'à l'utilisateur qui subit la commande **REVOKE**. Du coup, les utilisateurs affectés peuvent finalement garder le droit s'il avait aussi été attribué via d'autres utilisateurs.

En cas de révocation des droits sur une table, les droits sur les colonnes correspondantes (s'il y en a) sont automatiquement révoqués pour toutes les colonnes de la table en même temps. D'un autre côté, si un rôle a des droits sur une table, supprimer les mêmes droits pour des colonnes individuelles n'aura aucun effet.

Lors de la révocation de l'appartenance d'un rôle, **GRANT OPTION** est appelé **ADMIN OPTION** mais le comportement est similaire. Notez aussi que cette forme de la commande ne permet pas le mot **GROUP**.

Notes

Utilisez la commande **\dp** de **psql(1)** pour afficher les droits donnés sur des tables et colonnes. Voir **GRANT(7)** pour plus d'informations sur le format. Pour les objets qui ne sont pas des tables, il existe d'autres commandes **\d** qui peuvent afficher leurs droits.

Un utilisateur ne peut révoquer que les droits qu'il a donnés directement. Si, par exemple, un utilisateur A a donné un droit et la possibilité de le transmettre à un utilisateur B, et que B à son tour l'a donné à C, alors A ne peut pas retirer directement le droit de C. À la place, il peut supprimer le droit de transmettre à B et utiliser l'option **CASCADE** pour que le droit soit automatiquement supprimé à C. Autre exemple, si A et B ont donné le même droit à C, A peut révoquer son propre don de droit mais pas celui de B, donc C dispose toujours de ce droit.

Lorsqu'un utilisateur, non propriétaire de l'objet, essaie de révoquer (**REVOKE**) des droits sur l'objet, la commande échoue si l'utilisateur n'a aucun droit sur l'objet. Tant que certains droits sont disponibles, la commande s'exécute mais ne sont supprimés que les droits dont l'utilisateur a l'option de transmission. La forme **REVOKE ALL PRIVILEGES** affiche un message d'avertissement si les options de transmissions pour un des droits nommés spécifiquement dans la commande ne sont pas possédés. (En principe, ces instructions s'appliquent aussi au propriétaire de l'objet mais comme le propriétaire est toujours traité comme celui détenant toutes les options de transmission, ces cas n'arrivent jamais.)

Si un superutilisateur choisit d'exécuter une commande **GRANT** ou **REVOKE**, la commande est exécutée comme si elle était lancée par le propriétaire de l'objet affecté. Comme tous les droits proviennent du propriétaire d'un objet (directement ou via une chaîne de transmissions de droits), un superutilisateur peut supprimer tous les droits sur un objet mais cela peut nécessiter l'utilisation de **CASCADE** comme expliqué précédemment.

REVOKE peut aussi être effectué par un rôle qui n'est pas le propriétaire de l'objet affecté mais qui est un membre du rôle qui possède l'objet ou qui est un membre d'un rôle qui détient les droits **WITH GRANT OPTION** sur cet objet. Dans ce cas, la commande est exécutée comme si elle avait été exécutée par le rôle qui possède réellement l'objet ou détient les droits **WITH GRANT OPTION**. Par exemple, si la table `t1` est possédée par le rôle `g1`, dont le rôle `u1` est membre, alors `u1` peut supprimer des droits sur `t1` qui sont enregistrés comme donnés par `g1`. Ceci inclura les dons de droits effectués par `u1` ainsi que ceux effectués par les autres membres du rôle `g1`.

Si le rôle exécutant **REVOKE** détient les droits indirectement via plus d'un chemin d'appartenance, le rôle indiqué comme ayant effectué la commande est non déterminable à l'avance. Dans de tels cas, il est préférable d'utiliser **SET ROLE** pour devenir le rôle que vous souhaitez voir exécuter la commande **REVOKE**. Ne pas faire cela peut avoir comme résultat de supprimer des droits autres que ceux que vous vouliez, voire même de ne rien supprimer du tout.

Exemples

Enlève au groupe public le droit d'insérer des lignes dans la table `films` :

```
REVOKE INSERT ON films FROM PUBLIC;
```

Supprime tous les droits de l'utilisateur `manuel` sur la vue `genres` :

```
REVOKE ALL PRIVILEGES ON genres FROM manuel;
```

Notez que ceci signifie en fait « révoque tous les droits que j'ai donné ».

Supprime l'appartenance de l'utilisateur `joe` au rôle `admins` :

```
REVOKE admins FROM joe;
```

Compatibilité

La note de compatibilité de la commande **GRANT(7)** s'applique par analogie à **REVOKE**. Les mots clés **RESTRICT** ou **CASCADE** sont requis d'après le standard, mais PostgreSQL™ utilise **RESTRICT** par défaut.

Voir aussi

[GRANT\(7\)](#)

Nom

ROLLBACK — annule la transaction en cours

Synopsis

```
ROLLBACK [ WORK | TRANSACTION ]
```

Description

ROLLBACK annule la transaction en cours et toutes les modifications effectuées lors de cette transaction.

Paramètres

WORK, TRANSACTION

Mots clés optionnels. Ils sont sans effet.

Notes

L'utilisation de la commande COMMIT(7) permet de terminer une transaction avec succès.

Exécuter **ROLLBACK** en dehors d'un bloc de transaction cause l'émission d'un message d'avertissement mais n'a pas d'autres effets.

Exemples

Pour annuler toutes les modifications :

```
ROLLBACK ;
```

Compatibilité

Le standard SQL spécifie seulement les deux formes ROLLBACK et ROLLBACK WORK. à part cela, cette commande est totalement compatible.

Voir aussi

BEGIN(7), COMMIT(7), ROLLBACK TO SAVEPOINT(7)

Nom

ROLLBACK PREPARED — annule une transaction précédemment préparée en vue d'une validation en deux phases

Synopsis

```
ROLLBACK PREPARED id_transaction
```

Description

ROLLBACK PREPARED annule une transaction préparée.

Paramètres

id_transaction

L'identifiant de la transaction à annuler.

Notes

Pour annuler une transaction préparée, il est impératif d'être soit l'utilisateur qui a initié la transaction, soit un superutilisateur. Il n'est, en revanche, pas nécessaire d'être dans la session qui a initié la transaction.

Cette commande ne peut pas être exécutée à l'intérieur d'un bloc de transaction. La transaction préparée est annulée immédiatement.

Toutes les transactions préparées disponibles sont listées dans la vue système pg_prepared_xacts.

Exemples

Annuler la transaction identifiée par foobar :

```
ROLLBACK PREPARED 'foobar';
```

Compatibilité

L'instruction **ROLLBACK PREPARED** est une extension PostgreSQL™. Elle est destinée à être utilisée par des systèmes tiers de gestion des transactions, dont le fonctionnement est parfois standardisé (comme X/Open XA), mais la portion SQL de ces systèmes ne respecte pas le standard.

Voir aussi

PREPARE TRANSACTION(7), COMMIT PREPARED(7)

Nom

ROLLBACK TO SAVEPOINT — annule les instructions jusqu'au point de sauvegarde

Synopsis

```
ROLLBACK [ WORK | TRANSACTION ] TO [ SAVEPOINT ] nom_pointsaufegarde
```

Description

Annule toutes les commandes qui ont été exécutées après l'établissement du point de sauvegarde. Le point de sauvegarde reste valide. Il est possible d'y revenir encore si cela s'avérait nécessaire.

ROLLBACK TO SAVEPOINT détruit implicitement tous les points de sauvegarde établis après le point de sauvegarde indiqué.

Paramètres

nom_pointsaufegarde

Le point de sauvegarde où retourner.

Notes

RELEASE SAVEPOINT(7) est utilisé pour détruire un point de sauvegarde sans annuler les effets de commandes exécutées après son établissement.

Spécifier un nom de point de sauvegarde inexistant est une erreur.

Les curseurs ont un comportement quelque peu non transactionnel en ce qui concerne les points de sauvegarde. Tout curseur ouvert à l'intérieur d'un point de sauvegarde est fermé lorsque le point de sauvegarde est rejoint. Si un curseur précédemment ouvert est affecté par une commande **FETCH** ou **MOVE** à l'intérieur d'un point de sauvegarde rejoint par la suite, la position du curseur reste celle obtenue par **FETCH** (c'est-à-dire que le déplacement du curseur dû au **FETCH** n'est pas annulé). La fermeture d'un curseur n'est pas non plus remise en cause par une annulation. Néanmoins, certains effets de bord causés par la requête du curseur (comme les effets de bord des fonctions volatiles appelées par la requête) sont annulés s'ils surviennent lors d'un point de sauvegarde qui est annulé plus tard. Un curseur dont l'exécution provoque l'annulation d'une transaction est placé dans un état non exécutable. De ce fait, alors même que la transaction peut être restaurée par **ROLLBACK TO SAVEPOINT**, le curseur ne peut plus être utilisé.

Exemples

Pour annuler les effets des commandes exécutées après l'établissement de *mon_pointsaufegarde* :

```
ROLLBACK TO SAVEPOINT mon_pointsaufegarde;
```

La position d'un curseur n'est pas affectée par l'annulation des points de sauvegarde :

```
BEGIN;  
  
DECLARE foo CURSOR FOR SELECT 1 UNION SELECT 2;  
  
SAVEPOINT foo;  
  
FETCH 1 FROM foo;  
?column?  
-----  
1  
  
ROLLBACK TO SAVEPOINT foo;  
  
FETCH 1 FROM foo;  
?column?  
-----  
2
```

```
COMMIT;
```

Compatibilité

Le standard SQL spécifie que le mot clé SAVEPOINT est obligatoire mais PostgreSQL™ et Oracle™ autorisent son omission. SQL n'autorise que WORK, pas TRANSACTION, après ROLLBACK. De plus, SQL dispose d'une clause optionnelle AND [NO] CHAIN qui n'est actuellement pas supportée par PostgreSQL™. Pour le reste, cette commande est conforme au standard SQL.

Voir aussi

[BEGIN\(7\)](#), [COMMIT\(7\)](#), [RELEASE SAVEPOINT\(7\)](#), [ROLLBACK\(7\)](#), [SAVEPOINT\(7\)](#)

Nom

SAVEPOINT — définit un nouveau point de sauvegarde à l'intérieur de la transaction en cours

Synopsis

```
SAVEPOINT nom_pointsaufegarde
```

Description

SAVEPOINT établit un nouveau point de sauvegarde à l'intérieur de la transaction en cours.

Un point de sauvegarde est une marque spéciale à l'intérieur d'une transaction qui autorise l'annulation de toutes les commandes exécutées après son établissement, restaurant la transaction dans l'état où elle était au moment de l'établissement du point de sauvegarde.

Paramètres

nom_pointsaufegarde

Le nom du nouveau point de sauvegarde.

Notes

Utilisez ROLLBACK TO SAVEPOINT(7) pour annuler un point de sauvegarde. Utilisez RELEASE SAVEPOINT(7) pour détruire un point de sauvegarde, conservant l'effet des commandes exécutées après son établissement.

Les points de sauvegarde peuvent seulement être établis à l'intérieur d'un bloc de transaction. Plusieurs points de sauvegarde peuvent être définis dans une transaction.

Exemples

Pour établir un point de sauvegarde et annuler plus tard les effets des commandes exécutées après son établissement :

```
BEGIN;
    INSERT INTO table1 VALUES (1);
    SAVEPOINT mon_pointsaufegarde;
    INSERT INTO table1 VALUES (2);
    ROLLBACK TO SAVEPOINT mon_pointsaufegarde;
    INSERT INTO table1 VALUES (3);
COMMIT;
```

La transaction ci-dessus insère les valeurs 1 et 3, mais pas 2.

Pour établir puis détruire un point de sauvegarde :

```
BEGIN;
    INSERT INTO table1 VALUES (3);
    SAVEPOINT mon_pointsaufegarde;
    INSERT INTO table1 VALUES (4);
    RELEASE SAVEPOINT mon_pointsaufegarde;
COMMIT;
```

La transaction ci-dessus insère à la fois les valeurs 3 et 4.

Compatibilité

SQL requiert la destruction automatique d'un point de sauvegarde quand un autre point de sauvegarde du même nom est créé. Avec PostgreSQL™, l'ancien point de sauvegarde est conservé, mais seul le plus récent est utilisé pour une annulation ou une libération. (Libérer avec **RELEASE SAVEPOINT** le point de sauvegarde le plus récent fait que l'ancien est de nouveau accessible aux commandes **ROLLBACK TO SAVEPOINT** et **RELEASE SAVEPOINT**.) Sinon, **SAVEPOINT** est totalement conforme à SQL.

Voir aussi

BEGIN(7), COMMIT(7), RELEASE SAVEPOINT(7), ROLLBACK(7), ROLLBACK TO SAVEPOINT(7)

Nom

SECURITY LABEL — Définir ou modifier une label de sécurité appliquée à un objet

Synopsis

```
SECURITY LABEL [ FOR fournisseur ] ON
{
    TABLE nom_objet |
    COLUMN nom_table.nom_colonne |
    AGGREGATE nom_agrégat ( signature_agrégat ) |
    DATABASE nom_objet |
    DOMAIN nom_objet |
    EVENT TRIGGER nom_objet |
    FOREIGN TABLE nom_objet |
    FUNCTION nom_fonction ( [ [ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [, ...] ] ) |
    LARGE OBJECT oid_large_object |
    MATERIALIZED VIEW nom_objet |
    [ PROCEDURAL ] LANGUAGE nom_objet |
    ROLE nom_objet |
    SCHEMA nom_objet |
    SEQUENCE nom_objet |
    TABLESPACE nom_objet |
    TYPE nom_objet |
    VIEW nom_objet
} IS 'label'
```

où *signature_agrégat* est :

```
* |
[ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [, ...] |
[ [ mode_arg ] [ nom_arg ] type_arg [, ...] ] ORDER BY [ mode_arg ] [ nom_arg ]
type_arg [, ...]
```

Description

SECURITY LABEL applique un label de sécurité à un objet de la base de données. Un nombre arbitraire de labels de sécurité, un par fournisseur d'labels, peut être associé à un objet donné de la base. Les fournisseurs de labels sont des modules dynamiques qui s'enregistrent eux-mêmes en utilisant la fonction `register_label_provider`.



Note

`register_label_provider` n'est pas une fonction SQL ; elle ne peut être appelée que depuis du code C chargé et exécuté au sein du serveur.

Le fournisseur de labels détermine si un label donné est valide, et dans quelle mesure il est permis de l'appliquer à un objet donné. Le sens des labels est également laissé à la discréption du fournisseur d'labels. PostgreSQL™ n'impose aucune restriction quant à l'interprétation que peut faire un fournisseur d'un label donné, se contentant simplement d'offrir un mécanisme de stockage de ces labels. En pratique, il s'agit de permettre l'intégration de systèmes de contrôles d'accès obligatoires (en anglais, *mandatory access control* ou MAC) tels que SE-Linux™. De tels systèmes fondent leurs autorisations d'accès sur des labels appliqués aux objets, contrairement aux systèmes traditionnels d'autorisations d'accès discrétionnaires (en anglais, *discretionary access control* ou DAC) généralement basés sur des concepts tels que les utilisateurs et les groupes.

Paramètres

nom_objet, nom_table.nom_colonne, nom_agrégat, nom_fonction

Le nom de l'objet. Ce sont les noms des tables, aggrégats, domaines, tables distantes, fonctions, séquences, types et vues qui peuvent être qualifiés du nom de schéma.

fournisseur

Le nom du fournisseur auquel le label est associé. Le fournisseur désigné doit être chargé et accepter l'opération qui lui est proposée. Si un seul et unique fournisseur est chargé, le nom du fournisseur peut être omis par soucis de concision.

mode_arg

Le mode d'un argument de fonction ou d'agrégat : IN, OUT, INOUT ou VARIADIC. Si le mode est omis, le mode par défaut IN est alors appliqué. À noter que **SECURITY LABEL** ne porte actuellement pas sur les arguments de mode OUT dans la mesure où seuls les arguments fournis en entrée sont nécessaires à l'identification d'une fonction. Il suffit donc de lister les arguments IN, INOUT, et VARIADIC afin d'identifier sans ambiguïté une fonction.

nom_arg

Le nom d'un argument de fonction ou d'agrégat. À noter que **SECURITY LABEL ON FUNCTION** ne porte actuellement pas sur les nom des arguments fournis aux fonctions dans la mesure où seul le type des arguments est nécessaire à l'identification d'une fonction.

type_arg

Le type de données d'un argument de fonction ou d'agrégat.

oid_large_objet

L'OID de l'objet large.

PROCEDURAL

Qualificatif optionnel du langage, peut être omis.

label

Le nom du label à affecter, fourni sous la forme d'une chaîne littérale ou NULL pour supprimer un label de sécurité précédemment affecté.

Exemples

L'exemple suivant montre comment modifier le label de sécurité d'une table.

```
SECURITY LABEL FOR selinux ON TABLE matable IS 'system_u:object_r:sepgsql_table_t:s0';
```

Compatibilité

La commande **SECURITY LABEL** n'existe pas dans le standard SQL.

Voir aussi

[sepgsql](#), [src/test/modules/dummy_seclabel](#)

Nom

SELECT, TABLE, WITH — récupère des lignes d'une table ou d'une vue

Synopsis

```
[ WITH [ RECURSIVE ] requête_with [ , ... ] ]
SELECT [ ALL | DISTINCT [ ON ( expression [ , ... ] ) ] ]
      [ * | expression [ [ AS ] nom_d_affichage ] [ , ... ] ]
      [ FROM éléments_from [ , ... ] ]
      [ WHERE condition ]
      [ GROUP BY element_regroupement [ , ... ] ]
      [ HAVING condition [ , ... ] ]
      [ WINDOW nom_window AS ( définition_window ) [ , ... ] ]
      [ { UNION | INTERSECT | EXCEPT } [ ALL | DISTINCT ] select ]
      [ ORDER BY expression [ ASC | DESC | USING opérateur ] [ NULLS { FIRST | LAST } ] ]
[ , ... ]
      [ LIMIT { nombre | ALL } ]
      [ OFFSET début ] [ ROW [ ROWS ] ]
      [ FETCH { FIRST | NEXT } [ total ] { ROW | ROWS } ONLY ]
      [ FOR { UPDATE | NO KEY UPDATE | SHARE | KEY SHARE } [ OF nom_table [ , ... ] ]
NOWAIT | SKIP LOCKED ] [ ... ] ]
```

avec éléments_from qui peut être :

```
[ ONLY ] nom_table [ * ] [ [ AS ] alias [ ( alias_colonne [ , ... ] ) ] ]
      [ TABLESAMPLE méthode_échantillonnage ( argument [ , ... ] ) ]
REPEATABLE ( pourcentage_échantillon ) ]
      [ LATERAL ] ( select ) [ AS ] alias [ ( alias_colonne [ , ... ] ) ]
nom_requête_with [ [ AS ] alias [ ( alias_colonne [ , ... ] ) ] ]
      [ LATERAL ] nom_fonction ( [ argument [ , ... ] ] )
          [ WITH ORDINALITY ] [ [ AS ] alias [ ( alias_colonne [ , ... ] ) ] ]
      [ LATERAL ] nom_fonction ( [ argument [ , ... ] ] ) [ AS ] alias (
définition_colonne [ , ... ] )
          [ LATERAL ] nom_fonction ( [ argument [ , ... ] ] ) AS ( définition_colonne [ ,
... ] )
          [ LATERAL ] ROWS FROM( nom_fonction ( [ argument [ , ... ] ] ) [ AS (
définition_colonne [ , ... ] ) ] [ , ... ] )
              [ WITH ORDINALITY ] [ [ AS ] alias [ ( alias_colonne [ , ... ] ) ] ]
éléments_from [ NATURAL ] typeJointure éléments_from [ ON condition_jointure |
USING ( colonne_jointure [ , ... ] ) ]
```

et element_regroupement peut valoir :

```
( )
expression
( expression [ , ... ] )
ROLLUP ( { expression | ( expression [ , ... ] ) } [ , ... ] )
CUBE ( { expression | ( expression [ , ... ] ) } [ , ... ] )
GROUPING SETS ( element_regroupement [ , ... ] )
```

et requête_with est :

```
nom_requête_with [ ( nom_colonne [ , ... ] ) ] AS ( select | valeurs | insert |
update | delete )
TABLE [ ONLY ] nom_table [ * ]
```

Description

SELECT récupère des lignes de zéro ou plusieurs tables. Le traitement général de SELECT est le suivant :

1. Toutes les requêtes dans la liste WITH sont évaluées. Elles jouent le rôle de tables temporaires qui peuvent être référencées dans la liste FROM. Une requête WITH qui est référencée plus d'une fois dans FROM n'est calculée qu'une fois (voir la section intitulée « Clause WITH » ci-dessous).

2. Tous les éléments de la liste FROM sont calculés. (Chaque élément dans la liste FROM est une table réelle ou virtuelle.) Si plus d'un élément sont spécifiés dans la liste FROM, ils font l'objet d'une jointure croisée (cross-join). (Voir la section intitulée « Clause FROM » ci-dessous.)
3. Si la clause WHERE est spécifiée, toutes les lignes qui ne satisfont pas les conditions sont éliminées de l'affichage. (Voir la section intitulée « Clause WHERE » ci-dessous.)
4. Si la clause GROUP BY est spécifiée or if there are aggregate function calls, l'affichage est divisé en groupes de lignes qui correspondent à une ou plusieurs valeurs, et aux résultats des fonctions d'agrégat calculés. Si la clause HAVING est présente, elle élimine les groupes qui ne satisfont pas la condition donnée. (Voir la section intitulée « Clause GROUP BY » et la section intitulée « Clause HAVING » ci-dessous.)
5. Les lignes retournées sont traitées en utilisant les expressions de sortie de **SELECT** pour chaque ligne ou groupe de ligne sélectionné. (Voir la section intitulée « Liste SELECT » ci-dessous.)
6. **SELECT DISTINCT** élimine du résultat les lignes en double. **SELECT DISTINCT ON** élimine les lignes qui correspondent sur toute l'expression spécifiée. **SELECT ALL** (l'option par défaut) retourne toutes les lignes, y compris les doublons. (cf. la section intitulée « DISTINCT Clause » ci-dessous.)
7. En utilisant les opérateurs UNION, INTERSECT et EXCEPT, l'affichage de plusieurs instructions **SELECT** peut être combiné pour former un ensemble unique de résultats. L'opérateur UNION renvoie toutes les lignes qui appartiennent, au moins, à l'un des ensembles de résultats. L'opérateur INTERSECT renvoie toutes les lignes qui sont dans tous les ensembles de résultats. L'opérateur EXCEPT renvoie les lignes qui sont présentes dans le premier ensemble de résultats mais pas dans le deuxième. Dans les trois cas, les lignes dupliquées sont éliminées sauf si ALL est spécifié. Le mot-clé supplémentaire DISTINCT peut être ajouté pour signifier explicitement que les lignes en doublon sont éliminées. Notez bien que DISTINCT est là le comportement par défaut, bien que ALL soit le défaut pour la commande **SELECT**. (Voir la section intitulée « Clause UNION », la section intitulée « Clause INTERSECT » et la section intitulée « Clause EXCEPT » ci-dessous.)
8. Si la clause ORDER BY est spécifiée, les lignes renvoyées sont triées dans l'ordre spécifié. Si ORDER BY n'est pas indiqué, les lignes sont retournées dans l'ordre qui permet la réponse la plus rapide du système. (Voir la section intitulée « Clause ORDER BY » ci-dessous.)
9. Si les clauses LIMIT (ou FETCH FIRST) ou OFFSET sont spécifiées, l'instruction **SELECT** ne renvoie qu'un sous-ensemble de lignes de résultats. (Voir la section intitulée « Clause LIMIT » ci-dessous.)
- 10 Si la clause FOR UPDATE, FOR NO KEY UPDATE, FOR SHARE ou FOR KEY SHARE est spécifiée, l'instruction **SELECT** verrouille les lignes sélectionnées contre les mises à jour concurrentes. (Voir la section intitulée « Clause de verrouillage » ci-dessous.)

Le droit SELECT sur chaque colonne utilisée dans une commande **SELECT** est nécessaire pour lire ses valeurs. L'utilisation de FOR NO KEY UPDATE, FOR UPDATE, FOR SHARE ou FOR KEY SHARE requiert en plus le droit UPDATE (pour au moins une colonne de chaque table sélectionnée).

Paramètres

Clause WITH

La clause WITH vous permet de spécifier une ou plusieurs sous-requêtes qui peuvent être utilisées par leur nom dans la requête principale. Les sous-requêtes se comportent comme des tables temporaires ou des vues pendant la durée d'exécution de la requête principale. Chaque sous-requête peut être un ordre **SELECT**, **TABLE**, **VALUES**, **INSERT**, **UPDATE** ou bien **DELETE**. Lorsque vous écrivez un ordre de modification de données (**INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE**) dans une clause WITH, il est habituel d'inclure une clause RETURNING. C'est la sortie de cette clause RETURNING, et non pas la table sous-jacente que l'ordre modifie, qui donne lieu à la table temporaire lue par la requête principale. Si la clause RETURNING est omise, l'ordre est tout de même exécuté, mais il ne produit pas de sortie ; il ne peut donc pas être référencé comme une table par la requête principale.

Un nom (sans qualification de schéma) doit être spécifié pour chaque requête WITH. En option, une liste de noms de colonnes peut être spécifiée ; si elle est omise, les noms de colonnes sont déduites de la sous-requête.

Si RECURSIVE est spécifié, la sous-requête **SELECT** peut se référencer elle-même. Une sous-requête de ce type doit avoir la forme

```
terme_non_récuratif UNION [ ALL | DISTINCT ] terme_récuratif
```

où l'auto-référence récursive doit apparaître dans la partie droite de l'UNION. Seule une auto-référence récursive est autorisée par requête. Les ordres de modification récursifs ne sont pas supportés, mais vous pouvez utiliser le résultat d'une commande **SELECT** récursive dans un ordre de modification. Voir Section 7.8, « Requêtes WITH (Common Table Expressions) » pour un

exemple.

Un autre effet de RECURSIVE est que les requêtes WITH n'ont pas besoin d'être ordonnées : une requête peut en référencer une autre qui se trouve plus loin dans la liste (toutefois, les références circulaires, ou récursion mutuelle, ne sont pas implémentées). Sans RECURSIVE, les requêtes WITH ne peuvent référencer d'autres requêtes WITH soeurs que si elles sont déclarées avant dans la liste WITH.

Une propriété clé des requêtes WITH est qu'elles ne sont évaluées qu'une seule fois par exécution de la requête principale, même si la requête principale les utilise plus d'une fois. En particulier, vous avez la garantie que les traitements de modification de données sont exécutés une seule et unique fois, que la requête principale lise tout ou partie de leur sortie.

Tout se passe comme si la requête principale et les requêtes WITH étaient toutes exécutées en même temps. Ceci a pour conséquence que les effets d'un ordre de modification dans une clause WITH ne peuvent pas être vus des autres parties de la requête, sauf en lisant la sortie de RETURNING. Si deux de ces ordres de modifications tentent de modifier la même ligne, les résultats sont imprévisibles.

Voir Section 7.8, « Requêtes WITH (*Common Table Expressions*) » pour plus d'informations.

Clause FROM

La clause FROM spécifie une ou plusieurs tables source pour le SELECT. Si plusieurs sources sont spécifiées, le résultat est un produit cartésien (jointure croisée) de toutes les sources. Mais habituellement, des conditions de qualification (via WHERE) sont ajoutées pour restreindre les lignes renvoyées à un petit sous-ensemble du produit cartésien.

La clause FROM peut contenir les éléments suivants :

nom_table

Le nom (éventuellement qualifié par le nom du schéma) d'une table ou vue existante. Si ONLY est spécifié avant le nom de la table, seule cette table est parcourue. Dans le cas contraire, la table et toutes ses tables filles (s'il y en a) sont parcourues. En option, * peut être ajouté après le nom de la table pour indiquer explicitement que les tables filles sont incluses.

alias

Un nom de substitution pour l'élément FROM contenant l'alias. Un alias est utilisé par brièveté ou pour lever toute ambiguïté lors d'auto-jointures (la même table est parcourue plusieurs fois). Quand un alias est fourni, il cache complètement le nom réel de la table ou fonction ; par exemple, avec FROM *truc* AS, le reste du SELECT doit faire référence à cet élément de FROM par f et non pas par *truc*. Si un alias est donné, une liste d'alias de colonnes peut aussi être saisie comme noms de substitution pour différentes colonnes de la table.

TABLESAMPLE *methode_echantillonage* (*argument* [, ...]) [REPEATABLE (*pourcentage_echantillon*)]

Une clause TABLESAMPLE après un *nom_table* indique que la *methode_echantillonage* indiquée doit être utilisée pour récupérer un sous-ensemble des lignes de cette table. Cet échantillonnage précède l'application de tout autre filtre tel que la clause WHERE. La distribution standard de PostgreSQL™ inclut deux méthodes d'échantillonnage, BERNOULLI et SYSTEM mais d'autres méthodes d'échantillonnage peuvent être installées via des extensions.

Les méthodes d'échantillonnage BERNOULLI et SYSTEM acceptent chacune un seul *argument* correspondant à la fraction à échantillonner pour la table, exprimée sous la forme d'un pourcentage entre 0 et 100. Cet argument peut être une expression renvoyant un flottant (real). (D'autres méthodes d'échantillonnage pourraient accepter plus d'arguments ou des arguments différents.) Ces deux méthodes retournent chacune un sous-ensemble choisi au hasard de la table qui contiendra approximativement le pourcentage indiqué de lignes pour cette table. La méthode BERNOULLI parcourt la table complète et sélectionne ou ignore des lignes individuelles indépendamment avec la probabilité sélectionnée. La méthode SYSTEM fait un échantillonnage au niveau des blocs, chaque bloc ayant la chance indiquée d'être sélectionnée ; toutes les lignes de chaque bloc sélectionné sont renvoyées. La méthode SYSTEM est bien plus rapide que la méthode BERNOULLI quand un petit pourcentage est indiqué pour l'échantillonnage mais elle peut renvoyer un échantillon moins aléatoire de la table, dû aux effets de l'ordre des lignes.

La clause optionnelle REPEATABLE indique un nombre *seed* ou une expression à utiliser pour générer des nombres aléatoires pour la méthode d'échantillonnage. La valeur peut être toute valeur flottante non NULL. Deux requêtes précisant la même valeur seed et les mêmes valeurs en *argument* sélectionneront le même échantillon de la table si celle-ci n'a pas changé entre temps. Mais différentes valeurs seed produiront généralement des échantillons différents. Si REPEATABLE n'est pas indiqué, alors un nouvel échantillon est choisi au hasard pour chaque requête, basé sur une graine générée par le système. Notez que certaines méthodes d'échantillonnage supplémentaires pourraient ne pas accepter la clause REPEATABLE, et toujours produire de nouveau échantillon à chaque utilisation.

select

Un sous-SELECT peut apparaître dans la clause FROM. Il agit comme si sa sortie était transformée en table temporaire pour la durée de cette seule commande SELECT. Le sous-SELECT doit être entouré de parenthèses et un alias doit lui être fourni. Une commande VALUES(7) peut aussi être utilisée ici.

requête_with

Une requête WITH est référencée par l'écriture de son nom, exactement comme si le nom de la requête était un nom de table (en fait, la requête WITH cache toutes les tables qui auraient le même nom dans la requête principale. Si nécessaire, vous pouvez accéder à une table réelle du même nom en précisant le schéma du nom de la table). Un alias peut être indiqué de la même façon que pour une table.

nom_fonction

Des appels de fonctions peuvent apparaître dans la clause FROM. (Cela est particulièrement utile pour les fonctions renvoyant des ensembles de résultats, mais n'importe quelle fonction peut être utilisée.) Un appel de fonction agit comme si la sortie de la fonction était créée comme une table temporaire pour la durée de cette seule commande SELECT. Quand la clause optionnelle **WITH ORDINALITY** est ajoutée à l'appel de la fonction, une nouvelle colonne est ajoutée après toutes les colonnes en sortie de la fonction numérotant ainsi chaque ligne.

Un alias peut être fourni de la même façon pour une table. Si un alias de table est donné, une liste d'alias de colonnes peut aussi être écrite pour fournir des noms de substitution pour un ou plusieurs attributs du type composite en retour de la fonction, ceci incluant la colonne ajoutée par ORDINALITY.

Plusieurs appels de fonction peuvent être combinés en un seul élément dans la clause FROM en les entourant de ROWS FROM(...). La sortie d'un tel élément est la concaténation de la première ligne de chaque fonction, puis la deuxième ligne de chaque fonction, etc. Si certaines fonctions produisent moins de lignes que d'autres, des NULL sont ajoutées pour les données manquantes, ce qui permet d'avoir comme nombre de lignes celui de la fonction qui en renvoie le plus.

Si la fonction a été définie comme renvoyant le type de données record, un alias ou le mot clé AS doivent être présents, suivi par une liste de définition de colonnes de la forme (*nom_colonne type_donnée [, ...]*). La liste de définition des colonnes doit correspondre au nombre réel et aux types réels des colonnes renvoyées par la fonction.

Lors de l'utilisation de la syntaxe ROWS FROM(...), si une des fonctions nécessite une liste de définition des colonnes, il est préférable de placer la liste de définition des colonnes après l'appel de la fonction dans ROWS FROM(...). Une liste de définition des colonnes peut être placé après la construction ROWS FROM(...) seulement s'il n'y a qu'une seule fonction et pas de clause WITH ORDINALITY.

Pour utiliser ORDINALITY avec une liste de définition de colonnes, vous devez utiliser la syntaxe ROWS FROM(...) et placer la liste de définition de colonnes dans ROWS FROM(...).

type_jointure

Un des éléments

- [INNER] JOIN
- LEFT [OUTER] JOIN
- RIGHT [OUTER] JOIN
- FULL [OUTER] JOIN
- CROSS JOIN

Pour les types de jointures INNER et OUTER, une condition de jointure doit être spécifiée, à choisir parmi NATURAL, ON *condition_jointure* ou USING (*colonne_jointure [, ...]*). Voir ci-dessous pour la signification. Pour CROSS JOIN, aucune de ces clauses ne doit apparaître.

Une clause JOIN combine deux éléments FROM, que nous allons appeler « tables » par simplicité bien qu'ils puissent être n'importe quel élément utilisable dans une clause FROM. Les parenthèses peuvent être utilisées pour déterminer l'ordre d'imbrication. En l'absence de parenthèses, les JOIN sont imbriqués de gauche à droite. Dans tous les cas, JOIN est plus prioritaire que les virgules séparant les éléments FROM.

CROSS JOIN et INNER JOIN produisent un simple produit cartésien. Le résultat est identique à celui obtenu lorsque les deux tables sont listés au premier niveau du FROM, mais restreint par la condition de jointure (si elle existe). CROSS JOIN est équivalent à INNER JOIN ON (TRUE), c'est-à-dire qu'aucune ligne n'est supprimée par qualification. Ces types de jointure sont essentiellement une aide à la notation car ils ne font rien de plus qu'un simple FROM et WHERE.

LEFT OUTER JOIN renvoie toutes les lignes du produit cartésien qualifié (c'est-à-dire toutes les lignes combinées qui satisfont la condition de jointure), plus une copie de chaque ligne de la table de gauche pour laquelle il n'y a pas de ligne à droite qui satisfasse la condition de jointure. La ligne de gauche est étendue à la largeur complète de la table jointe par insertion de valeurs NULL pour les colonnes de droite. Seule la condition de la clause JOIN est utilisée pour décider des lignes qui correspondent. Les conditions externes sont appliquées après coup.

À l'inverse, RIGHT OUTER JOIN renvoie toutes les lignes jointes plus une ligne pour chaque ligne de droite sans correspondance (complétée par des NULL pour le côté gauche). C'est une simple aide à la notation car il est aisément convertible en

LEFT en inversant les tables gauche et droite.

FULL OUTER JOIN renvoie toutes les lignes jointes, plus chaque ligne gauche sans correspondance (étendue par des NULL à droite), plus chaque ligne droite sans correspondance (étendue par des NULL à gauche).

ON *conditionJointure*

conditionJointure est une expression qui retourne une valeur de type boolean (comme une clause WHERE) qui spécifie les lignes d'une jointure devant correspondre.

USING (*colonneJointure* [, . . .])

Une clause de la forme USING (a, b, . . .) est un raccourci pour ON *table_gauche.a = table_droite.a* AND *table_gauche.b = table_droite.b* De plus, USING implique l'affichage d'une seule paire des colonnes correspondantes dans la sortie de la jointure.

NATURAL

NATURAL est un raccourci pour une liste USING qui mentionne toutes les colonnes de même nom dans les deux tables. USING qui mentionne toutes les colonnes de même nom dans les deux tables. S'il n'y a pas de noms de colonnes communs, NATURAL est équivalent à ON TRUE.

LATERAL

Le mot clé LATERAL peut précéder un élément sous-SELECT de la clause FROM. Ceci permet au sous-SELECT de faire référence aux colonnes des éléments du FROM qui apparaissent avant lui dans la liste FROM. (Sans LATERAL, chaque sous-SELECT est évalué indépendamment et donc ne peut pas faire référence à tout autre élément de la clause FROM.)

LATERAL peut aussi précéder un élément fonction dans la clause FROM mais dans ce cas, ce n'est pas requis car l'expression de la fonction peut faire référence aux éléments du FROM dans tous les cas.

Un élément LATERAL peut apparaître au niveau haut dans la liste FROM ou à l'intérieur d'un arbre JOIN. Dans ce dernier cas, il peut aussi faire référence à tout élément qui se trouvent à la gauche d'un JOIN qui est à sa droite.

Quand un élément du FROM des références LATERAL, l'évaluation se fait ainsi : pour chaque ligne d'un élément FROM fourniissant une colonne référencée ou un ensemble de lignes provenant de plusieurs éléments FROM fournissant les colonnes, l'élément LATERAL est évaluée en utilisant la valeur des colonnes de cette (ou ces) ligne(s). Les lignes résultantes sont jointes comme d'habitude avec les lignes pour lesquelles elles ont été calculées. Ceci est répété pour chaque ligne ou chaque ensemble de lignes provenant de la table contenant les colonnes référencées.

Le(s) table(s) contenant les colonnes référencées doivent être jointes avec INNER ou LEFT à l'élément LATERAL. Sinon il n'y aurait pas un ensemble bien défini de lignes à partir duquel on pourrait construire chaque ensemble de lignes pour l'élément LATERAL. Du coup, bien qu'une construction comme X RIGHT JOIN LATERAL Y est valide syntaxiquement, il n'est pas permis à Y de référencer X.

Clause WHERE

La clause WHERE optionnelle a la forme générale

WHERE *condition*

où *condition* est une expression dont le résultat est de type boolean. Toute ligne qui ne satisfait pas cette condition est éliminée de la sortie. Une ligne satisfait la condition si elle retourne vrai quand les valeurs réelles de la ligne sont substituées à toute référence de variable.

Clause GROUP BY

La clause GROUP BY optionnelle a la forme générale

GROUP BY *elementRegroupement* [, . . .]

GROUP BY condensera en une seule ligne toutes les lignes sélectionnées partageant les mêmes valeurs pour les expressions regroupées. Une *expression* utilisée à l'intérieur d'un *elementRegroupement* peut être un nom de colonne en entrée, ou le nom ou le numéro d'une colonne en sortie (élément de la liste SELECT), ou une expression arbitraire formée à partir des valeurs ou colonnes en entrée. En cas d'ambiguité, un nom GROUP BY sera interprété comme un nom de colonne en entrée plutôt qu'en tant que nom de colonne en sortie.

Si une clause parmi GROUPING SETS, ROLLUP ou CUBE est présente comme élément de regroupement, alors la clause GROUP BY dans sa globalité définit un certain nombre d'*ensembles de regroupement* indépendants. L'effet de ceci est l'équivalent de la construction d'un UNION ALL des sous-requêtes pour chaque ensemble de regroupement individuel avec leur propre clause GROUP BY. Pour plus de détails sur la gestion des ensembles de regroupement, voir Section 7.2.4, « GROUPING SETS, CUBE et

ROLLUP ».

Les fonctions d'agrégat, si utilisées, sont calculées pour toutes les lignes composant un groupe, produisant une valeur séparée pour chaque groupe. (S'il y a des fonctions d'agrégat mais pas de clause GROUP BY, la requête est traitée comme ayant un seul groupe contenant toutes les lignes sélectionnées.) L'ensemble de lignes envoyées à la fonction d'agrégat peut être en plus filtré en ajoutant une clause FILTER lors de l'appel à la fonction d'agrégat ; voir Section 4.2.7, « Expressions d'agrégat » pour plus d'informations. Quand une clause FILTER est présente, seules les lignes correspondant au filtre sont incluses en entrée de cette fonction d'agrégat.

Quand GROUP BY est présent ou que des fonctions d'agrégat sont présentes, les expressions du SELECT ne peuvent faire référence qu'à des colonnes groupées, sauf à l'intérieur de fonctions d'agrégat, ou bien si la colonne non groupée dépend fonctionnellement des colonnes groupées. En effet, s'il en était autrement, il y aurait plus d'une valeur possible pour la colonne non groupée. Une dépendance fonctionnelle existe si les colonnes groupées (ou un sous-ensemble de ces dernières) sont la clé primaire de la table contenant les colonnes non groupées.

Rappelez-vous que toutes les fonctions d'agrégat sont évaluées avant l'évaluation des expressions « scalaires » dans la clause HAVING ou la liste SELECT. Ceci signifie que, par exemple, une expression CASE ne peut pas être utilisée pour ignorer l'évaluation de la fonction d'agrégat ; voir Section 4.2.14, « Règles d'évaluation des expressions ».

Actuellement, FOR NO KEY UPDATE, FOR UPDATE, FOR SHARE et FOR KEY SHARE ne peuvent pas être spécifiées avec GROUP BY.

Clause HAVING

La clause optionnelle HAVING a la forme générale

```
HAVING condition
```

où *condition* est identique à celle spécifiée pour la clause WHERE.

HAVING élimine les lignes groupées qui ne satisfont pas à la condition. HAVING est différent de WHERE : WHERE filtre les lignes individuelles avant l'application de GROUP BY alors que HAVING filtre les lignes groupées créées par GROUP BY. Chaque colonne référencée dans *condition* doit faire référence sans ambiguïté à une colonne groupée, sauf si la référence apparaît dans une fonction d'agrégat ou que les colonnes non groupées sont fonctionnement dépendantes des colonnes groupées.

Même en l'absence de clause GROUP BY, la présence de HAVING transforme une requête en requête groupée. Cela correspond au comportement d'une requête contenant des fonctions d'agrégats mais pas de clause GROUP BY. Les lignes sélectionnées ne forment qu'un groupe, la liste du SELECT et la clause HAVING ne peuvent donc faire référence qu'à des colonnes à l'intérieur de fonctions d'agrégats. Une telle requête ne produira qu'une seule ligne si la condition HAVING est réalisée, aucune dans le cas contraire.

Actuellement, FOR NO KEY UPDATE, FOR UPDATE, FOR SHARE et FOR KEY SHARE ne peuvent pas être spécifiées avec GROUP BY.

Clause WINDOW

La clause optionnelle WINDOW a la forme générale

```
WINDOW nom_window AS ( définition_window ) [ , ... ]
```

où *nom_window* est un nom qui peut être référencé par des clauses OVER ou par des définitions Window, et *définition_window* est

```
[ nom_window_existante ]
[ PARTITION BY expression [ , ... ] ]
[ ORDER BY expression [ ASC | DESC | USING opérateur ] [ NULLS { FIRST | LAST } ] [ ,
... ] ]
[ clause_frame ]
```

Si un *nom_window_existante* est spécifié, il doit se référer à une entrée précédente dans la liste WINDOW ; la nouvelle Window copie sa clause de partitionnement de cette entrée, ainsi que sa clause de tri s'il y en a. Dans ce cas, la nouvelle Window ne peut pas spécifier sa propre clause PARTITION BY, et ne peut spécifier de ORDER BY que si la Window copiée n'en a pas. La nouvelle Window utilise toujours sa propre clause frame ; la Window copiée ne doit pas posséder de clause frame.

Les éléments de la liste PARTITION BY sont interprétés à peu près de la même façon que des éléments de la section intitulée « Clause GROUP BY », sauf qu'ils sont toujours des expressions simples et jamais le nom ou le numéro d'une colonne en sortie.

Une autre différence est que ces expressions peuvent contenir des appels à des fonctions d' agrégat, ce qui n'est pas autorisé dans une clause GROUP BY classique. Ceci est autorisé ici parce que le windowing se produit après le regroupement et l' agrégation.

De façon similaire, les éléments de la liste ORDER BY sont interprétés à peu près de la même façon que les éléments d'un la section intitulée « Clause ORDER BY », sauf que les expressions sont toujours prises comme de simples expressions et jamais comme le nom ou le numéro d'une colonne en sortie.

La clause *clause_frame* optionnelle définit la *frame window* pour les fonctions window qui dépendent de la frame (ce n'est pas le cas de toutes). La frame window est un ensemble de lignes liées à chaque ligne de la requête (appelée la *ligne courante*). La *clause_frame* peut être une des clauses suivantes :

```
{ RANGE | ROWS } début_portée  
{ RANGE | ROWS } BETWEEN début_portée AND fin_portée
```

où *début_frame* et *fin_frame* peuvent valoir

```
UNBOUNDED PRECEDING  
valeur PRECEDING  
CURRENT ROW  
valeur FOLLOWING  
UNBOUNDED FOLLOWING
```

Si *fin_frame* n'est pas précisé, il vaut par défaut CURRENT ROW. Les restrictions sont les suivantes : *début_frame* ne peut pas valoir UNBOUNDED FOLLOWING, *fin_frame* ne peut pas valoir UNBOUNDED PRECEDING, et le choix *fin_frame* ne peut apparaître avant le choix *début_frame* -- par exemple RANGE BETWEEN CURRENT ROW AND valeur PRECEDING n'est pas permis.

L'option par défaut pour la clause frame est RANGE UNBOUNDED PRECEDING, ce qui revient au même que RANGE BETWEEN UNBOUNDED PRECEDING AND CURRENT ROW ; il positionne la frame pour qu'il couvre toutes les lignes à partir du début de la partition jusqu'à la dernière ligne à égalité avec la ligne courante (une ligne que la clause ORDER BY considère équivalente à la ligne actuelle ou à toutes les lignes s'il n'y a pas de clause ORDER BY). Généralement, UNBOUNDED PRECEDING signifie que la frame commence à la première ligne de la partition, et de même UNBOUNDED FOLLOWING signifie que la frame se termine avec la dernière ligne de la partition (quel que soit le mode, RANGE ou bien ROWS). Dans le mode ROWS, CURRENT ROW signifie que la frame commence ou se termine sur la ligne courante ; mais dans le mode RANGE cela signifie que la frame débute ou se termine sur la première ou la dernière des lignes à égalité avec la ligne courante dans l'ordre de la clause ORDER BY. Les *valeur PRECEDING* et *valeur FOLLOWING* sont actuellement seulement permis en mode ROWS. Ils indiquent que la frame débute ou se termine autant de lignes avant ou après la ligne courante. *valeur* doit être une expression entière, ne contenant aucune variable, fonction d' agrégat ni fonction window. La valeur ne doit être ni null ni négative ; mais elle peut être de zéro, ce qui sélectionne la ligne courante elle-même.

Attention, les options ROWS peuvent produire des résultats imprévisibles si l'ordre défini par l' ORDER BY n'ordonne pas les lignes de manière unique. Les options RANGE sont conçues pour s'assurer que les lignes qui sont à égalité suivant l'ordre de l' ORDER BY sont traitées de la même manière ; toutes les lignes à égalité seront ensemble dans la frame ou ensemble hors de la frame.

L'utilité d'une clause WINDOW est de spécifier le comportement des *fonctions window* apparaissant dans la clause la section intitulée « Liste SELECT » ou la clause la section intitulée « Clause ORDER BY » de la requête. Ces fonctions peuvent référencer les entrées de clauses WINDOW par nom dans leurs clauses OVER. Toutefois, il n'est pas obligatoire qu'une entrée de clause WINDOW soit référencée quelque part ; si elle n'est pas utilisée dans la requête, elle est simplement ignorée. Il est possible d'utiliser des fonctions window sans aucune clause WINDOW puisqu'une fonction window peut spécifier sa propre définition de window directement dans sa clause OVER. Toutefois, la clause WINDOW économise de la saisie quand la même définition window est utilisée pour plus d'une fonction window.

Actuellement, FOR NO KEY UPDATE, FOR UPDATE, FOR SHARE et FOR KEY SHARE ne peuvent pas être spécifiées avec GROUP BY.

Les fonctions window sont décrites en détail dans Section 3.5, « Fonctions de fenêtrage », Section 4.2.8, « Appels de fonction de fenêtrage » et Section 7.2.5, « Traitement de fonctions Window ».

Liste SELECT

La liste **SELECT** (entre les mots clés **SELECT** et **FROM**) spécifie les expressions qui forment les lignes en sortie de l'instruction **SELECT**. Il se peut que les expressions fassent référence aux colonnes traitées dans la clause **FROM**. En fait, en général, elles le font.

Comme pour une table, chaque colonne de sortie d'un **SELECT** a un nom. Dans un **SELECT** simple, ce nom est juste utilisé pour

donner un titre à la colonne pour l'affichage, mais quand le **SELECT** est une sous-requête d'une requête plus grande, le nom est vu par la grande requête comme le nom de colonne de la table virtuelle produite par la sous-requête. Pour indiquer le nom à utiliser pour une colonne de sortie, écrivez AS *nom_de_sortie* après l'expression de la colonne. (Vous pouvez omettre AS seulement si le nom de colonne souhaité n'est pas un mot clé réservé par PostgreSQL™ (voir Annexe C, Mots-clé SQL). Pour vous protéger contre l'ajout futur d'un mot clé, il est recommandé que vous écriviez toujours AS ou que vous mettiez le nom de sortie entre guillemets. Si vous n'indiquez pas de nom de colonne, un nom est choisi automatiquement par PostgreSQL™. Si l'expression de la colonne est une simple référence à une colonne alors le nom choisi est le même que le nom de la colonne. Dans les cas plus complexes, un nom de fonction ou de type peut être utilisé, ou le système peut opter pour un nom généré automatiquement tel que ?column?.

Un nom de colonne de sortie peut être utilisé pour se référer à la valeur de la colonne dans les clauses ORDER BY et GROUP BY, mais pas dans la clause WHERE ou HAVING ; à cet endroit, vous devez écrire l'expression.

* peut être utilisé, à la place d'une expression, dans la liste de sortie comme raccourci pour toutes les colonnes des lignes sélectionnées. De plus, *nom_table*. * peut être écrit comme raccourci pour toutes les colonnes de cette table. Dans ces cas, il est impossible de spécifier de nouveaux noms avec AS ; les noms des colonnes de sorties seront les mêmes que ceux de la table.

Suivant le standard SQL, les expressions dans la liste en sortie doivent être calculées avant d'appliquer les clauses DISTINCT, ORDER BY et LIMIT. Ceci est évidemment nécessaire lors de l'utilisation de DISTINCT car, dans le cas contraire, il est difficile de distinguer les valeurs. Néanmoins, dans de nombreux cas, il est plus intéressant que les expressions en sortie soient calculées après les clauses ORDER BY et LIMIT, tout particulièrement si la liste en sortie contient des fonctions volatiles ou coûteuses. Avec ce comportement, l'ordre d'évaluation des fonctions est plus intuitive et il n'y aurait pas d'évaluations correspondant aux lignes n'apparaissant pas en sortie. PostgreSQL™ évaluera réellement les expressions en sortie après le tri et la limite, si tant est que ces expressions ne sont pas référencées dans les clauses DISTINCT, ORDER BY et GROUP BY. (En contre-exemple, SELECT f(x) FROM tab ORDER BY 1 doit forcément évaluer f(x) avant de réaliser le tri.) Les expressions en sortie contenant des fonctions renvoyant plusieurs lignes sont réellement évaluées après le tri et avant l'application de la limite, pour que LIMIT permette d'éviter l'exécution inutile de la fonction.



Note

Les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 9.6 ne fournissaient pas de garantie sur la durée de l'évaluation des expressions en sortie par rapport aux tris et aux limites. Cela dépendait de la forme du plan d'exécution sélectionné.

DISTINCT Clause

Si SELECT DISTINCT est spécifié, toutes les lignes en double sont supprimées de l'ensemble de résultats (une ligne est conservée pour chaque groupe de doublons). SELECT ALL spécifie le contraire : toutes les lignes sont conservées. C'est l'option par défaut.

SELECT DISTINCT ON (*expression* [, ...]) conserve seulement la première ligne de chaque ensemble de lignes pour lesquelles le résultat de l'expression est identique. Les expressions DISTINCT ON sont interprétées avec les mêmes règles que pour ORDER BY (voir ci-dessous). Notez que la « première ligne » de chaque ensemble est imprévisible, à moins que la clause ORDER BY ne soit utilisée, assurant ainsi que la ligne souhaitée apparaisse en premier. Par exemple :

```
SELECT DISTINCT ON (lieu) lieu, heure, rapport
  FROM rapport_météo
  ORDER BY lieu, heure DESC;
```

renvoie le rapport météo le plus récent de chaque endroit. Mais si nous n'avions pas utilisé ORDER BY afin de forcer le tri du temps dans le sens descendant des temps pour chaque endroit, nous aurions récupéré, pour chaque lieu, n'importe quel bulletin de ce lieu.

La (ou les) expression(s) DISTINCT ON doivent correspondre à l'expression (ou aux expressions) ORDER BY la(les) plus à gauche. La clause ORDER BY contient habituellement des expressions supplémentaires qui déterminent l'ordre des lignes au sein de chaque groupe DISTINCT ON.

Actuellement, FOR NO KEY UPDATE, FOR UPDATE, FOR SHARE et FOR KEY SHARE ne peuvent pas être spécifiées avec DISTINCT.

Clause UNION

La clause UNION a la forme générale :

```
instruction_select UNION [ ALL | DISTINCT ] instruction_select
```

instruction_select est une instruction **SELECT** sans clause ORDER BY, LIMIT, FOR SHARE ou FOR UPDATE. (ORDER BY et LIMIT peuvent être attachés à une sous-expression si elle est entourée de parenthèses. Sans parenthèses, ces clauses s'appliquent au résultat de l'UNION, non à l'expression à sa droite.)

L'opérateur UNION calcule l'union ensembliste des lignes renvoyées par les instructions **SELECT** impliquées. Une ligne est dans l'union de deux ensembles de résultats si elle apparaît dans au moins un des ensembles. Les deux instructions **SELECT** qui représentent les opérandes directes de l'UNION doivent produire le même nombre de colonnes et les colonnes correspondantes doivent être d'un type de données compatible.

Sauf lorsque l'option ALL est spécifiée, il n'y a pas de doublons dans le résultat de UNION. ALL empêche l'élimination des lignes dupliquées. UNION ALL est donc significativement plus rapide qu'UNION, et sera préféré. DISTINCT peut éventuellement être ajouté pour préciser explicitement le comportement par défaut : l'élimination des lignes en double.

Si une instruction **SELECT** contient plusieurs opérateurs UNION, ils sont évalués de gauche à droite, sauf si l'utilisation de parenthèses impose un comportement différent.

Actuellement, FOR NO KEY UPDATE, FOR UPDATE, FOR SHARE et FOR KEY SHARE ne peuvent pas être spécifiés pour un résultat d'UNION ou pour toute entrée d'un UNION.

Clause INTERSECT

La clause INTERSECT a la forme générale :

```
instruction_select INTERSECT [ ALL | DISTINCT ] instruction_select
```

instruction_select est une instruction **SELECT** sans clause ORDER BY, LIMIT, FOR NO KEY UPDATE, FOR UPDATE, FOR SHARE ou FOR KEY SHARE.

L'opérateur INTERSECT calcule l'intersection des lignes renvoyées par les instructions **SELECT** impliquées. Une ligne est dans l'intersection des deux ensembles de résultats si elle apparaît dans chacun des deux ensembles.

Le résultat d'INTERSECT ne contient aucune ligne dupliquée sauf si l'option ALL est spécifiée. Dans ce cas, une ligne dupliquée m fois dans la table gauche et n fois dans la table droite apparaît $\min(m,n)$ fois dans l'ensemble de résultats. DISTINCT peut éventuellement être ajouté pour préciser explicitement le comportement par défaut : l'élimination des lignes en double.

Si une instruction **SELECT** contient plusieurs opérateurs INTERSECT, ils sont évalués de gauche à droite, sauf si l'utilisation de parenthèses impose un comportement différent. INTERSECT a une priorité supérieur à celle d'UNION. C'est-à-dire que A UNION B INTERSECT C est lu comme A UNION (B INTERSECT C).

Actuellement, FOR NO KEY UPDATE, FOR UPDATE, FOR SHARE et FOR KEY SHARE ne peuvent pas être spécifiés pour un résultat d'INTERSECT ou pour une entrée d'INTERSECT.

Clause EXCEPT

La clause EXCEPT a la forme générale :

```
instruction_select EXCEPT [ ALL | DISTINCT ] instruction_select
```

instruction_select est une instruction **SELECT** sans clause ORDER BY, LIMIT, FOR NO KEY UPDATE, FOR UPDATE, FOR SHARE ou FOR KEY SHARE.

L'opérateur EXCEPT calcule l'ensemble de lignes qui appartiennent au résultat de l'instruction **SELECT** de gauche mais pas à celui de droite.

Le résultat d'EXCEPT ne contient aucune ligne dupliquée sauf si l'option ALL est spécifiée. Dans ce cas, une ligne dupliquée m fois dans la table gauche et n fois dans la table droite apparaît $\max(m-n,0)$ fois dans l'ensemble de résultats. DISTINCT peut éventuellement être ajouté pour préciser explicitement le comportement par défaut : l'élimination des lignes en double.

Si une instruction **SELECT** contient plusieurs opérateurs EXCEPT, ils sont évalués de gauche à droite, sauf si l'utilisation de parenthèses impose un comportement différent. EXCEPT a la même priorité qu'UNION.

Actuellement, FOR NO KEY UPDATE, FOR UPDATE, FOR SHARE et FOR KEY SHARE ne peuvent pas être spécifiés dans un résultat EXCEPT ou pour une entrée d'un EXCEPT.

Clause ORDER BY

La clause optionnelle ORDER BY a la forme générale :

```
ORDER BY expression [ ASC | DESC | USING opérateur ] [ NULLS { FIRST | LAST } ] [ , ... ]
```

La clause ORDER BY impose le tri des lignes de résultat suivant les expressions spécifiées. Si deux lignes sont identiques suivant l'expression la plus à gauche, elles sont comparées avec l'expression suivante et ainsi de suite. Si elles sont identiques pour toutes les expressions de tri, elles sont renvoyées dans un ordre dépendant de l'implantation.

Chaque *expression* peut être le nom ou le numéro ordinal d'une colonne en sortie (élément de la liste SELECT). Elle peut aussi être une expression arbitraire formée à partir de valeurs des colonnes.

Le numéro ordinal fait référence à la position ordinale (de gauche à droite) de la colonne de résultat. Cette fonctionnalité permet de définir un ordre sur la base d'une colonne dont le nom n'est pas unique. Ce n'est pas particulièrement nécessaire parce qu'il est toujours possible d'affecter un nom à une colonne de résultat avec la clause AS.

Il est aussi possible d'utiliser des expressions quelconques dans la clause ORDER BY, ce qui inclut des colonnes qui n'apparaissent pas dans la liste résultat du SELECT. Ainsi, l'instruction suivante est valide :

```
SELECT nom FROM distributeurs ORDER BY code;
```

Il y a toutefois une limitation à cette fonctionnalité. La clause ORDER BY qui s'applique au résultat d'une clause UNION, INTERSECT ou EXCEPT ne peut spécifier qu'un nom ou numéro de colonne en sortie, pas une expression.

Si une expression ORDER BY est un nom qui correspond à la fois à celui d'une colonne résultat et à celui d'une colonne en entrée, ORDER BY l'interprète comme le nom de la colonne résultat. Ce comportement est à l'opposé de celui de GROUP BY dans la même situation. Cette incohérence est imposée par la compatibilité avec le standard SQL.

Un mot clé ASC (ascendant) ou DESC (descendant) peut être ajouté après toute expression de la clause ORDER BY. ASC est la valeur utilisée par défaut. Un nom d'opérateur d'ordre spécifique peut également être fourni dans la clause USING. Un opérateur de tri doit être un membre plus-petit-que ou plus-grand-que de certaines familles d'opérateur B-tree. ASC est habituellement équivalent à USING < et DESC à USING >. Le créateur d'un type de données utilisateur peut définir à sa guise le tri par défaut qui peut alors correspondre à des opérateurs de nom différent.

Si NULLS LAST est indiqué, les valeurs NULL sont listées après toutes les valeurs non NULL si NULLS FIRST est indiqué, les valeurs NULL apparaissent avant toutes les valeurs non NULL. Si aucune des deux n'est présente, le comportement par défaut est NULLS LAST quand ASC est utilisé (de façon explicite ou non) et NULLS FIRST quand DESC est utilisé (donc la valeur par défaut est d'agir comme si les NULL étaient plus grands que les non NULL). Quand USING est indiqué, le tri des NULL par défaut dépend du fait que l'opérateur est un plus-petit-que ou un plus-grand-que.

Notez que les options de tri s'appliquent seulement à l'expression qu'elles suivent. Par exemple, ORDER BY x, y DESC ne signifie pas la même chose que ORDER BY x DESC, y DESC.

Les chaînes de caractères sont triées suivant le collationnement qui s'applique à la colonne triée. Ce collationnement est surchargeable si nécessaire en ajoutant une clause COLLATE dans l'*expression*, par exemple ORDER BY mycolumn COLLATE "en_US". Pour plus d'informations, voir Section 4.2.10, « Expressions de collationnement » et Section 23.2, « Support des collations ».

Clause LIMIT

La clause LIMIT est constituée de deux sous-clauses indépendantes :

```
LIMIT { nombre | ALL }
OFFSET début
```

nombre spécifie le nombre maximum de lignes à renvoyer alors que *début* spécifie le nombre de lignes à passer avant de commencer à renvoyer des lignes. Lorsque les deux clauses sont spécifiées, *début* lignes sont passées avant de commencer à compter les *nombre* lignes à renvoyer.

Si l'expression de *compte* est évaluée à NULL, il est traité comme LIMIT ALL, c'est-à-dire sans limite. Si *début* est évalué à NULL, il est traité comme OFFSET 0.

SQL:2008 a introduit une syntaxe différente pour obtenir le même résultat. PostgreSQL™ supporte aussi cette syntaxe.

```
OFFSET début { ROW | ROWS }
FETCH { FIRST | NEXT } [ compte ] { ROW | ROWS } ONLY
```

Avec cette syntaxe, pour écrire tout sauf une simple constante de type entier pour *début* ou *compte*, vous devez l'entourer de parenthèses. Si *compte* est omis dans une clause FETCH, il vaut 1 par défaut. ROW et ROWS ainsi que FIRST et NEXT sont des mots qui n'influencent pas les effets de ces clauses. D'après le standard, la clause OFFSET doit venir avant la clause FETCH si les deux sont présentes ; PostgreSQL™ est plus laxiste et autorise un ordre différent.

Avec LIMIT, utiliser la clause ORDER BY permet de contraindre l'ordre des lignes de résultat. Dans le cas contraire, le sous-

ensemble obtenu n'est pas prévisible -- rien ne permet de savoir à quel ordre correspondent les lignes retournées. Celui-ci ne sera pas connu tant qu'ORDER BY n'aura pas été précisé.

Lors de la génération d'un plan de requête, le planificateur tient compte de LIMIT. Le risque est donc grand d'obtenir des plans qui diffèrent (ordres des lignes différents) suivant les valeurs utilisées pour LIMIT et OFFSET. Ainsi, sélectionner des sous-ensembles différents d'un résultat à partir de valeurs différentes de LIMIT/OFFSET aboutit à des résultats incohérents à moins d'avoir figé l'ordre des lignes à l'aide de la clause ORDER BY. Ce n'est pas un bogue, mais une conséquence du fait que SQL n'assure pas l'ordre de présentation des résultats sans utilisation d'une clause ORDER BY.

Il est même possible pour des exécutions répétées de la même requête LIMIT de renvoyer différents sous-ensembles des lignes d'une table s'il n'y a pas de clause ORDER BY pour forcer la sélection d'un sous-ensemble déterministe. Encore une fois, ce n'est pas un bogue ; le déterminisme des résultats n'est tout simplement pas garanti dans un tel cas.

Clause de verrouillage

FOR UPDATE, FOR NO KEY UPDATE, FOR SHARE et FOR KEY SHARE sont des *clauses de verrouillage*. Elles affectent la façon dont SELECT verrouille les lignes au moment de leur obtention sur la table.

La clause de verrouillage a la forme suivante :

```
FOR force_verrou [ OF nom_table [, ...] ] [ NOWAIT | SKIP LOCKED ]
```

où *force_verrou* fait partie de :

```
UPDATE  
NO KEY UPDATE  
SHARE  
KEY SHARE
```

Pour plus d'informations sur chaque mode de verrouillage au niveau ligne, voir Section 13.3.2, « Verrous au niveau ligne ».

Pour éviter que l'opération attende la validation d'autres transactions, utilisez soit l'option NOWAIT soit l'option SKIP LOCKED. Avec NOWAIT, l'instruction renvoie une erreur, plutôt que de rester en attente, si une ligne sélectionnée ne peut pas être immédiatement verrouillée. Avec SKIP LOCKED, toute ligne sélectionnée qui ne peut pas être immédiatement verrouillée est ignorée. Ignorer les lignes verrouillées fournit une vue incohérente des données, donc ce n'est pas acceptable dans un cadre général, mais ça peut être utilisé pour éviter les contentions de verrou lorsque plusieurs consommateurs cherchent à accéder à une table de style queue. Notez que NOWAIT et SKIP LOCKED s'appliquent seulement au(x) verrou(x) niveau ligne -- le verrou niveau table ROW SHARE est toujours pris de façon ordinaire (voir Chapitre 13, Contrôle d'accès simultané). L'option NOWAIT de LOCK(7) peut toujours être utilisée pour acquérir le verrou niveau table sans attendre.

Si des tables particulières sont nommées dans une clause de verrouillage, alors seules les lignes provenant de ces tables sont verrouillées ; toute autre table utilisée dans le **SELECT** est simplement lue. Une clause de verrouillage sans liste de tables affecte toutes les tables utilisées dans l'instruction. Si une clause de verrouillage est appliquée à une vue ou à une sous-requête, cela affecte toutes les tables utilisées dans la vue ou la sous-requête. Néanmoins, ces clauses ne s'appliquent pas aux requêtes WITH référencées par la clé primaire. Si vous voulez qu'un verrouillage de lignes intervienne dans une requête WITH, spécifiez une clause de verrouillage à l'intérieur de la requête WITH.

Plusieurs clauses de verrouillage peuvent être données si il est nécessaire de spécifier différents comportements de verrouillage pour différentes tables. Si la même table est mentionnée (ou affectée implicitement) par plus d'une clause de verrouillage, alors elle est traitée comme la clause la plus forte. De façon similaire, une table est traitée avec NOWAIT si c'est spécifiée sur au moins une des clauses qui l'affectent. Sinon, il est traité comme SKIP LOCKED si c'est indiqué dans une des clauses qui l'affectent.

Les clauses de verrouillage nécessitent que chaque ligne retournée soit clairement identifiable par une ligne individuelle d'une table ; ces options ne peuvent, par exemple, pas être utilisées avec des fonctions d'agrégats.

Quand une clause de verrouillage apparaissent au niveau le plus élevé d'une requête **SELECT**, les lignes verrouillées sont exactement celles qui sont renvoyées par la requête ; dans le cas d'une requête avec jointure, les lignes verrouillées sont celles qui contribuent aux lignes jointes renvoyées. De plus, les lignes qui ont satisfait aux conditions de la requête au moment de la prise de son instantané sont verrouillées, bien qu'elles ne seront pas retournées si elles ont été modifiées après la prise du snapshot et ne satisfont plus les conditions de la requête. Si LIMIT est utilisé, le verrouillage cesse une fois que suffisamment de lignes ont été renvoyées pour satisfaire la limite (mais notez que les lignes ignorées à cause de la clause OFFSET seront verrouillées). De la même manière, si une clause de verrouillage est utilisé pour la requête d'un curseur, seules les lignes réellement récupérées ou parcourues par le curseur seront verrouillées.

Si une clause de verrouillage apparaît dans un sous-**SELECT**, les lignes verrouillées sont celles renvoyées par la sous-requête à la requête externe. Cela peut concerner moins de lignes que l'étude de la sous-requête seule pourrait faire penser, parce que les condi-

tions de la requête externe peuvent être utilisées pour optimiser l'exécution de la sous-requête. Par exemple,

```
SELECT * FROM (SELECT * FROM mytable FOR UPDATE) ss WHERE col1 = 5;
```

verrouillera uniquement les lignes pour lesquelles `col1 = 5`, même si cette condition n'est pas écrite dans la sous-requête.

Les anciennes versions échouaient à préserver un verrou qui est mis à jour par un point de sauvegarde ultérieur. Par exemple, ce code :

```
BEGIN;
SELECT * FROM ma_table WHERE cle = 1 FOR UPDATE;
SAVEPOINT s;
UPDATE ma_table SET ... WHERE cle = 1;
ROLLBACK TO s;
```

va échouer à conserver le verrou `FOR UPDATE` après la commande **ROLLBACK TO**. Ceci a été corrigé en 9.3.



Attention

Il est possible qu'une commande **SELECT** exécutée au niveau d'isolation `READ COMMITTED` et utilisant `ORDER BY` et une clause de verrouillage renvoie les lignes dans le désordre. C'est possible car l'`ORDER BY` est appliqué en premier. La commande trie le résultat, mais peut alors être bloquée le temps d'obtenir un verrou sur une ou plusieurs des lignes. Une fois que le **SELECT** est débloqué, des valeurs sur la colonne qui sert à ordonner peuvent avoir été modifiées, ce qui entraîne ces lignes apparaissant dans le désordre (bien qu'elles soient dans l'ordre par rapport aux valeurs d'origine de ces colonnes). Ceci peut être contourné si besoin en plaçant la clause `FOR UPDATE/SHARE` dans une sous-requête, par exemple

```
SELECT * FROM (SELECT * FROM matable FOR UPDATE) ss ORDER BY column1;
```

Notez que cela entraîne le verrouillage de toutes les lignes de `matable`, alors que `FOR UPDATE` au niveau supérieur verrouillerait seulement les lignes réellement renvoyées. Cela peut causer une différence de performance significative, en particulier si l'`ORDER BY` est combiné avec `LIMIT` ou d'autres restrictions. Cette technique est donc recommandée uniquement si vous attendez à des mises à jour concurrentes sur les colonnes servant à l'ordonnancement et qu'un résultat strictement ordonné est requis.

Au niveau d'isolation de transactions `REPEATABLE READ` et `SERIALIZABLE`, cela causera une erreur de sérialisation (avec un SQLSTATE valant '`40001`'), donc il n'est pas possible de recevoir des lignes non triées avec ces niveaux d'isolation.

Commande TABLE

La commande

```
TABLE nom
```

est équivalente à

```
SELECT * FROM nom
```

Elle peut être utilisée comme commande principale d'une requête, ou bien comme une variante syntaxique permettant de gagner de la place dans des parties de requêtes complexes. Seuls les clauses de verrou de `WITH`, `UNION`, `INTERSECT`, `EXCEPT`, `ORDER BY`, `LIMIT`, `OFFSET`, `FETCH` et `FOR` peuvent être utilisées avec **TABLE** ; la clause `WHERE` et toute forme d'agrégation ne peuvent pas être utilisées.

Exemples

Joindre la table `films` avec la table `distributeurs` :

```
SELECT f.titre, f.did, d.nom, f.date_prod, f.genre
  FROM distributeurs d, films f
 WHERE f.did = d.did
```

SELECT

titre	did	nom	date_prod	genre
The Third Man	101	British Lion	1949-12-23	Drame
The African Queen	101	British Lion	1951-08-11	Romantique
...				

Additionner la colonne longueur de tous les films, grouper les résultats par genre :

```
SELECT genre, sum(longueur) AS total FROM films GROUP BY genre;
```

genre	total
Action	07:34
Comédie	02:58
Drame	14:28
Musical	06:42
Romantique	04:38

Additionner la colonne longueur de tous les films, grouper les résultats par genre et afficher les groupes dont les totaux font moins de cinq heures :

```
SELECT genre, sum(longueur) AS total
      FROM films
      GROUP BY genre
     HAVING sum(longueur) < interval '5 hours';
```

genre	total
Comedie	02:58
Romantique	04:38

Les deux exemples suivants représentent des façons identiques de trier les résultats individuels en fonction du contenu de la deuxième colonne (nom) :

```
SELECT * FROM distributeurs ORDER BY nom;
SELECT * FROM distributeurs ORDER BY 2;
```

did	nom
109	20th Century Fox
110	Bavaria Atelier
101	British Lion
107	Columbia
102	Jean Luc Godard
113	Luso films
104	Mosfilm
103	Paramount
106	Toho
105	United Artists
111	Walt Disney
112	Warner Bros.
108	Westward

L'exemple suivant présente l'union des tables `distributeurs` et `acteurs`, restreignant les résultats à ceux de chaque table dont la première lettre est un W. Le mot clé ALL est omis, ce qui permet de n'afficher que les lignes distinctes.

```
distributeurs:          acteurs:
did | nom                id | nom
-----+-----+
108 | Westward            1  | Woody Allen
111 | Walt Disney         2  | Warren Beatty
112 | Warner Bros.        3  | Walter Matthau
...                         ...
```

```

SELECT distributeurs.nom
  FROM distributeurs
 WHERE distributeurs.nom LIKE 'W%'
UNION
SELECT acteurs.nom
  FROM acteurs
 WHERE acteurs.nom LIKE 'W%';

      nom
-----
Walt Disney
Walter Matthau
Warner Bros.
Warren Beatty
Westward
Woody Allen

```

L'exemple suivant présente l'utilisation d'une fonction dans la clause FROM, avec et sans liste de définition de colonnes :

```

CREATE FUNCTION distributeurs(int) RETURNS SETOF distributeurs AS $$ 
    SELECT * FROM distributeurs WHERE did = $1;
$$ LANGUAGE SQL;

SELECT * FROM distributeurs(111);
 did |   name
-----+-----
 111 | Walt Disney

CREATE FUNCTION distributeurs_2(int) RETURNS SETOF record AS $$ 
    SELECT * FROM distributeurs WHERE did = $1;
$$ LANGUAGE SQL;

SELECT * FROM distributeurs_2(111) AS (f1 int, f2 text);
 f1 |   f2
-----+-----
 111 | Walt Disney

```

Voici un exemple d'une fonction avec la colonne ordinality :

```

SELECT * FROM unnest(ARRAY['a','b','c','d','e','f']) WITH ORDINALITY;
 unnest | ordinality
-----+-----
 a      | 1
 b      | 2
 c      | 3
 d      | 4
 e      | 5
 f      | 6
(6 rows)

```

Cet exemple montre comment utiliser une clause WITH simple:

```

WITH t AS (
    SELECT random() as x FROM generate_series(1, 3)
 )
SELECT * FROM t
UNION ALL
SELECT * FROM t

      x
-----
0.534150459803641
0.520092216785997
0.0735620250925422
0.534150459803641

```

```
0.520092216785997
0.0735620250925422
```

Notez que la requête WITH n'a été évaluée qu'une seule fois, ce qui fait qu'on a deux jeux contenant les mêmes trois valeurs.

Cet exemple utilise WITH RECURSIVE pour trouver tous les subordonnés (directs ou indirects) de l'employée Marie, et leur niveau de subordination, à partir d'une table qui ne donne que les subordonnés directs :

```
WITH RECURSIVE recursion_employees(distance, nom_employe, nom_manager) AS (
    SELECT 1, nom_employe, nom_manager
    FROM employe
    WHERE nom_manager = 'Marie'
  UNION ALL
    SELECT er.distance + 1, e.nom_employe, e.nom_manager
    FROM recursion_employees er, employe e
    WHERE er.nom_employe = e.nom_manager
)
SELECT distance, nom_employe FROM recursion_employees;
```

Notez la forme typique des requêtes récursives : une condition initiale, suivie par UNION, suivis par la partie récursive de la requête. Assurez-vous que la partie récursive de la requête finira par ne plus retourner d'enregistrement, sinon la requête bouclera indéfiniment (Voir Section 7.8, « Requêtes WITH (Common Table Expressions) » pour plus d'exemples).

Cet exemple utilise LATERAL pour appliquer une fonction renvoyant des lignes, `recupere_nom_produits()`, pour chaque ligne de la table manufacturiers :

```
SELECT m.nom AS mnom, pnom
FROM manufacturiers m, LATERAL recuperer_nom_produits(m.id) pnom;
```

Les manufacturiers qui n'ont pas encore de produits n'apparaîtront pas dans le résultat car la jointure est interne. Si vous voulez inclure les noms de ces manufacturiers, la requête doit être écrite ainsi :

```
SELECT m.name AS mnom, pnom
FROM manufacturiers m LEFT JOIN LATERAL recuperer_nom_produits(m.id) pnom ON true;
```

Compatibilité

L'instruction **SELECT** est évidemment compatible avec le standard SQL. Mais il y a des extensions et quelques fonctionnalités manquantes.

Clauses FROM omises

PostgreSQL™ autorise l'omission de la clause FROM. Cela permet par exemple de calculer le résultat d'expressions simples :

```
SELECT 2+2;
?column?
-----
4
```

D'autres bases de données SQL interdisent ce comportement, sauf à introduire une table virtuelle d'une seule ligne sur laquelle exécuter la commande **SELECT**.

S'il n'y a pas de clause FROM, la requête ne peut pas référencer les tables de la base de données. La requête suivante est, ainsi, invalide :

```
SELECT distributors.* WHERE distributors.name = 'Westward';
```

Les versions antérieures à PostgreSQL™ 8.1 acceptaient les requêtes de cette forme en ajoutant une entrée implicite à la clause FROM pour chaque table référencée. Ce n'est plus autorisé.

Listes SELECT vides

La liste des expressions en sortie après SELECT peut être vide, produisant ainsi une table de résultats à zéro colonne. Ceci n'est pas une syntaxe valide suivant le standard SQL. PostgreSQL™ l'autorise pour être cohérent avec le fait qu'il accepte des tables à zéro colonne. Néanmoins, une liste vide n'est pas autorisé quand un DISTINCT est utilisé.

Omettre le mot clé AS

Dans le standard SQL, le mot clé AS peut être omis devant une colonne de sortie à partir du moment où le nouveau nom de colonne est un nom valide de colonne (c'est-à-dire, différent d'un mot clé réservé). PostgreSQL™ est légèrement plus restrictif : AS est nécessaire si le nouveau nom de colonne est un mot clé quel qu'il soit, réservé ou non. Il est recommandé d'utiliser AS ou des colonnes de sortie entourées de guillemets, pour éviter tout risque de conflit en cas d'ajout futur de mot clé.

Dans les éléments de FROM, le standard et PostgreSQL™ permettent que AS soit omis avant un alias qui n'est pas un mot clé réservé. Mais c'est peu pratique pour les noms de colonnes, à causes d'ambiguïtés syntaxiques.

ONLY et l'héritage

Le standard SQL impose des parenthèses autour du nom de table après la clause ONLY, comme dans `SELECT * FROM ONLY (tab1), ONLY (tab2) WHERE ...`. PostgreSQL™ considère les parenthèses comme étant optionnelles.

PostgreSQL™ autorise une * en fin pour indiquer explicitement le comportement opposé de la clause ONLY (donc inclure les tables filles). Le standard ne le permet pas.

(Ces points s'appliquent de la même façon à toutes les commandes SQL supportant l'option ONLY.)

Restrictions de la clause TABLESAMPLE

La clause TABLESAMPLE est actuellement seulement acceptée pour les tables standards et les vues matérialisées. D'après le standard SQL, il devrait être possible de l'appliquer à tout élément faisant partie de la clause FROM.

Appels de fonction dans la clause FROM

PostgreSQL™ autorise un appel de fonction dans la liste FROM. Pour le standard SQL, il serait nécessaire de placer cet appel de fonction dans un sous-SELECT ; autrement dit, la syntaxe `FROM fonc(...) alias` est à peu près équivalente à `FROM LATERAL (SELECT fonc(...)) alias`. Notez que LATERAL est considéré comme étant implicite ; ceci est dû au fait que le standard réclame la sémantique de LATERAL pour un élément UNNEST() dans la clause FROM. PostgreSQL™ traite UNNEST() de la même façon que les autres fonctions renvoyant des lignes.

Espace logique disponible pour GROUP BY et ORDER BY

Dans le standard SQL-92, une clause ORDER BY ne peut utiliser que les noms ou numéros des colonnes en sortie, une clause GROUP BY que des expressions fondées sur les noms de colonnes en entrée. PostgreSQL™ va plus loin, puisqu'il autorise chacune de ces clauses à utiliser également l'autre possibilité. En cas d'ambiguïté, c'est l'interprétation du standard qui prévaut. PostgreSQL™ autorise aussi l'utilisation d'expressions quelconques dans les deux clauses. Les noms apparaissant dans ces expressions sont toujours considérés comme nom de colonne en entrée, pas en tant que nom de colonne du résultat.

SQL:1999 et suivant utilisent une définition légèrement différente, pas totalement compatible avec le SQL-92. Néanmoins, dans la plupart des cas, PostgreSQL™ interprète une expression ORDER BY ou GROUP BY en suivant la norme SQL:1999.

Dépendances fonctionnelles

PostgreSQL™ reconnaît les dépendances fonctionnelles (qui permettent que les nom des colonnes ne soient pas dans le GROUP BY) seulement lorsqu'une clé primaire est présente dans la liste du GROUP BY. Le standard SQL spécifie des configurations supplémentaires qui doivent être reconnues.

Restrictions sur la clause WINDOW

Le standard SQL fournit des options additionnelles pour la `clause_frame` des window. PostgreSQL™ ne supporte à ce jour que les options mentionnées précédemment.

LIMIT et OFFSET

Les clauses LIMIT et OFFSET sont une syntaxe spécifique à PostgreSQL™, aussi utilisée dans MySQL™. La norme SQL:2008 a introduit les clauses `OFFSET ... FETCH {FIRST|NEXT} ...` pour la même fonctionnalité, comme montré plus haut dans la section intitulée « Clause LIMIT ». Cette syntaxe est aussi utilisée par IBM DB2™. (Les applications écrites pour Oracle™ contournent fréquemment le problème par l'utilisation de la colonne auto-générée `rownum` pour obtenir les effets de ces clauses, qui n'est pas disponible sous PostgreSQL.)

FOR NO KEY UPDATE, FOR UPDATE, FOR SHARE, FOR KEY SHARE

Bien que FOR UPDATE soit présent dans le standard SQL, le standard ne l'autorise que comme une option de **DECLARE CURSOR**. PostgreSQL™ l'autorise dans toute requête **SELECT** et dans toute sous-requête **SELECT**, mais c'est une extension. Les variantes FOR NO KEY UPDATE, FOR SHARE et FOR KEY SHARE, ainsi que NOWAIT et SKIP LOCKED, n'apparaissent pas dans le standard.

Ordre de modification de données dans un WITH

PostgreSQL™ permet que les clauses **INSERT**, **UPDATE**, et **DELETE** soient utilisées comme requêtes WITH. Ceci n'est pas présent dans le standard SQL.

Clauses non standard

La clause **DISTINCT ON** est une extension du standard SQL.

ROWS FROM(. . .) est une extension du standard SQL.

Nom

SELECT INTO — définit une nouvelle table à partir des résultats d'une requête

Synopsis

```
[ WITH [ RECURSIVE ] requête_with [ , ... ] ]
SELECT [ ALL | DISTINCT [ ON ( expression [ , ... ] ) ] ]
      * | expression [ [ AS ] nom_en_sortie ] [ , ... ]
      INTO [ TEMPORARY | TEMP | UNLOGGED ] [ TABLE ] nouvelle_table
      [ FROM élément_from [ , ... ] ]
      [ WHERE condition ]
      [ GROUP BY expression [ , ... ] ]
      [ HAVING condition [ , ... ] ]
      [ WINDOW nom_window AS ( définition_window ) [ , ... ] ]
      [ { UNION | INTERSECT | EXCEPT } [ ALL | DISTINCT ] select ]
      [ ORDER BY expression [ ASC | DESC | USING opérateur ] [ , ... ] ]
      [ LIMIT { nombre | ALL } ]
      [ OFFSET début [ ROW | ROWS ] ]
      [ FETCH { FIRST | NEXT } { nombre } { ROW | ROWS } ONLY ]
      [ FOR { UPDATE | SHARE } [ OF nomtable [ , ... ] ] [ NOWAIT ] [ ... ] ]
```

Description

SELECT INTO crée une nouvelle table en la remplittant avec des données récupérées par une requête. Les données ne sont pas renvoyées au client comme le fait habituellement l'instruction **SELECT**. Les nouvelles colonnes de la table ont les noms et les types de données associés avec les colonnes en sortie du **SELECT**.

Paramètres

TEMPORARY ou TEMP

Si spécifié, la table est créée comme une table temporaire. Référez-vous à CREATE TABLE(7) pour plus de détails.

UNLOGGED

Si spécifié, la table est créée comme une table non tracée dans les journaux de transactions. Voir CREATE TABLE(7) pour plus de détails.

new_table

Le nom de la table à créer (pouvant être qualifié par le nom du schéma).

Tous les autres paramètres sont décrits en détail dans SELECT(7).

Notes

CREATE TABLE AS(7) est fonctionnellement équivalent à **SELECT INTO**. CREATE TABLE AS est la syntaxe recommandée car cette forme de **SELECT INTO** n'est pas disponible dans ECPG ou PL/pgSQL. En effet, ils interprètent la clause INTO différemment. De plus, CREATE TABLE AS offre un ensemble de fonctionnalités plus important que celui de **SELECT INTO**.

Pour ajouter des OID à une table créée avec la commande **SELECT INTO**, activez le paramètre de configuration default_with_oids. Autrement, CREATE TABLE AS peut aussi être utilisé avec la clause WITH OIDS.

Exemples

Crée une nouvelle table *films_recent* ne contenant que les entrées récentes de la table *films*:

```
SELECT * INTO films_recent FROM films WHERE date_prod >= '2002-01-01';
```

Compatibilité

Le standard SQL utilise **SELECT INTO** pour représenter la sélection de valeurs dans des variables scalaires d'un programme hôte plutôt que la création d'une nouvelle table. Ceci est en fait l'utilisation trouvée dans ECPG (voir Chapitre 34, ECPG SQL

embarqué en C) et dans PL/pgSQL (voir Chapitre 41, PL/pgSQL - Langage de procédures SQL). L'usage de PostgreSQL™ de **SELECT INTO** pour représenter une création de table est historique. Il est préférable d'utiliser **CREATE TABLE AS** dans un nouveau programme.

Voir aussi

[CREATE TABLE AS\(7\)](#)

Nom

SET — change un paramètre d'exécution

Synopsis

```
SET [ SESSION | LOCAL ] paramètre_configuration { TO | = } { valeur | 'valeur' |  
DEFAULT }  
SET [ SESSION | LOCAL ] TIME ZONE { fuseau-horaire | LOCAL | DEFAULT }
```

Description

La commande **SET** permet de modifier les paramètres d'exécution. Un grand nombre de paramètres d'exécution, listés dans Chapitre 19, Configuration du serveur, peuvent être modifiés à la volée avec la commande **SET**. **SET** ne modifie que les paramètres utilisés par la session courante.

Certains paramètres ne peuvent être modifiés que par le superutilisateur, d'autres ne peuvent plus être changés après le démarrage du serveur ou de la session.

Si **SET** ou **SET SESSION** sont utilisés dans une transaction abandonnée par la suite, les effets de la commande **SET** disparaissent dès l'annulation de la transaction. Lorsque la transaction englobant la commande est validée, les effets de la commande persistent jusqu'à la fin de la session, à moins qu'ils ne soient annulés par une autre commande **SET**.

Les effets de **SET LOCAL** ne durent que jusqu'à la fin de la transaction en cours, qu'elle soit validée ou non. Dans le cas particulier d'une commande **SET** suivie par **SET LOCAL** dans une même transaction, la valeur de **SET LOCAL** est utilisée jusqu'à la fin de la transaction, et celle de **SET** prend effet ensuite (si la transaction est validée).

Les effets de **SET** et **SET LOCAL** sont aussi annulés par le retour à un point de sauvegarde précédant la commande.

Si **SET LOCAL** est utilisé à l'intérieur d'une fonction qui comprend l'option **SET** pour la même variable (voir CREATE FUNCTION(7)), les effets de la commande **SET LOCAL** disparaîtront à la sortie de la fonction ; en fait, la valeur disponible lors de l'appel de la fonction est restaurée de toute façon. Ceci permet l'utilisation de **SET LOCAL** pour des modifications dynamiques et répétées d'un paramètre à l'intérieur d'une fonction, avec l'intérêt d'utiliser l'option **SET** pour sauvegarder et restaurer la valeur de l'appelant. Néanmoins, une commande **SET** standard surcharge toute option **SET** de la fonction ; son effet persistera sauf en cas d'annulation.



Note

De PostgreSQL™ version 8.0 à 8.2, les effets de **SET LOCAL** sont annulés suite au relâchement d'un point de sauvegarde précédent, ou par une sortie avec succès d'un bloc d'exception PL/pgSQL. Ce comportement a été modifié car il n'était pas du tout intuitif.

Paramètres

SESSION

Indique que la commande prend effet pour la session courante. C'est la valeur par défaut lorsque **SESSION** et **LOCAL** sont omis.

LOCAL

Indique que la commande n'est effective que pour la transaction courante. Utiliser cette option en dehors d'une transaction émet un avertissement et n'a aucun autre effet. no effect.

paramètre_configuration

Nom d'un paramètre ajustable pendant l'exécution. La liste des paramètres disponibles est documentée dans Chapitre 19, Configuration du serveur et ci-dessous.

valeur

Nouvelle valeur du paramètre. Les valeurs peuvent être indiquées sous forme de constantes de chaîne, d'identifiants, de nombres ou de listes de ceux-ci, séparées par des virgules, de façon approprié pour ce paramètre. **DEFAULT** peut être utilisé pour repositionner le paramètre à sa valeur par défaut (c'est-à-dire quelque soit la valeur qu'il aurait eu si aucun **SET** n'avait été exécuté lors de cette session).

En plus des paramètres de configuration documentés dans Chapitre 19, Configuration du serveur, il y en a quelques autres qui ne

peuvent être initialisés qu'avec la commande **SET** ou ont une syntaxe spéciale.

SCHEMA

`SET SCHEMA 'valeur'` est un alias pour `SET search_path TO valeur`. Seul un schéma peut être précisé en utilisant cette syntaxe.

NAMES

`SET NAMES valeur` est un équivalent de `SET client_encoding TO valeur`.

SEED

Précise la valeur interne du générateur de nombres aléatoires (la fonction `random`). Les valeurs autorisées sont des nombres à virgule flottante entre -1 et 1, qui sont ensuite multipliés par $2^{31}-1$.

Le générateur de nombres aléatoires peut aussi être initialisé en appelant la fonction `setseed` :

```
SELECT setseed(valeur);
```

TIME ZONE

`SET TIME ZONE valeur` est équivalent à `SET timezone TO valeur`. La syntaxe `SET TIME ZONE` permet d'utiliser une syntaxe spéciale pour indiquer le fuseau horaire. Quelques exemples de valeurs valides :

`'PST8PDT'`

Le fuseau horaire de Berkeley, Californie.

`'Europe/Rome'`

Le fuseau horaire de l'Italie.

`-7`

Le fuseau horaire situé 7 heures à l'ouest de l'UTC (équivalent à PDT). Les valeurs positives sont à l'est de l'UTC.

`INTERVAL '-08:00' HOUR TO MINUTE`

Le fuseau horaire situé 8 heures à l'ouest de l'UTC (équivalent à PST).

`LOCAL, DEFAULT`

Utilise le fuseau horaire local (c'est-à-dire la valeur `timezone` par défaut du serveur).

Les réglages du fuseau horaire fournis en nombre ou intervalles sont convertis en interne en syntaxe de fuseau horaire POSIX. Par exemple, après avoir effectué `SET TIME ZONE -7`, `SHOW TIME ZONE` affichera `<-07>+07`.

Voir Section 8.5.3, « Fuseaux horaires » pour de plus amples informations sur les fuseaux horaires.

Notes

La fonction `set_config` propose des fonctionnalités équivalentes. Voir Section 9.26, « Fonctions d'administration système ». De plus, il est possible de mettre à jour (via `UPDATE`) la vue système `pg_settings` pour réaliser l'équivalent de **SET**.

Exemples

Mettre à jour le chemin de recherche :

```
SET search_path TO my_schema, public;
```

Utiliser le style de date traditionnel POSTGRES™ avec comme convention de saisie « les jours avant les mois » :

```
SET datestyle TO postgres, dmy;
```

Utiliser le fuseau horaire de Berkeley, Californie :

```
SET TIME ZONE 'PST8PDT';
```

Utiliser le fuseau horaire de l'Italie :

```
SET TIME ZONE 'Europe/Rome';
```

Compatibilité

SET TIME ZONE étend la syntaxe définie dans le standard SQL. Le standard ne permet que des fuseaux horaires numériques alors que PostgreSQL™ est plus souple dans les syntaxes acceptées. Toutes les autres fonctionnalités de SET sont des extensions de PostgreSQL™.

Voir aussi

RESET(7), SHOW(7)

Nom

SET CONSTRAINTS — initialise le moment de vérification de contrainte de la transaction en cours

Synopsis

```
SET CONSTRAINTS { ALL | nom [, ...] } { DEFERRED | IMMEDIATE }
```

Description

SET CONSTRAINTS initialise le comportement de la vérification des contraintes dans la transaction en cours. Les contraintes **IMMEDIATE** sont vérifiées à la fin de chaque instruction. Les contraintes **DEFERRED** ne sont vérifiées qu'à la validation de la transaction. Chaque contrainte a son propre mode **IMMEDIATE** ou **DEFERRED**.

À la création, une contrainte se voit donner une des trois caractéristiques : **DEFERRABLE INITIALLY DEFERRED**, **DEFERRABLE INITIALLY IMMEDIATE** ou **NOT DEFERRABLE**. La troisième forme est toujours **IMMEDIATE** et n'est pas affectée par la commande **SET CONSTRAINTS**. Les deux premières classes commencent chaque transaction dans le mode indiqué mais leur comportement peut changer à l'intérieur d'une transaction par **SET CONSTRAINTS**.

SET CONSTRAINTS avec une liste de noms de contraintes modifie le mode de ces contraintes (qui doivent toutes être déférables). Chaque nom de contrainte peut être qualifié d'un schéma. Le chemin de recherche des schémas est utilisé pour trouver le premier nom correspondant si aucun nom de schéma n'a été indiqué. **SET CONSTRAINTS ALL** modifie le mode de toutes les contraintes déférables.

Lorsque **SET CONSTRAINTS** modifie le mode d'une contrainte de **DEFERRED** à **IMMEDIATE**, le nouveau mode prend effet rétroactivement : toute modification de données qui aurait été vérifiée à la fin de la transaction est en fait vérifiée lors de l'exécution de la commande **SET CONSTRAINTS**. Si une contrainte est violée, la commande **SET CONSTRAINTS** échoue (et ne change pas le mode de contrainte). Du coup, **SET CONSTRAINTS** peut être utilisée pour forcer la vérification de contraintes à un point spécifique d'une transaction.

Actuellement, seules les contraintes **UNIQUE**, **PRIMARY KEY**, **REFERENCES** (clé étrangère) et **EXCLUDE** sont affectées par ce paramètre. Les contraintes **NOT NULL** et **CHECK** sont toujours vérifiées immédiatement quand une ligne est insérée ou modifiée (*pas* à la fin de l'instruction). Les contraintes uniques et d'exclusion qui n'ont pas été déclarées **DEFERRABLE** sont aussi vérifiées immédiatement.

Le déclenchement des triggers qui sont déclarés comme des « triggers de contraintes » est aussi contrôlé par ce paramètre -- ils se déclenchent au même moment que la contrainte associée devait être vérifiée.

Notes

Comme PostgreSQL™ ne nécessite pas les noms de contraintes d'être uniques à l'intérieur d'un schéma (mais seulement par tables), il est possible qu'il y ait plus d'une correspondance pour un nom de contrainte spécifié. Dans ce cas, **SET CONSTRAINTS** agira sur toutes les correspondances. Pour un nom sans qualification de schéma, une fois qu'une ou plusieurs correspondances ont été trouvées dans les schémas du chemin de recherche, les autres schémas du chemin ne sont pas testés.

Cette commande altère seulement le comportement des contraintes à l'intérieur de la transaction en cours. Exécuter cette commande en dehors d'un bloc de transaction cause l'émission d'un message d'avertissement mais n'a pas d'autres effets.

Compatibilité

Cette commande est compatible avec le comportement défini par le standard SQL en dehors du fait que, dans PostgreSQL™, il ne s'applique pas aux contraintes **NOT NULL** et **CHECK**. De plus, PostgreSQL™ vérifie les contraintes uniques non déferrables immédiatement, *pas* à la fin de l'instruction comme le standard le suggère.

Nom

SET ROLE — initialise l'identifiant utilisateur courant de la session en cours

Synopsis

```
SET [ SESSION | LOCAL ] ROLE nom_rôle
SET [ SESSION | LOCAL ] ROLE NONE
RESET ROLE
```

Description

Cette commande positionne l'identifiant utilisateur courant suivant la session SQL en cours à *nom_rôle*. Le nom du rôle peut être un identifiant ou une chaîne littérale. Après **SET ROLE**, la vérification des droits sur les commandes SQL est identique à ce qu'elle serait si le rôle nommé s'était lui-même connecté.

Il est obligatoire que l'utilisateur de la session courante soit membre du rôle *nom_rôle* (si l'utilisateur de la session est superutilisateur, tous les rôles sont utilisables).

Les modificateurs SESSION et LOCAL agissent de la même façon que pour la commande SET(7).

Les formes NONE et RESET réinitialisent l'identifiant de l'utilisateur à la valeur de session. Ces formes peuvent être exécutées par tout utilisateur.

Notes

L'utilisation de cette commande permet d'étendre ou de restreindre les priviléges d'un utilisateur. Si le rôle de l'utilisateur de la session comprend l'attribut `INHERITS`, alors il acquiert automatiquement les droits de chaque rôle qu'il peut prendre par la commande **SET ROLE** ; dans ce cas, **SET ROLE** supprime tous les droits affectés directement à l'utilisateur de la session et les autres droits des rôles dont il est membre, ne lui laissant que les droits disponibles sur le rôle nommé. A l'opposé, si le rôle session de l'utilisateur dispose de l'attribut `NOINHERITS`, **SET ROLE** supprime les droits affectés directement à l'utilisateur session et les remplace par les priviléges du rôle nommé.

En particulier, quand un utilisateur choisit un rôle autre que superutilisateur via **SET ROLE**, il perd les droits superutilisateur.

SET ROLE a des effets comparables à **SET SESSION AUTHORIZATION(7)** mais la vérification des droits diffère. De plus, **SET SESSION AUTHORIZATION** détermine les rôles autorisés dans les commandes **SET ROLE** ultérieures alors que **SET ROLE** ne modifie pas les rôles accessibles par un futur **SET ROLE**.

SET ROLE ne traite pas les variables de session indiqué par les paramètres du rôle (et configurés avec **ALTER ROLE(7)** ; cela ne survient qu'à la connexion).

SET ROLE ne peut pas être utilisé dans une fonction `SECURITY DEFINER`.

Exemples

```
SELECT SESSION_USER, CURRENT_USER;
      session_user | current_user
-----+-----
      peter        | peter

SET ROLE 'paul';

SELECT SESSION_USER, CURRENT_USER;
      session_user | current_user
-----+-----
      peter        | paul
```

Compatibilité

PostgreSQL™ autorise la syntaxe identifiant ("*nom_rôle*") alors que le SQL standard impose une chaîne littérale pour le nom du rôle. SQL n'autorise pas cette commande lors d'une transaction ; PostgreSQL™ n'est pas aussi restrictif, rien ne justifie

cette interdiction. Les modificateurs SESSION et LOCAL sont des extensions PostgreSQL™ tout comme la syntaxe RESET.

Voir aussi

SET SESSION AUTHORIZATION(7)

Nom

SET SESSION AUTHORIZATION — Initialise l'identifiant de session de l'utilisateur et l'identifiant de l'utilisateur actuel de la session en cours

Synopsis

```
SET [ SESSION | LOCAL ] SESSION AUTHORIZATION nom_utilisateur
SET [ SESSION | LOCAL ] SESSION AUTHORIZATION DEFAULT
RESET SESSION AUTHORIZATION
```

Description

Cette commande positionne l'identifiant de session de l'utilisateur et celui de l'utilisateur courant pour la session SQL en cours à *nom_utilisateur*. Le nom de l'utilisateur peut être un identifiant ou une chaîne littérale. En utilisant cette commande, il est possible, par exemple, de devenir temporairement un utilisateur privilégié et de redevenir plus tard superutilisateur.

L'identifiant de session de l'utilisateur est initialement positionné au nom de l'utilisateur (éventuellement authentifié) fourni par le client. L'identifiant de l'utilisateur courant est habituellement identique à l'identifiant de session de l'utilisateur mais il peut être temporairement modifié par le contexte de fonctions SECURITY DEFINER ou de mécanismes similaires ; il peut aussi être changé par SET ROLE(7). L'identifiant de l'utilisateur courant est essentiel à la vérification des permissions.

L'identifiant de session de l'utilisateur ne peut être changé que si l'utilisateur de session initial (*l'utilisateur authentifié*) dispose des privilèges superutilisateur. Dans le cas contraire, la commande n'est acceptée que si elle fournit le nom de l'utilisateur authentifié.

Les modificateurs SESSION et LOCAL agissent de la même façon que la commande standard SET(7).

Les formes DEFAULT et RESET réinitialisent les identifiants courant et de session de l'utilisateur à ceux de l'utilisateur originellement authentifié. Tout utilisateur peut les exécuter.

Notes

SET SESSION AUTHORIZATION ne peut pas être utilisé dans une fonction SECURITY DEFINER.

Exemples

```
SELECT SESSION_USER, CURRENT_USER;
      session_user | current_user
-----+-----
     peter        | peter

SET SESSION AUTHORIZATION 'paul';
SELECT SESSION_USER, CURRENT_USER;
      session_user | current_user
-----+-----
      paul        | paul
```

Compatibilité

Le standard SQL autorise l'apparition de quelques autres expressions à la place de *nom_utilisateur*. Dans la pratique, ces expressions ne sont pas importantes. PostgreSQL™ autorise la syntaxe de l'identifiant ("*nom_utilisateur*") alors que SQL ne le permet pas. SQL n'autorise pas l'exécution de cette commande au cours d'une transaction ; PostgreSQL™ n'impose pas cette restriction parce qu'il n'y a pas lieu de le faire. Les modificateurs SESSION et LOCAL sont des extensions PostgreSQL™ tout comme la syntaxe RESET.

Le standard laisse la définition des droits nécessaires à l'exécution de cette commande à l'implantation.

Voir aussi

SET ROLE(7)

Nom

SET TRANSACTION — initialise les caractéristiques de la transaction actuelle

Synopsis

```
SET TRANSACTION mode_transaction [, ...]
SET TRANSACTION SNAPSHOT id_snapshot
SET SESSION CHARACTERISTICS AS TRANSACTION mode_transaction [, ...]
```

où *mode_transaction* fait partie de :

```
ISOLATION LEVEL { SERIALIZABLE | REPEATABLE READ | READ COMMITTED | READ
UNCOMMITTED }
      READ WRITE | READ ONLY
      [ NOT ] DEFERRABLE
```

Description

La commande **SET TRANSACTION** initialise les caractéristiques de la transaction courante. Elle est sans effet sur les transactions suivantes. **SET SESSION CHARACTERISTICS** positionne les caractéristiques par défaut pour toutes les transactions à venir d'une session. Ces valeurs peuvent ensuite être surchargées par **SET TRANSACTION** pour une transaction particulière.

Les caractéristiques de transaction disponibles sont le niveau d'isolation, le mode d'accès de la transaction (lecture/écriture ou lecture seule) et le mode différable. De plus, un snapshot peut être sélectionné, bien que pour la transaction en cours, et non pas pour la session.

Le niveau d'isolation détermine les données que la transaction peut voir quand d'autres transactions fonctionnent concurrentiellement :

READ COMMITTED

Une instruction ne peut voir que les lignes validées avant qu'elle ne commence. C'est la valeur par défaut.

REPEATABLE READ

Toute instruction de la transaction en cours ne peut voir que les lignes validées avant que la première requête ou instruction de modification de données soit exécutée dans cette transaction.

SERIALIZABLE

Toutes les requêtes de la transaction en cours peuvent seulement voir les lignes validées avant l'exécution de la première requête ou instruction de modification de données de cette transaction. Si un ensemble de lectures et écritures parmi les transactions sérialisables concurrentes créait une situation impossible à obtenir avec une exécution en série (une à la fois) de ces transactions, l'une d'entre elles sera annulée avec une erreur `serialization_failure`.

Le standard SQL définit un niveau supplémentaire, `READ UNCOMMITTED`. Dans PostgreSQL™, `READ UNCOMMITTED` est traité comme `READ COMMITTED`.

Le niveau d'isolation de la transaction ne peut plus être modifié après l'exécution de la première requête ou instruction de modification de données (**SELECT**, **INSERT**, **DELETE**, **UPDATE**, **FETCH** ou **COPY**) d'une transaction. Voir Chapitre 13, Contrôle d'accès simultané pour plus d'informations sur l'isolation et le contrôle de concurrence.

La méthode d'accès de la transaction détermine si elle est en lecture/écriture ou en lecture seule. Lecture/écriture est la valeur par défaut. Quand une transaction est en lecture seule, les commandes SQL suivantes sont interdites : `INSERT`, `UPDATE`, `DELETE` et `COPY FROM` si la table modifiée n'est pas temporaire ; toutes les commandes `CREATE`, `ALTER` et `DROP` ; `COMMENT`, `GRANT`, `REVOKE`, `TRUNCATE` ; `EXPLAIN ANALYZE` et `EXECUTE` si la commande exécutée figure parmi celles listées plus haut. C'est une notion de haut niveau de lecture seule qui n'interdit pas toutes les écritures sur disque.

La propriété `DEFERRABLE` d'une transaction n'a pas d'effet tant que la transaction est aussi `SERIALIZABLE` et `READ ONLY`. Quand ces trois propriétés sont sélectionnées pour une transaction, la transaction pourrait bloquer lors de la première acquisition de son image de la base, après quoi il est possible de fonctionner sans la surcharge normale d'une transaction `SERIALIZABLE` et sans risque de contribuer ou d'être annulé par un échec de sérialisation. Ce mode convient bien à l'exécution de longs rapports ou à la création de sauvegardes.

La commande `SET TRANSACTION SNAPSHOT` permet à une nouvelle transaction de s'exécuter avec le même *snapshot* que celle d'une transaction existante. La transaction pré-existante doit avoir exporté son *snapshot* avec la fonction `pg_export_snapshot` (voir Section 9.26.5, « Fonctions de synchronisation des images de base »). Cette fonction renvoie

un identifiant de snapshot, qui doit être fourni à `SET TRANSACTION SNAPSHOT` pour indiquer le snapshot à importer. L'identifiant doit être écrit sous la forme d'une chaîne littérale dans cette commande, par exemple '`000003A1-1`'. `SET TRANSACTION SNAPSHOT` peut seulement être exécuté au début d'une transaction, avant la première requête ou la première instruction de modification de données (**SELECT**, **INSERT**, **DELETE**, **UPDATE**, **FETCH** ou **COPY**) de la transaction. De plus, la transaction doit déjà être configurée au niveau d'isolation `SERIALIZABLE` ou `REPEATABLE READ` (sinon le snapshot sera immédiatement annulé car le mode `READ COMMITTED` prend un nouveau snapshot pour chaque commande). Si la transaction d'import utilise le niveau d'isolation `SERIALIZABLE`, la transaction qui a exporté le snapshot doit aussi utiliser ce niveau d'isolation. De plus, une transaction sérialisable en lecture/écriture ne peut pas importer un snapshot à partir d'une transaction en lecture seule.

Notes

Si `SET TRANSACTION` est exécuté sans **START TRANSACTION** ou **BEGIN** préalable, il n'a aucun effet et un avertissement est renvoyé.

Il est possible de se dispenser de `SET TRANSACTION` en spécifiant le *mode_transaction* désiré dans **BEGIN** ou **START TRANSACTION**. Mais cette option n'est pas disponible pour `SET TRANSACTION SNAPSHOT`.

Les modes de transaction par défaut d'une session peuvent aussi être configurés en initialisant les paramètres de configuration `default_transaction_isolation`, `default_transaction_read_only` et `default_transaction_deferrable`. (En fait, `SET SESSION CHARACTERISTICS` est un équivalent verbeux de la configuration de ces variables avec `SET`.) Les valeurs par défaut peuvent ainsi être initialisées dans le fichier de configuration, via **ALTER DATABASE**, etc. Chapitre 19, Configuration du serveur fournit de plus amples informations.

Exemples

Pour commencer une nouvelle transaction avec le même snapshot qu'une autre transaction en cours d'exécution, commencez par exporter le snapshot de la transaction existante. Cela renvoie un identifiant de snapshot, par exemple :

```
BEGIN TRANSACTION ISOLATION LEVEL REPEATABLE READ;
SELECT pg_export_snapshot();
pg_export_snapshot
-----
000003A1-1
(1 row)
```

Ensuite, donnez l'identifiant de snapshot dans une commande `SET TRANSACTION SNAPSHOT` au début de la nouvelle transaction :

```
BEGIN TRANSACTION ISOLATION LEVEL REPEATABLE READ;
SET TRANSACTION SNAPSHOT '000003A1-1';
```

Compatibilité

Ces commandes sont définies dans le standard SQL, sauf en ce qui concerne le mode de transaction `DEFERRABLE` et la forme `SET TRANSACTION SNAPSHOT`, qui sont des extensions de PostgreSQL™.

`SERIALIZABLE` est le niveau d'isolation par défaut dans le standard. Dans PostgreSQL™, le niveau par défaut est d'habitude `READ COMMITTED` mais il est possible de le modifier comme indiqué ci-dessus.

Dans le standard SQL, il existe une autre caractéristique de transaction pouvant être configurée avec ces commandes : la taille de l'aire de diagnostique. Ce concept est spécifique au SQL embarqué et, du coup, n'est pas implémenté dans PostgreSQL™.

Le standard SQL requiert des virgules entre des *transaction_modes* successifs mais, pour des raisons historiques, PostgreSQL™ autorise de ne pas mettre de virgules.

Nom

SHOW — affiche la valeur d'un paramètre d'exécution

Synopsis

```
SHOW nom
SHOW ALL
```

Description

SHOW affiche la configuration courante des paramètres d'exécution. Ces variables peuvent être initialisées à l'aide de l'instruction **SET**, par le fichier de configuration `postgresql.conf`, par la variable d'environnement `PGOPTIONS` (lors de l'utilisation de libpq ou d'une application fondée sur libpq), ou à l'aide d'options en ligne de commande lors du démarrage de `postgres`. Voir Chapitre 19, Configuration du serveur pour plus de détails.

Paramètres

nom

Le nom d'un paramètre d'exécution. Les paramètres disponibles sont documentés dans Chapitre 19, Configuration du serveur et sur la page de référence `SET(7)`. De plus, il existe quelques paramètres qui peuvent être affichés mais ne sont pas initialisables :

`SERVER_VERSION`

Affiche le numéro de version du serveur.

`SERVER_ENCODING`

Affiche l'encodage des caractères côté serveur. À ce jour, ce paramètre peut être affiché mais pas initialisé parce que l'encodage est déterminé au moment de la création de la base de données.

`LC_COLLATE`

Affiche la locale de la base de données pour le tri de texte. À ce jour, ce paramètre est affichable mais pas initialisé parce que la configuration est déterminée lors de la création de la base de données.

`LC_CTYPE`

Affiche la locale de la base de données pour la classification des caractères. À ce jour, ce paramètre peut être affiché mais pas initialisé parce que la configuration est déterminée lors de la création de la base de données.

`IS_SUPERUSER`

Vrai si le rôle courant a des droits de super-utilisateur.

`ALL`

Affiche les valeurs de tous les paramètres de configuration avec leur description.

Notes

La fonction `current_setting` affiche les mêmes informations. Voir Section 9.26, « Fonctions d'administration système ». De plus, la vue système `pg_settings` propose la même information.

Exemples

Affiche la configuration courante du paramètre `datestyle` :

```
SHOW datestyle;
datestyle
-----
ISO, MDY
(1 row)
```

Affiche la configuration courante du paramètre `geqo` :

```
SHOW geqo;
geqo
```

```
-----  
on  
(1 row)
```

Affiche tous les paramètres :

name	setting	description
allow_system_table_mods	off	Allows modifications of the structure of ...
.	.	.
xmloption	content	Sets whether XML data in implicit parsing ...
zero_damaged_pages	off	Continues processing past damaged page headers.
(196 rows)		

Compatibilité

La commande **SHOW** est une extension PostgreSQL™.

Voir aussi

[SET\(7\)](#), [RESET\(7\)](#)

Nom

START TRANSACTION — débute un bloc de transaction

Synopsis

```
START TRANSACTION [ mode_transaction [, ...] ]
```

où *mode_transaction* fait partie de :

```
ISOLATION LEVEL { SERIALIZABLE | REPEATABLE READ | READ COMMITTED | READ UNCOMMITTED }
    READ WRITE | READ ONLY
    [ NOT ] DEFERRABLE
```

Description

Cette commande débute un nouveau bloc de transaction. Si le niveau d'isolation, le mode lecture/écriture ou le mode différable est spécifié, la nouvelle transaction adopte ces caractéristiques, comme si SET TRANSACTION(7) avait été exécuté. Cette commande est identique à la commande BEGIN(7).

Paramètres

Pour obtenir la signification des paramètres de cette instruction, on pourra se référer à SET TRANSACTION(7).

Compatibilité

Le standard SQL n'impose pas de lancer **START TRANSACTION** pour commencer un bloc de transaction : toute commande SQL débute implicitement un bloc. On peut considérer que PostgreSQL™ exécute implicitement un **COMMIT** après chaque commande non précédée de **START TRANSACTION** (ou **BEGIN**). Ce comportement est d'ailleurs souvent appelé « *autocommit* ». D'autres systèmes de bases de données relationnelles offrent une fonctionnalité de validation automatique.

L'option **DEFERRABLE** de *transaction_mode* est une extension de PostgreSQL™.

Le standard SQL impose des virgules entre les *modes_transaction* successifs mais, pour des raisons historiques, PostgreSQL™ autorise l'omission des virgules.

Voir aussi la section de compatibilité de SET TRANSACTION(7).

Voir aussi

BEGIN(7), COMMIT(7), ROLLBACK(7), SAVEPOINT(7), SET TRANSACTION(7)

Nom

TRUNCATE — vide une table ou un ensemble de tables

Synopsis

```
TRUNCATE [ TABLE ] [ ONLY ] nom [ * ] [, . . . ]
          [ RESTART IDENTITY | CONTINUE IDENTITY ] [ CASCADE | RESTRICT ]
```

Description

La commande **TRUNCATE** supprime rapidement toutes les lignes d'un ensemble de tables. Elle a le même effet qu'un **DELETE** non qualifié sur chaque table, mais comme elle ne parcourt par la table, elle est plus rapide. De plus, elle récupère immédiatement l'espace disque, évitant ainsi une opération **VACUUM**. Cette commande est particulièrement utile pour les tables volumineuses.

Paramètres

nom

Le nom d'une table à vider (pouvant être qualifié par le schéma). Si la clause **ONLY** est précisée avant le nom de la table, seule cette table est tronquée. Dans le cas contraire, la table et toutes ses tables filles (si elle en a) sont tronquées. En option, * peut être ajouté après le nom de la table pour indiquer explicitement que les tables filles sont incluses.

RESTART IDENTITY

Redémarre les séquences intégrées aux colonnes des tables tronquées.

CONTINUE IDENTITY

Ne change pas la valeur des séquences. C'est la valeur par défaut.

CASCADE

Vide toutes les tables qui ont des références de clés étrangères sur une des tables nommées et sur toute table ajoutée au groupe à cause du **CASCADE**.

RESTRICT

Refuse le vidding si une des tables a des références de clés étrangères sur une table qui ne sont pas listées dans la commande. Cette option est active par défaut.

Notes

Vous devez avoir le droit **TRUNCATE** sur la table que vous voulez tronquer.

TRUNCATE nécessite un verrou d'accès exclusif (**ACCESS EXCLUSIVE**) sur chaque table qu'il traite, ce qui bloque toutes les autres opérations en parallèle sur cette table. Quand **RESTART IDENTITY** est spécifié, toutes les séquences qui doivent être réinitialisées ont un verrou exclusif. Si un accès concurrent est nécessaire, alors la commande **DELETE** doit être utilisée.

TRUNCATE ne peut pas être utilisé sur une table référencée par d'autres tables au travers de clés étrangères, sauf si ces tables sont aussi comprises dans la commande. Dans le cas contraire, la vérification nécessiterait des parcours complets de tables, ce qui n'est pas le but de la commande **TRUNCATE**. L'option **CASCADE** est utilisable pour inclure automatiquement toutes les tables dépendantes -- faites attention lorsque vous utilisez cette option parce que vous pourriez perdre des données que vous auriez souhaité conserver !

TRUNCATE ne déclenchera aucun trigger **ON DELETE** qui pourrait exister sur les tables. Par contre, il déclenchera les triggers **ON TRUNCATE**. Si des triggers **ON TRUNCATE** sont définis sur certaines des tables, alors tous les triggers **BEFORE TRUNCATE** sont déclenchés avant que le tronquage n'intervienne, et tous les triggers **AFTER TRUNCATE** sont déclenchés après la réalisation du dernier tronquage et toutes les séquences sont réinitialisées. Les triggers se déclencheront dans l'ordre de traitement des tables (tout d'abord celles listées dans la commande, puis celles ajoutées à cause des cascades).

TRUNCATE n'est pas sûre au niveau MVCC. Après la troncature, la table apparaîtra vide aux transactions concurrentes si elles utilisent une image prise avant la troncature. Voir Section 13.5, « Avertissements » pour plus de détails.

TRUNCATE est compatible avec le système des transactions. Les données seront toujours disponibles si la transaction est annulée.

Quand **RESTART IDENTITY** est spécifié, les opérations **ALTER SEQUENCE RESTART** impliquées sont aussi réalisées de

façon transactionnelles. Autrement dit, elles seront annulées si la transaction n'est pas validée. C'est le contraire du comportement normal de **ALTER SEQUENCE RESTART**. Faites attention au fait que si des opérations supplémentaires sur les séquences impliquées est faite avant l'annulation de la transaction, les effets de ces opérations sur les séquences seront aussi annulés mais pas les effets sur `currval()` ; autrement dit, après la transaction, `currval()` continuera à refléter la dernière valeur de la séquence obtenue au sein de la transaction échouée, même si la séquence elle-même pourrait ne plus être en adéquation avec cela. C'est similaire au comportement habituel de `currval()` après une transaction échouée.

TRUNCATE n'est actuellement pas supporté pour les tables externes. Autrement dit, si cette commande est exécutée sur une table qui a des tables filles externes, cette commande échouera.

Exemples

Vider les tables `grossetable` et `grandetable` :

```
TRUNCATE grossetable, grandetable;
```

La même chose, en réinitialisant les générateurs des séquences associées :

```
TRUNCATE bigtable, fattable RESTART IDENTITY;
```

Vide la table `uneautretable`, et cascade cela à toutes les tables qui référencent `uneautretable` via des contraintes de clés étrangères :

```
TRUNCATE uneautretable CASCADE;
```

Compatibilité

Le standard SQL:2008 inclut une commande **TRUNCATE** avec la syntaxe `TRUNCATE TABLE nom_table`. Les clauses `CONTINUE IDENTITY/RESTART IDENTITY` font aussi partie du standard mais ont une signification légèrement différente, quoique en rapport. Certains des comportements de concurrence de cette commande sont laissés au choix de l'implémentation par le standard, donc les notes ci-dessus doivent être comprises et comparées avec les autres implémentations si nécessaire.

Nom

UNLISTEN — arrête l'écoute d'une notification

Synopsis

```
UNLISTEN { canal | * }
```

Description

UNLISTEN est utilisé pour supprimer un abonnement aux événements **NOTIFY**. **UNLISTEN** annule tout abonnement pour la session PostgreSQL™ en cours sur le canal de notification nommé *canal*. Le caractère générique * annule tous les abonnements de la session en cours.

NOTIFY(7) contient une discussion plus complète de l'utilisation de **LISTEN** et de **NOTIFY**.

Paramètres

canal

Le nom d'un canal de notification (un identificateur quelconque).

*

Tous les abonnements de cette session sont annulés.

Notes

Il est possible de se désabonner de quelque chose pour lequel il n'y a pas d'abonnement ; aucun message d'avertissement ou d'erreur n'est alors retourné.

À la fin de chaque session, **UNLISTEN** * est exécuté automatiquement.

Une transaction qui a exécuté **UNLISTEN** ne peut pas être préparée pour une validation en deux phases.

Exemples

Pour s'abonner :

```
LISTEN virtual;
NOTIFY virtual;
Asynchronous notification "virtual" received from server process with PID 8448.
```

Une fois que **UNLISTEN** a été exécuté, les messages **NOTIFY** suivants sont ignorés :

```
UNLISTEN virtual;
NOTIFY virtual;
-- aucun événement NOTIFY n'est reçu
```

Compatibilité

Il n'y a pas de commande **UNLISTEN** dans le standard SQL.

Voir aussi

[LISTEN\(7\)](#), [NOTIFY\(7\)](#)

Nom

UPDATE — mettre à jour les lignes d'une table

Synopsis

```
[ WITH [ RECURSIVE ] requête_with [ , ... ] ]
UPDATE [ ONLY ] nom_table [ * ] [ [ AS ] alias ]
    SET { nom_colonne = { expression | DEFAULT } |
          ( nom_colonne [ , ... ] ) = ( { expression | DEFAULT } [ , ... ] ) |
          ( nom_colonne [ , ... ] ) = ( sous-SELECT )
    } [ , ... ]
    [ FROM liste_from ]
    [ WHERE condition | WHERE CURRENT OF nom curseur ]
    [ RETURNING * | expression_sortie [ [ AS ] nom_sortie ] [ , ... ] ]
```

Description

UPDATE modifie les valeurs des colonnes spécifiées pour toutes les lignes qui satisfont la condition. Seules les colonnes à modifier doivent être mentionnées dans la clause SET ; les autres colonnes conservent leur valeur.

Il existe deux façons de modifier le contenu d'une table à partir d'informations contenues dans d'autres tables de la base de données : à l'aide de sous-requêtes ou en spécifiant des tables supplémentaires dans la clause FROM. Le contexte permet de décider de la technique la plus appropriée.

La clause RETURNING optionnelle fait que UPDATE calcule et renvoie le(s) valeur(s) basée(s) sur chaque ligne en cours de mise à jour. Toute expression utilisant les colonnes de la table et/ou les colonnes d'autres tables mentionnées dans FROM peut être calculée. La syntaxe de la liste RETURNING est identique à celle de la commande SELECT.

L'utilisateur doit posséder le droit UPDATE sur la table, ou au moins sur les colonnes listées pour la mise à jour. Vous devez aussi avoir le droit SELECT sur toutes les colonnes dont les valeurs sont lues dans les *expressions* ou *condition*.

Paramètres

requete_with

La clause WITH vous permet de spécifier une ou plusieurs sous-requêtes qui peuvent être référencées par nom dans la requête UPDATE. Voir Section 7.8, « Requêtes WITH (Common Table Expressions) » et SELECT(7) pour les détails.

nom_table

Le nom de la table à mettre à jour (éventuellement qualifié du nom du schéma). Si ONLY est indiqué avant le nom de la table, les lignes modifiées ne concernent que la table nommée. Si ONLY n'est pas indiquée, les lignes modifiées font partie de la table nommée et de ses tables filles. En option, * peut être ajouté après le nom de la table pour indiquer explicitement que les tables filles doivent être incluses.

alias

Un nom de substitution pour la table cible. Quand un alias est fourni, il cache complètement le nom réel de la table. Par exemple, avec UPDATE foo AS f, le reste de l'instruction UPDATE doit référence la table avec f et non plus foo.

nom_colonne

Le nom d'une colonne dans nom_table. Le nom de la colonne peut être qualifié avec un nom de sous-champ ou un indice de tableau, si nécessaire. Ne pas inclure le nom de la table dans la spécification d'une colonne cible -- par exemple, UPDATE nom_table SET nom_table.col = 1 est invalide.

expression

Une expression à affecter à la colonne. L'expression peut utiliser les anciennes valeurs de cette colonne et d'autres colonnes de la table.

DEFAULT

Réinitialise la colonne à sa valeur par défaut (qui vaut NULL si aucune expression par défaut ne lui a été affectée).

sous-SELECT

Une sous-requête SELECT qui produit autant de colonnes en sortie que de colonnes comprises dans la liste entre parenthèses la précédent. La sous-requête doit ne renvoyer qu'une seule ligne lors de son exécution. Si elle renvoie une seule ligne, les valeurs des colonnes du résultat sont affectées aux colonnes cibles. Si elle ne renvoie aucune ligne, des valeurs NULL sont affectées aux colonnes cibles. La sous-requête peut faire référence aux anciennes valeurs de la ligne en cours de

mise à jour.

liste_from

Une liste d'expressions de tables, qui permet aux colonnes des autres tables d'apparaître dans la condition WHERE et dans les expressions de mise à jour. Cela est similaire à la liste de tables pouvant être spécifiée dans la section intitulée « Clause FROM » d'une instruction **SELECT**. La table cible ne doit pas apparaître dans *liste_from*, sauf en cas d'auto-jointure (auquel cas elle doit apparaître avec un alias dans *liste_from*).

condition

Une expression qui renvoie une valeur de type boolean. Seules les lignes pour lesquelles cette expression renvoie true sont mises à jour.

nom curseur

Le nom du curseur à utiliser dans une condition WHERE CURRENT OF. La ligne à mettre à jour est la dernière récupérée à partir de ce curseur. Le curseur doit être une requête sans regroupement sur la table cible de l'UPDATE. Notez que WHERE CURRENT OF ne peut pas être spécifié avec une condition booléenne. Voir DECLARE(7) pour plus d'informations sur l'utilisation des curseurs avec WHERE CURRENT OF.

expression_sortie

Une expression à calculer et renvoyée par la commande **UPDATE** après chaque mise à jour de ligne. L'expression peut utiliser tout nom de colonne de la table nommée *nom_table* ou des tables listées dans le FROM. Indiquez * pour que toutes les colonnes soient renvoyées.

nom_sortie

Un nom à utiliser pour une colonne renvoyée.

Sorties

En cas de succès, une commande **UPDATE** renvoie un message de la forme

```
UPDATE total
```

total est le nombre de lignes mises à jour, en incluant les lignes qui correspondent au filtre mais dont la valeur des colonnes ne change pas. Notez que le nombre peut être inférieur au nombre de lignes filtrées par la *condition* quand certaines mises à jour sont supprimées par un trigger BEFORE UPDATE. S'il vaut 0, aucune ligne n'a été mise à jour par cette requête (ce qui n'est pas considéré comme une erreur).

Notes

Lorsqu'une clause FROM est précisée, la table cible est jointe aux tables mentionnées dans *liste_from*, et chaque ligne en sortie de la jointure représente une opération de mise à jour pour la table cible. Lors de l'utilisation de FROM, il faut s'assurer que la jointure produit au plus une ligne en sortie par ligne à modifier. En d'autres termes, une ligne cible ne doit pas être jointe à plus d'une ligne des autres tables. Le cas échéant, seule une ligne de jointure est utilisée pour mettre à jour la ligne cible, mais il n'est pas possible de prédire laquelle.

À cause de ce manque de déterminisme, il est plus sûr de ne référencer les autres tables qu'à l'intérieur de sous-requêtes. Même si c'est plus difficile à lire et souvent plus lent que l'utilisation d'une jointure.

Si la commande **UPDATE** contient une clause RETURNING, le résultat sera similaire à celui d'une instruction **SELECT** contenant les colonnes et les valeurs définies dans la liste RETURNING, à partir de la liste des lignes mises à jour par la commande, comme la possibilité d'utiliser la clause WITH avec la commande **UPDATE**.

Exemples

Changer le mot **Drame** en **Dramatique** dans la colonne *genre* de la table *films* :

```
UPDATE films SET genre = 'Dramatique' WHERE genre = 'Drame';
```

Ajuster les entrées de température et réinitialiser la précipitation à sa valeur par défaut dans une ligne de la table temps :

```
UPDATE temps SET temp_basse = temp_basse+1, temp_haute = temp_basse+15, prcp = DEFAULT  
WHERE ville = 'San Francisco' AND date = '2005-07-03';
```

Réaliser la même opération et renvoyer les lignes mises à jour :

```
UPDATE temps SET temp_basse = temp_basse+1, temp_haute = temp_basse+15, prcp = DEFAULT
```

UPDATE

```
WHERE ville = 'San Francisco' AND date = '2003-07-03'
RETURNING temp_basse, temp_haute, prcp;
```

Utiliser une autre syntaxe pour faire la même mise à jour :

```
UPDATE temps SET (temp_basse, temp_haute, prcp) = (temp_basse+1, temp_basse+15,
DEFAULT)
WHERE ville = 'San Francisco' AND date = '2003-07-03';
```

Incrémenter le total des ventes de la personne qui gère le compte d'Acme Corporation, à l'aide de la clause FROM :

```
UPDATE employes SET total_ventes = total_ventes + 1 FROM comptes
WHERE compte.nom = 'Acme Corporation'
AND employes.id = compte.vendeur;
```

Réaliser la même opération en utilisant une sous-requête dans la clause WHERE :

```
UPDATE employes SET total_ventes = total_ventes + 1 WHERE id =
(SELECT vendeur FROM comptes WHERE nom = 'Acme Corporation');
```

Mettre à jour les noms du contact dans la table comptes pour correspondre au vendeur actuellement affecté :

```
UPDATE comptes SET (prenom_compte, nom_compte) =
(SELECT prenom, nom FROM vendeurs
WHERE vendeurs.id = comptes.id_vendeur);
```

Un résultat similaire peut être obtenu avec une jointure :

```
UPDATE comptes SET prenom_contact = prenom,
nom_contact = nom
FROM vendeurs WHERE vendeurs.id = comptes.id_vendeur;
```

Néanmoins, la deuxième requête pourrait donner des résultats inattendus si vendeurs.id n'est pas une clé unique alors que la première requête garantie la levée d'une erreur si plusieurs id correspondent. De plus, s'il n'y a pas de correspondance pour un certain comptes.id_vendeur, la première requête configurera les champs correspondants à NULL alors que la deuxième requête ne mettra pas du tout la ligne à jour.

Mettre à jour les statistiques dans une table de résumé pour correspondre aux données actuelles :

```
UPDATE resumes s SET (somme_x, somme_y, moyenne_x, moyenne_y) =
(SELECT sum(x), sum(y), avg(x), avg(y) FROM donnees d
WHERE d.id_groupe = s.id_groupe);
```

Tenter d'insérer un nouvel élément dans le stock avec sa quantité. Si l'élément existe déjà, mettre à jour le total du stock de l'élément. Les points de sauvegarde sont utilisés pour ne pas avoir à annuler l'intégralité de la transaction en cas d'erreur :

```
BEGIN;
-- autres opérations
SAVEPOINT sp1;
INSERT INTO vins VALUES('Chateau Lafite 2003', '24');
-- A supposer que l'instruction ci-dessus échoue du fait d'une violation de clé
-- unique, les commandes suivantes sont exécutées :
ROLLBACK TO sp1;
UPDATE vins SET stock = stock + 24 WHERE nomvin = 'Chateau Lafite 2003';
-- continuer avec les autres opérations, et finir
COMMIT;
```

Modifier la colonne *genre* de la table films dans la ligne où le curseur *c_films* est actuellement positionné :

```
UPDATE films SET genre = 'Dramatic' WHERE CURRENT OF c_films;
```

Compatibilité

Cette commande est conforme au standard SQL, à l'exception des clauses FROM et RETURNING qui sont des extensions PostgreSQL™.

D'autres systèmes de bases de données offrent l'option FROM dans laquelle la table cible est supposée être à nouveau indiquée dans le FROM. PostgreSQL™ n'interprète pas la clause FROM ainsi. Il est important d'en tenir compte lors du portage d'applications qui utilisent cette extension.

D'après le standard, la valeur source pour une sous-liste de noms de colonnes peut être toute expression de ligne renvoyant le bon nombre de colonnes. PostgreSQL™ autorise seulement la valeur source à être dans la liste des expressions entre parenthèses ou un sous-SELECT. Une valeur mise à jour pour une colonne individuelle peut être spécifiée en tant que DEFAULT dans le cas d'une liste d'expressions, mais pas à l'intérieur d'un sous-SELECT.

Nom

VACUUM — récupère l'espace inutilisé et, optionnellement, analyse une base

Synopsis

```
VACUUM [ ( { FULL | FREEZE | VERBOSE | ANALYZE | DISABLE_PAGE_SKIPPING } [ , ... ] ) ]
[ nom_table [ (nom_colonne [ , ... ] ) ] ]
VACUUM [ FULL ] [ FREEZE ] [ VERBOSE ] [ nom_table ]
VACUUM [ FULL ] [ FREEZE ] [ VERBOSE ] ANALYZE [ nom_table [ (nom_colonne [ , ... ] ) ] ]
```

Description

VACUUM récupère l'espace de stockage occupé par des lignes mortes. Lors des opérations normales de PostgreSQL™, les lignes supprimées ou rendues obsolètes par une mise à jour ne sont pas physiquement supprimées de leur table. Elles restent présentes jusqu'à ce qu'un **VACUUM** soit lancé. C'est pourquoi, il est nécessaire de faire un **VACUUM** régulièrement, spécialement sur les tables fréquemment mises à jour.

Sans paramètre, **VACUUM** traite toutes les tables de la base de données courante pour lequel l'utilisateur connecté dispose du droit d'exécution du **VACUUM**. Avec un paramètre, **VACUUM** ne traite que cette table.

VACUUM ANALYZE fait un **VACUUM**, puis un **ANALYZE** sur chaque table sélectionnée. C'est une combinaison pratique pour les scripts de maintenance de routine. Voir **ANALYZE(7)** pour avoir plus de détails sur ce qu'il traite.

Le **VACUUM** standard (sans **FULL**) récupère simplement l'espace et le rend disponible pour une réutilisation. Cette forme de la commande peut opérer en parallèle avec les opérations normales de lecture et d'écriture de la table, car elle n'utilise pas de verrou exclusif. Néanmoins, l'espace récupéré n'est pas renvoyé au système de fichiers dans la plupart des cas ; il est conservé pour être réutilisé dans la même table. **VACUUM FULL** ré-écrit le contenu complet de la table dans un nouveau fichier sur disque sans perte d'espace, permettant à l'espace inutilisé d'être retourné au système d'exploitation. Cette forme est bien plus lente et nécessite un verrou exclusif sur chaque table le temps de son traitement.

Quand la liste d'options est entourée de parenthèses, les options peuvent être écrites dans n'importe quel ordre. Sans parenthèses, les options doivent être écrit dans l'ordre exact décrit ci-dessus. La syntaxe avec parenthèse a été ajoutée dès la version 9.0 de PostgreSQL™ ; la syntaxe sans parenthèse est maintenant considérée comme obsolète.

Paramètres

FULL

Choisit un vacuum « full », qui récupère plus d'espace, mais est beaucoup plus long et prend un verrou exclusif sur la table. Cette méthode requiert aussi un espace disque supplémentaire car il écrit une nouvelle copie de la table et ne supprime l'ancienne copie qu'à la fin de l'opération. Habituellement, cela doit seulement être utilisé quand une quantité importante d'espace doit être récupérée de la table.

FREEZE

Choisit un « gel » agressif des lignes. Indiquer **FREEZE** est équivalent à réaliser un **VACUUM** avec les paramètres **vacuum_freeze_min_age** et **vacuum_freeze_table_age** configurés à zéro. Un gel agressif est toujours effectué quand la table est réécrite, cette option est donc redondante quand **FULL** est spécifié.

VERBOSE

Affiche un rapport détaillé de l'activité de vacuum sur chaque table.

ANALYZE

Met à jour les statistiques utilisées par l'optimiseur pour déterminer la méthode la plus efficace pour exécuter une requête.

DISABLE_PAGE_SKIPPING

Habituellement, **VACUUM** ignorera certains blocs en se basant sur la carte de visibilité. Les blocs connues pour être entièrement gelés peuvent toujours être ignorés, et ceux où toutes les lignes sont connues pour être visibles par toutes les transactions peuvent être ignorées sauf lors de l'exécution d'un vacuum agressif. De plus, en dehors d'un vacuum agressif, certains blocs peuvent être ignorés pour éviter d'attendre la fin de leur utilisation par d'autres sessions. Cette option désactive entièrement ce comportement permettant d'ignorer certains blocs, et a pour but d'être utilisé uniquement quand le contenu de la carte de visibilité semble suspect, ce qui peut arriver seulement s'il y a un problème matériel ou logiciel causant une corruption de la base de données.

nom_table

Le nom (optionnellement qualifié par le nom d'un schéma) d'une table à traiter par vacuum. Par défaut, toutes les tables de la base de données courante sont traitées.

nom_colonne

Le nom d'une colonne spécifique à analyser. Par défaut, toutes les colonnes. Si une liste de colonnes est spécifiée, ANALYZE en est déduit.

Sorties

Lorsque **VERBOSE** est précisé, **VACUUM** indique sa progression par des messages indiquant la table en cours de traitement. Différentes statistiques sur les tables sont aussi affichées.

Notes

Pour exécuter un **VACUUM** sur une table, vous devez habituellement être le propriétaire de la table ou un superutilisateur. Néanmoins, les propriétaires de la base de données sont autorisés à exécuter **VACUUM** sur toutes les tables de leurs bases de données, sauf sur les catalogues partagés. Cette restriction signifie qu'un vrai **VACUUM** sur une base complète ne peut se faire que par un superutilisateur.) **VACUUM** ignorera toutes les tables pour lesquelles l'utilisateur n'a pas le droit d'exécuter un **VACUUM**.

VACUUM ne peut pas être exécuté à l'intérieur d'un bloc de transactions.

Pour les tables ayant des index GIN, **VACUUM** (sous n'importe quelle forme) termine aussi toutes les insertions d'index en attente, en déplaçant les entrées d'index aux bons endroits dans la structure d'index GIN principale. Voir Section 63.4.1, « Technique GIN de mise à jour rapide » pour les détails.

Nous recommandons que les bases de données actives de production soient traitées par vacuum fréquemment (au moins toutes les nuits), pour supprimer les lignes mortes. Après avoir ajouté ou supprimé un grand nombre de lignes, il peut être utile de faire un **VACUUM ANALYZE** sur la table affectée. Cela met les catalogues système à jour de tous les changements récents et permet à l'optimiseur de requêtes de PostgreSQL™ de faire de meilleurs choix lors de l'optimisation des requêtes.

L'option **FULL** n'est pas recommandée en usage normal, mais elle peut être utile dans certains cas. Par exemple, si vous avez supprimé ou mis à jour l'essentiel des lignes d'une table et si vous voulez que la table diminue physiquement sur le disque pour n'occuper que l'espace réellement nécessaire et pour que les parcours de table soient plus rapides. Généralement, **VACUUM FULL** réduit plus la table qu'un simple **VACUUM**.

VACUUM peut engendrer une augmentation substantielle du trafic en entrées/sorties pouvant causer des performances diminuées pour les autres sessions actives. Du coup, il est quelque fois conseillé d'utiliser la fonctionnalité du délai du vacuum basé sur le coût. Voir Chapitre 18, Configuration du serveur et mise en place pour des informations supplémentaires.

PostgreSQL™ inclut un « autovacuum » qui peut automatiser la maintenance par **VACUUM**. Pour plus d'informations sur le **VACUUM** automatique et manuel, voir Section 24.1, « Nettoyages réguliers ».

Exemples

Pour nettoyer une seule table `onek`, l'analyser pour l'optimiseur et afficher un rapport détaillé de l'activité du **VACUUM** :

```
VACUUM (VERBOSE, ANALYZE) onek;
```

Compatibilité

Il n'y a pas de commande **VACUUM** dans le standard SQL.

Voir aussi

`vacuumdb(1)`, Section 19.4.3, « Report du **VACUUM** en fonction de son coût », Section 24.1.6, « Le démon auto-vacuum »

Nom

VALUES — calcule un ensemble de lignes

Synopsis

```
VALUES ( expression [ , ... ] ) [ , ... ]
      [ ORDER BY expression_de_tri [ ASC | DESC | USING operateur ] [ , ... ] ]
      [ LIMIT { nombre | ALL } ]
      [ OFFSET debut ] [ ROW { ROWS } ]
      [ FETCH { FIRST | NEXT } { nombre } { ROW | ROWS } ONLY ]
```

Description

VALUES calcule une valeur de ligne ou un ensemble de valeurs de lignes spécifiées par des expressions. C'est généralement utilisé pour générer une « table statique » à l'intérieur d'une commande plus large mais elle peut aussi être utilisée séparément.

Quand plus d'une ligne est indiquée, toutes les lignes doivent avoir le même nombre d'éléments. Les types de données des colonnes de la table résultante sont déterminés en combinant les types explicites et les types inférés des expressions apparaissant dans cette colonne, en utilisant les mêmes règles que pour l'UNION (voir Section 10.5, « Constructions UNION, CASE et constructions relatives »).

À l'intérieur de grosses commandes, **VALUES** est autorisé au niveau de la syntaxe partout où la commande **SELECT** l'est. Comme la grammaire traite cette commande comme un **SELECT**, il est possible d'utiliser les clauses ORDER BY, LIMIT (ou de façon équivalente FETCH FIRST) et OFFSET avec une commande **VALUES**.

Paramètres

expression

Une constante ou une expression à calculer et à insérer à l'emplacement indiqué dans la table résultante (ensemble de lignes). Dans une liste **VALUES** apparaissant en haut d'une commande **INSERT**, une *expression* peut être remplacée par DEFAULT pour demander l'insertion de la valeur par défaut de la colonne de destination. DEFAULT ne peut pas être utilisé quand **VALUES** apparaît dans d'autres contextes.

expression_de_tri

Une expression ou un entier indiquant comment trier les lignes de résultat. Cette expression peut faire référence aux colonnes de **VALUES** en tant que column1, column2, etc. Pour plus de détails, voir la section intitulée « Clause ORDER BY ».

operateur

Un opérateur de tri. Pour plus de détails, voir la section intitulée « Clause ORDER BY ».

nombre

Le nombre maximum de lignes à renvoyer. Pour plus de détails, voir la section intitulée « Clause LIMIT ».

debut

Le nombre de lignes à échapper avant de commencer à renvoyer des lignes. Pour plus de détails, la section intitulée « Clause LIMIT ».

Notes

Évitez les listes **VALUES** comprenant un très grand nombre de lignes car vous pourriez rencontrer des problèmes comme un manque de mémoire et/ou des performances pauvres. Un **VALUES** apparaissant dans un **INSERT** est un cas spécial (parce que le type des colonnes est trouvé à partir de la table cible du **INSERT** et n'a donc pas besoin d'être deviné en parcourant la liste **VALUES**), du coup il peut gérer des listes plus importantes que dans d'autres contextes.

Exemples

Une simple commande **VALUES** :

```
VALUES (1, 'un'), (2, 'deux'), (3, 'trois');
```

Ceci renverra une table statique comprenant deux colonnes et trois lignes. En fait, c'est équivalent à :

```
SELECT 1 AS column1, 'un' AS column2
UNION ALL
SELECT 2, 'deux'
UNION ALL
SELECT 3, 'trois';
```

Plus généralement, **VALUES** est utilisé dans une commande SQL plus importante. L'utilisation la plus fréquente est dans un **INSERT** :

```
INSERT INTO films (code, titee, did, date_prod, genre)
    VALUES ('T_601', 'Yojimbo', 106, '1961-06-16', 'Drame');
```

Dans le contexte de la commande **INSERT**, les entrées d'une liste **VALUES** peuvent être **DEFAULT** pour indiquer que la valeur par défaut de la colonne ciblée doit être utilisée :

```
INSERT INTO films VALUES
    ('UA502', 'Bananas', 105, DEFAULT, 'Comédie', '82 minutes'),
    ('T_601', 'Yojimbo', 106, DEFAULT, 'Drame', DEFAULT);
```

VALUES peut aussi être utilisé là où un sous-**SELECT** peut être écrit, par exemple dans une clause **FROM** :

```
SELECT f.*
    FROM films f, (VALUES('MGM', 'Horreur'), ('UA', 'Sci-Fi')) AS t (studio, genre)
    WHERE f.studio = t.studio AND f.genre = t.genre;

UPDATE employes SET salaire = salaire * v.augmentation
    FROM (VALUES(1, 200000, 1.2), (2, 400000, 1.4)) AS v (no_dep, cible, augmentation)
    WHERE employes.no_dep = v.no_dep AND employes.ventes >= v.cible;
```

Notez qu'une clause **AS** est requise quand **VALUES** est utilisé dans une clause **FROM**, par exemple dans un **SELECT**. Il n'est pas nécessaire de spécifier les noms de toutes les colonnes dans une clause **AS** c'est une bonne pratique (les noms des colonnes par défaut pour **VALUES** sont **column1**, **column2**, etc dans PostgreSQL™ mais ces noms pourraient être différents dans d'autres SGBD).

Quand **VALUES** est utilisé dans **INSERT**, les valeurs sont toutes automatiquement converties dans le type de données de la colonne destination correspondante. Quand elle est utilisée dans d'autres contextes, il pourrait être nécessaire de spécifier le bon type de données. Si les entrées sont toutes des constantes littérales entre guillemets, convertir la première est suffisante pour déterminer le type de toutes :

```
SELECT * FROM machines
WHERE adresse_ip IN (VALUES('192.168.0.1'::inet), ('192.168.0.10'), ('192.168.1.43'));
```



Astuce

Pour de simples tests **IN**, il est préférable de se baser sur des listes de valeurs pour **IN** que d'écrire une requête **VALUES** comme indiquée ci-dessus. La méthode des listes de valeurs simples requiert moins d'écriture et est souvent plus efficace.

Compatibilité

VALUES est conforme au standard SQL. Les clauses **LIMIT** et **OFFSET** sont des extensions PostgreSQL™ ; voir aussi **SELECT(7)**.

Voir aussi

[INSERT\(7\)](#), [SELECT\(7\)](#)

Applications client de PostgreSQL

Cette partie contient les informations de référence concernant les applications client et les outils de PostgreSQL™. Ces commandes ne sont pas toutes destinées à l'ensemble des utilisateurs. Certaines nécessitent des privilèges spécifiques. La caractéristique commune à toutes ces applications est leur fonctionnement sur toute machine, indépendamment du serveur sur lequel se trouve le serveur de base de données.

Lorsqu'ils sont spécifiés en ligne de commande, la casse du nom d'utilisateur et du nom de la base est respectée -- si un nom contient un espace ou des caractères spéciaux alors il faut l'encadrer par des guillemets. La casse des noms des tables et des autres identifiants n'est pas conservée, sauf indication contraire dans la documentation. Pour conserver cette casse il faut utiliser des guillemets.

Nom

clusterdb — Grouper une base de données PostgreSQL™

Synopsis

```
clusterdb [connection-option...] [ --verbose | -v ] [ --table | -t table ] ... [nom_base]  
clusterdb [connection-option...] [ --verbose | -v ] --all | -a
```

Description

clusterdb est un outil de regroupage de tables au sein d'une base de données PostgreSQL™. Il trouve les tables précédemment groupées et les groupe à nouveau sur l'index utilisé lors du groupement initial. Les tables qui n'ont jamais été groupées ne sont pas affectées.

clusterdb est un enrobage de la commande SQL CLUSTER(7). Il n'y a pas de différence réelle entre le groupage de bases par cet outil ou par d'autres méthodes d'accès au serveur.

Options

clusterdb accepte les arguments suivants en ligne de commande :

- a, --all
Grouper toutes les bases de données.
- [-d] nom_base, [--nombase=] nom_base
Le nom de la base de données à grouper. Si ni ce nom, ni l'option -a (ou --all) ne sont précisés, le nom de la base de données est lu à partir de la variable d'environnement PGDATABASE. Si cette dernière n'est pas initialisée, le nom de l'utilisateur spécifié pour la connexion est utilisé.
- e, --echo
Les commandes engendrées par clusterdb et envoyées au serveur sont affichées.
- q, --quiet
Aucun message de progression n'est affiché.
- t table, --table=table
Seule la table table est groupée. Plusieurs tables peuvent être traitées en même temps en utilisant plusieurs fois l'option -t.
- v, --verbose
Affiche des informations détaillées lors du traitement.
- V, --version
Affiche la version de clusterdb puis quitte.
- ?, --help
Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de clusterdb, puis quitte

clusterdb accepte aussi les arguments suivants en ligne de commande pour les paramètres de connexion :

- h hôte, --host hôte
Le nom de la machine hôte sur laquelle le serveur fonctionne. Si la valeur commence par une barre oblique (slash), elle est utilisée comme répertoire du socket de domaine Unix.
- p port, --port=port
Le port TCP ou l'extension du fichier du socket local de domaine Unix sur lequel le serveur attend les connexions.
- U nomutilisateur, --username=nomutilisateur
Le nom de l'utilisateur utilisé pour la connexion.
- w, --no-password
Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier .pgpass), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.
- W, --password

Force clusterdb à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire car clusterdb demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, clusterdb perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option `-W` pour éviter la tentative de connexion.

`--maintenance-db=nom-base-maintenance`

Spécifie le nom de la base de données à laquelle se connecter pour trouver les bases qui seront regroupées. Si elle n'est pas spécifiée, la base de données `postgres` est utilisée; si elle n'existe pas, la base `template1` est utilisée à la place.

Environnement

`PGDATABASE`, `PGHOST`, `PGPORT`, `PGUSER`

Paramètres de connexion par défaut.

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Diagnostiques

En cas de difficulté, voir `CLUSTER(7)` et `psql(1)` qui présentent les problèmes et messages d'erreur éventuels. Le serveur de bases de données doit fonctionner sur l'hôte cible. De plus, toutes les configurations de connexion par défaut et variables d'environnement utilisées par la bibliothèque client libpq s'appliquent.

Exemples

Grouper la base de données `test`:

```
$ clusterdb test
```

Grouper la seule table `foo` de la base de données nommée `xyzzy`:

```
$ clusterdb --table foo xyzzy
```

Voir aussi

`CLUSTER(7)`

Nom

createdb — Créer une nouvelle base de données PostgreSQL™

Synopsis

createdb [*option_connexion...*] [*option...*] [*nombase*] [*description*]

Description

createdb crée une nouvelle base de données.

Normalement, l'utilisateur de la base de données qui exécute cette commande devient le propriétaire de la nouvelle base de données. Néanmoins, un propriétaire différent peut être spécifié via l'option **-O**, sous réserve que l'utilisateur qui lance la commande ait les droits appropriés.

createdb est un enrobage de la commande SQL CREATE DATABASE(7). Il n'y a pas de réelle différence entre la création de bases de données par cet outil ou à l'aide d'autres méthodes d'accès au serveur.

Options

createdb accepte les arguments suivants en ligne de commande :

nombase

Le nom de la base de données à créer. Le nom doit être unique parmi toutes les bases de données PostgreSQL™ de ce groupe. La valeur par défaut est le nom de l'utilisateur courant.

description

Le commentaire à associer à la base de données créée.

-D *tablespace*, **--tablespace=***tablespace*

Le tablespace par défaut de la base de données (la syntaxe prise en compte est la même que celle d'un identifiant qui accepte les guillemets doubles).

-e, **--echo**

Les commandes engendrées par createdb et envoyées au serveur sont affichées.

-E *locale*, **--encoding=***locale*

L'encodage des caractères à utiliser dans la base de données. Les jeux de caractères supportés par le serveur PostgreSQL™ sont décrits dans Section 23.3.1, « Jeux de caractères supportés ».

-l *locale*, **--locale=***locale*

Indique la locale à utiliser dans cette base de données. C'est équivalent à préciser à la fois **--lc-collate** et **--lc-ctype**.

--lc-collate=*locale*

Indique le paramètre LC_COLLATE utilisé pour cette base de données.

--lc-ctype=*locale*

Indique le paramètre LC_CTYPE utilisé pour cette base de données.

-O *propriétaire*, **--owner=***propriétaire*

Le propriétaire de la base de données. (la syntaxe prise en compte est la même que celle d'un identifiant qui accepte les guillemets doubles)

-T *modèle*, **--template=***modèle*

La base de données modèle. (la syntaxe prise en compte est la même que celle d'un identifiant qui accepte les guillemets doubles)

-V, **--version**

Affiche la version de createdb puis quitte.

-?, **--help**

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de createdb, puis quitte

Les options **-D**, **-l**, **-E**, **-O** et **-T** correspondent aux options de la commande SQL sous-jacente CREATE DATABASE(7), à consulter pour plus d'informations sur ces options.

createdb accepte aussi les arguments suivants en ligne de commande, pour les paramètres de connexion :

-h *hôte*, --host=*hôte*

Le nom de l'hôte sur lequel le serveur est en cours d'exécution. Si la valeur commence avec un slash (NDT : barre oblique, /), elle est utilisée comme répertoire du socket de domaine Unix.

-p *port*, --port=*port*

Le port TCP ou l'extension du fichier socket de domaine Unix local sur lequel le serveur attend les connexions.

-U *nomutilisateur*, --username=*nomutilisateur*

Le nom de l'utilisateur utilisé pour la connexion.

-w, --no-password

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier .pgpass), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

-W, --password

Force createdb à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire car createdb demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, createdb perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option -W pour éviter la tentative de connexion.

--maintenance-db=*nom-base-maintenance*

Spécifie le nom de la base de données à laquelle se connecter pour créer la nouvelle base de donnée. Si elle n'est pas spécifiée, la base de données postgres est utilisée ; si elle n'existe pas (ou si il s'agit du nom de la nouvelle base à créer), la base template1 sera utilisée.

Environnement

PGDATABASE

S'il est configuré, précise le nom de la base de données à créer. Peut-être surchargé sur la ligne de commande.

PGHOST, PGPORT, PGUSER

Paramètres de connexion par défaut. PGUSER détermine aussi le nom de la base de données à créer si ce dernier n'est pas spécifié sur la ligne de commande ou par PGDATABASE.

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Diagnostiques

En cas de difficulté, on peut se référer à CREATE DATABASE(7) et psql(1) qui présentent les problèmes éventuels et les messages d'erreurs. Le serveur de bases de données doit être en cours d'exécution sur l'hôte cible. De plus, tous les paramètres de connexion et variables d'environnement par défaut utilisés par la bibliothèque d'interface libpq s'appliquent.

Exemples

Créer la base de données demo sur le serveur de bases de données par défaut :

```
$ createdb demo
```

Créer la base de données demo sur le serveur hébergé sur l'hôte eden, port 5000, en utilisant l'encodage LATIN1 avec affichage de la commande engendrée :

```
$ createdb -p 5000 -h eden -E LATIN1 -e demo
CREATE DATABASE "demo" ENCODING 'LATIN1'
```

Voir aussi

dropdb(1), CREATE DATABASE(7)

Nom

`createlang` — Installer un langage procédural sous PostgreSQL™

Synopsis

```
createlang [options_connexion...] nom_langage [nom_bd]  
createlang [options_connexion...] --list | -l [nom_bd]
```

Description

`createlang` permet d'ajouter un langage de programmation à une base de données PostgreSQL™.

`createlang` n'est qu'un enrobage de la commande SQL `CREATE EXTENSION(7)`.



Attention

`createlang` est obsolète et pourrait être supprimé dans une version future de PostgreSQL™. L'utilisation directe de la commande **CREATE EXTENSION** est recommandée à la place.

Options

`createlang` accepte les arguments suivants en ligne de commande :

nom_langage

Le nom du langage de programmation procédurale à installer. (Ce nom est en minuscule.)

`-d` *nom_nd*, `--dbname=` *nom_nd*

La base de données à laquelle ajouter le langage. Par défaut, celle de même nom que l'utilisateur système.

`-e, --echo`

Les commandes SQL exécutées sont affichées.

`-l, --list`

La liste de langages installés sur la base de données cible est affichée.

`-v, --version`

Affiche la version de `createlang` puis quitte.

`-?, --help`

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de `createlang`, puis quitte

`createlang` accepte aussi les arguments suivants en ligne de commande pour les paramètres de connexion :

`-h hôte, --host=hôte`

Le nom de l'hôte de la machine sur laquelle le serveur fonctionne. Si la valeur commence par un slash (/), elle est utilisée comme répertoire du socket de domaine Unix.

`-p port, --port=port`

Le port TCP ou l'extension du fichier du socket local de domaine Unix sur lequel le serveur attend les connexions.

`-U nomutilisateur, --username=nomutilisateur`

Le nom de l'utilisateur utilisé pour la connexion.

`-w, --no-password`

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier .pgpass), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

`-W, --password`

Force `createlang` à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire car `createlang` demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, `createlang` perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option `-W` pour éviter la tentative de connexion.

Environnement

PGDATABASE, PGHOST, PGPORT, PGUSER
Paramètres de connexion par défaut

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Diagnostiques

La plupart des messages d'erreur s'expliquent d'eux-mêmes. Dans le cas contraire, createlang peut être lancée avec l'option `-echo` afin d'obtenir les commandes SQL à examiner. De plus, tout paramètre de connexion par défaut et toute variable d'environnement utilisé par la bibliothèque libpq s'appliqueront.

Notes

`droplang(1)` est utilisé pour supprimer un langage.

Exemples

Installer le langage `pltcl` dans la base de données `template1` :

```
$ createlang pltcl template1
```

Installer un langage dans `template1` l'installe automatiquement dans les bases de données créées ultérieurement.

Voir aussi

`droplang(1)`, `CREATE EXTENSION(7)`, `CREATE LANGUAGE(7)`, Variables d'environnement (Section 32.14, « Variables d'environnement »)

Nom

createuser — Définir un nouveau compte utilisateur PostgreSQL™

Synopsis

```
createuser [option_connexion...] [option...] [nom_utilisateur]
```

Description

createuser crée un nouvel utilisateur PostgreSQL™ (ou, plus précisément, un rôle). Seuls les superutilisateurs et les utilisateurs disposant du droit CREATEROLE peuvent créer de nouveaux utilisateurs. createuser ne peut de ce fait être invoqué que par un utilisateur pouvant se connecter en superutilisateur ou en utilisateur ayant le droit CREATEROLE.

Pour créer un superutilisateur, il est impératif de se connecter en superutilisateur ; la simple connexion en utilisateur disposant du droit CREATEROLE n'est pas suffisante. Être superutilisateur implique la capacité d'outrepasser toutes les vérifications de droits d'accès à la base de données ; les priviléges de superutilisateur ne peuvent pas être accordés à la légère.

createuser est un enrobage de la commande SQL CREATE ROLE(7). Il n'y a pas de différence réelle entre la création d'utilisateurs par cet outil ou au travers d'autres méthodes d'accès au serveur.

Options

createuser accepte les arguments suivant en ligne de commande

nom_utilisateur

Le nom de l'utilisateur à créer. Ce nom doit être différent de tout rôle de l'instance courante de PostgreSQL™.

-c *numéro*, --connection-limit=*numéro*

Configure le nombre maximum de connexions simultanées pour le nouvel utilisateur. Par défaut, il n'y a pas de limite.

-d, --createdb

Le nouvel utilisateur est autorisé à créer des bases de données.

-D, --no-createdb

Le nouvel utilisateur n'est pas autorisé à créer des bases de données. Cela correspond au comportement par défaut.

-e, --echo

Les commandes engendrées par createuser et envoyées au serveur sont affichées.

-E, --encrypted

Le mot de passe de l'utilisateur est stocké chiffré dans la base. Si cette option n'est pas précisée, la gestion par défaut des mots de passe est utilisée.

-g *rôle*, --role=*rôle*

Indique le rôle auquel ce rôle sera automatiquement ajouté comme nouveau membre. Plusieurs rôles auxquels ce rôle sera ajouté comme membre peuvent être spécifiés en utilisant plusieurs fois l'option -g.

-i, --all

Le nouveau rôle hérite automatiquement des droits des rôles dont il est membre. Comportement par défaut.

-I, --no-all

Le nouveau rôle n'hérite pas automatiquement des droits des rôles dont il est membre.

--interactive

Demande le nom de l'utilisateur si aucun n'a été fourni sur la ligne de commande, et demande aussi les attributs équivalents aux options -d/-D, -r/-R, -s/-S si les options en ligne de commande n'ont pas été explicitement indiquées. (Cela correspond au comportement par défaut de PostgreSQL 9.1.)

-l, --login

Le nouvel utilisateur est autorisé à se connecter (son nom peut être utilisé comme identifiant initial de session). Comportement par défaut.

-L, --no-login

Le nouvel utilisateur n'est pas autorisé à se connecter. (Un rôle sans droit de connexion est toujours utile pour gérer les droits de la base de données.)

-N, --unencrypted

Le mot de passe de l'utilisateur n'est pas stocké chiffré. Si cette option n'est pas précisée, la gestion par défaut des mots de passe est utilisée.

-P, --pwprompt

L'utilisation de cette option impose à createuser d'afficher une invite pour la saisie du mot de passe du nouvel utilisateur. Cela n'a pas d'utilité si l'authentification par mot de passe n'est pas envisagée.

-r, --createrole

Le nouvel utilisateur est autorisé à créer de nouveaux rôles (il possède le privilège CREATEROLE).

-R, --no-createrole

Le nouvel utilisateur n'est pas autorisé à créer de nouveaux rôles. Cela correspond au comportement par défaut.

-s, --superuser

Le nouvel utilisateur a les priviléges superutilisateur.

-S, --no-superuser

Le nouvel utilisateur n'a pas les priviléges superutilisateur. Cela correspond au comportement par défaut.

-V, --version

Affiche la version de createuser, puis quitte.

--replication

Le nouvel utilisateur a l'attribut REPLICATION, décrit plus en détails dans la documentation pour CREATE ROLE(7).

--no-replication

Le nouvel utilisateur n'a pas l'attribut REPLICATION, décrit plus en détails dans la documentation pour CREATE ROLE(7).

createuser accepte aussi les arguments suivant en ligne de commande pour les paramètres de connexion :

-h *hôte*, --host=*hôte*

Le nom de l'hôte sur lequel le serveur est en cours d'exécution. Si la valeur commence avec un slash (/), elle est utilisée comme répertoire du socket de domaine Unix.

-p *port*, --port=*port*

Le port TCP ou l'extension du fichier socket de domaine Unix sur lequel le serveur attend des connexions.

-U *nomutilisateur*, --username=*nomutilisateur*

Nom de l'utilisateur utilisé pour la connexion (pas celui à créer).

-w, --no-password

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier .pgpass), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

-W, --password

Force createuser à demander un mot de passe (pour la connexion au serveur, pas pour le mot de passe du nouvel utilisateur).

Cette option n'est jamais obligatoire car createuser demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, createuser perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option -W pour éviter la tentative de connexion.

Environnement

PGHOST, PGPORT, PGUSER

Paramètres de connexion par défaut

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Diagnostiques

En cas de problèmes, on peut consulter CREATE ROLE(7) et psql(1) qui fournissent des informations sur les problèmes potentiels et les messages d'erreur. Le serveur de la base de données doit être en cours d'exécution sur l'hôte cible. De plus, tout paramétrage de connexion par défaut et toute variable d'environnement utilisée par le client de la bibliothèque libpq s'applique.

Exemples

Créer un utilisateur joe sur le serveur de bases de données par défaut :

```
$ createuser joe
```

Pour créer un utilisateur joe sur le serveur de base de données avec le mode interactif :

```
$ createuser --interactive joe
Shall the new role be a superuser? (y/n) n
Shall the new role be allowed to create databases? (y/n) n
Shall the new role be allowed to create more new roles? (y/n) n
```

Créer le même utilisateur, joe, sur le serveur eden, port 5000, sans interaction, avec affichage de la commande sous-jacente :

```
$ createuser -h eden -p 5000 -s -D -R -e joe
CREATE ROLE joe NOSUPERUSER NOCREATEDB NOCREATEROLE INHERIT LOGIN;
```

Créer l'utilisateur joe, superutilisateur, et lui affecter immédiatement un mot de passe :

```
$ createuser -P -s -e joe
Enter password for new role: xyzzy
Enter it again: xyzzy
CREATE ROLE joe PASSWORD 'xyzzy' SUPERUSER CREATEDB CREATEROLE INHERIT LOGIN;
CREATE ROLE
```

Dans l'exemple ci-dessus, le nouveau mot de passe n'est pas affiché lorsqu'il est saisi. Il ne l'est ici que pour plus de clareté. Comme vous le voyez, le mot de passe est chiffré avant d'être envoyé au client. Si l'option **--unencrypted** est utilisé, le mot de passe apparaîtra dans la commande affichée (et aussi dans les journaux applicatifs et certainement ailleurs), donc vous ne devrez pas utiliser **-e** dans ce cas, surtout si quelqu'un d'autre voit votre écran à ce moment.

Voir aussi

[dropuser\(1\)](#), [CREATE ROLE\(7\)](#)

Nom

`dropdb` — Supprimer une base de données PostgreSQL™

Synopsis

`dropdb [option_connexion...] [option...] nom_base`

Description

`dropdb` détruit une base de données PostgreSQL™. L'utilisateur qui exécute cette commande doit être superutilisateur ou le propriétaire de la base de données.

`dropdb` est un enrobage de la commande SQL `DROP DATABASE(7)`. Il n'y a aucune différence réelle entre la suppression de bases de données avec cet outil et celles qui utilisent d'autres méthodes d'accès au serveur.

Options

`dropdb` accepte les arguments suivants en ligne de commande :

nom_base

Le nom de la base de données à supprimer.

`-e, --echo`

Les commandes engendrées et envoyées au serveur par `dropdb` sont affichées.

`-i, --interactive`

Une confirmation préalable à toute destruction est exigée.

`-V, --version`

Affiche la version de `dropdb` puis quitte.

`--if-exists`

Permet de ne pas déclencher d'erreur si la base de données n'existe pas. Un simple message d'avertissement est retourné dans ce cas.

`-?, --help`

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de `dropdb`, puis quitte

`dropdb` accepte aussi les arguments suivants en ligne de commande pour les paramètres de connexion :

`-h hôte, --host=hôte`

Le nom d'hôte de la machine sur laquelle le serveur fonctionne. Si la valeur débute par une barre oblique (/ ou slash), elle est utilisée comme répertoire de la socket de domaine Unix.

`-p port, --port=port`

Le port TCP ou l'extension du fichier de la socket locale de domaine Unix sur laquelle le serveur attend les connexions.

`-U nomutilisateur, --username=nomutilisateur`

Le nom de l'utilisateur utilisé pour la connexion.

`-w, --no-password`

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier .pgpass), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

`-W, --password`

Force `dropdb` à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire car `dropdb` demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, `dropdb` perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option `-W` pour éviter la tentative de connexion.

`--maintenance-db=nom_base-maintenance`

Spécifie le nom de la base de données à laquelle se connecter pour supprimer la base de donnée spécifiée. Si elle n'est pas spécifiée, la base de données `postgres` est utilisée ; si elle n'existe pas (ou si il s'agit du nom de la base à supprimer), la base `template1` est utilisée.

Environnement

PGHOST, PGPORT, PGUSER

Paramètres de connexion par défaut

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Diagnostiques

En cas de difficultés, il peut être utile de consulter DROP DATABASE(7) et psql(1), sections présentant les problèmes éventuels et les messages d'erreur.

Le serveur de base de données doit fonctionner sur le serveur cible. Les paramètres de connexion éventuels et les variables d'environnement utilisés par la bibliothèque cliente libpq s'appliquent.

Exemples

Détruire la base de données `demo` sur le serveur de bases de données par défaut :

```
$ dropdb demo
```

Détruire la base de données `demo` en utilisant le serveur hébergé sur l'hôte `eden`, qui écoute sur le port 5000, avec demande de confirmation et affichage de la commande sous-jacente :

```
$ dropdb -p 5000 -h eden -i -e demo
Database "demo" will be permanently deleted.
Are you sure? (y/n) y
DROP DATABASE demo;
```

Voir aussi

[createdb\(1\)](#), [DROP DATABASE\(7\)](#)

Nom

droplang — Supprimer un langage procédural

Synopsis

```
droplang [option_connexion...] nom_langage [nom_bd]
```

```
droplang [option_connexion...] --list | -l [nom_db]
```

Description

droplang est un outil permettant de supprimer un langage procédural existant à partir d'une base de données PostgreSQL™.

droplang est un script appelant directement la commande SQL DROP EXTENSION(7).



Attention

droplang est obsolète et pourrait être supprimé dans une version future de PostgreSQL™. L'utilisation directe de la commande **DROP EXTENSION** est recommandée à la place.

Options

droplang accepte les arguments en ligne de commande :

nom_langage

Le nom du langage de programmation à supprimer. (Ce nom est en minuscule.)

-d, **--dbname=** *nom_bd*

La base de données qui contient le langage à supprimer. Par défaut, le nom de la base est équivalent à celui du nom de l'utilisateur système qui lance la commande.

-e, **--echo**

Les commandes SQL exécutées sont affichées.

-l, **--list**

La liste des langages installés sur la base de données cible est affiché.

-v, **--version**

Affiche la version de droplang puis quitte.

-?, **--help**

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de droplang, puis quitte

droplang accepte aussi les arguments suivants sur la ligne de commande pour les paramètres de connexion :

-h *hôte*, **--host=***hôte*

Le nom d'hôte de la machine sur lequel le serveur fonctionne. Si la valeur commence par une barre oblique (/ ou slash), elle est utilisée comme répertoire du socket de domaine Unix.

-p *port*, **--port=***port*

Le port TCP ou l'extension du fichier de la socket de domaine Unix sur lequel le serveur écoute les connexions.

-U *nomutilisateur*, **--username=***nomutilisateur*

Le nom de l'utilisateur utilisé pour la connexion.

-w, **--no-password**

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier .pgpass), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

-W, **--password**

Force droplang à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire car droplang demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, droplang perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un

mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option `-W` pour éviter la tentative de connexion.

Environnement

PGDATABASE, PGHOST, PGPORT, PGUSER

Paramètres de connexion par défaut

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Diagnostiques

La plupart des messages d'erreurs sont explicites. Dans le cas contraire, on peut utiliser `droplang` avec l'option `--echo` et regarder la commande SQL correspondante pour obtenir plus de détails. De plus, tout paramètre de connexion par défaut et toute variable d'environnement utilisé par la bibliothèque libpq s'appliqueront.

Notes

`createlang(1)` est utilisé pour ajouter un langage.

Exemples

Supprimer le langage `pltcl` :

```
$ droplang pltcl nomdb
```

Voir aussi

`createlang(1)`, `DROP EXTENSION(7)`, `DROP LANGUAGE(7)`

Nom

dropuser — Supprimer un compte utilisateur PostgreSQL™

Synopsis

```
dropuser [option_connexion...] [option...] [nomutilisateur]
```

Description

dropuser supprime un utilisateur. Seuls les superutilisateurs et les utilisateurs disposant du droit CREATEROLE peuvent supprimer des utilisateurs (seul un superutilisateur peut supprimer un superutilisateur).

dropuser est un enrobage de la commande SQL DROP ROLE(7). Il n'y a pas de différence réelle entre la suppression des utilisateurs à l'aide de cet outil ou à l'aide d'autres méthodes d'accès au serveur.

Options

dropuser accepte les arguments suivants en ligne de commande :

nomutilisateur

Le nom de l'utilisateur PostgreSQL™ à supprimer. Un nom est demandé s'il n'est pas fourni sur la ligne de commande et que l'option **-i**/--interactive est utilisé.

-e, --echo

Les commandes engendrées et envoyées au serveur par dropuser sont affichées.

-i, --interactive

Une confirmation est demandée avant la suppression effective de l'utilisateur. La commande demande aussi le nom de l'utilisateur si aucun nom n'a été fourni sur la ligne de commande.

-v, --version

Affiche la version de dropuser puis quitte.

--if-exists

Ne renvoie pas d'erreur si l'utilisateur n'existe pas. Un message d'avertissement est envoyé dans ce cas.

-?, --help

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de dropuser, puis quitte

dropuser accepte aussi les arguments suivants en ligne de commande pour les paramètres de connexion :

-h *hôte*, --host=*hôte*

Le nom d'hôte de la machine sur lequel le serveur fonctionne. Si la valeur commence par une barre oblique (/ ou slash), elle est utilisée comme répertoire du socket de domaine Unix.

-p *port*, --port=*port*

Le port TCP ou l'extension du fichier du socket local de domaine Unix sur lequel le serveur attend les connexions.

-U *nomutilisateur*, --username=*nomutilisateur*

Le nom de l'utilisateur utilisé pour la connexion.

-w, --no-password

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier .pgpass), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

-W, --password

Force dropuser à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire car dropuser demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, dropuser perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option **-W** pour éviter la tentative de connexion.

Environnement

PGDATABASE, PGHOST, PGPORT, PGUSER
Paramètres de connexion par défaut.

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Diagnostiques

En cas de difficultés, il peut être utile de consulter DROP ROLE(7) et psql(1), sections présentant les problèmes éventuels et les messages d'erreur.

Le serveur de base de données doit fonctionner sur le serveur cible. Les paramètres de connexion éventuels et les variables d'environnement utilisés par la bibliothèque cliente libpq s'appliquent.

Exemples

Supprimer l'utilisateur joe de la base de données par défaut :

```
$ dropuser joe
```

Supprimer l'utilisateur joe sur le serveur hébergé sur l'hôte eden, qui écoute sur le port 5000, avec demande de confirmation et affichage de la commande sous-jacente :

```
$ dropuser -p 5000 -h eden -i -e joe
Role "joe" will be permanently removed.
Are you sure? (y/n) y
DROP ROLE joe;
```

Voir aussi

createuser(1), DROP ROLE(7)

Nom

ecpg — Préprocesseur C pour le SQL embarqué

Synopsis

ecpg [*option...*] *fichier...*

Description

ecpg est le préprocesseur du SQL embarqué pour les programmes écrits en C. Il convertit des programmes écrits en C contenant des instructions SQL embarqué en code C normal. Pour se faire, les appels au SQL sont remplacés par des appels spéciaux de fonctions. Les fichiers en sortie peuvent être traités par n'importe quel compilateur C.

ecpg convertit chaque fichier en entrée, donné sur la ligne de commande, en un fichier C correspondant. Les fichiers en entrée ont de préférence l'extension `.pgc`. L'extension sera remplacée par `.c` pour déterminer le nom du fichier en sortie. Ce nom peut aussi être surchargé en utilisant l'option `-o`.

Cette page de référence ne décrit pas le langage SQL embarqué. Voir Chapitre 34, ECPG SQL embarqué en C pour plus d'informations sur ce thème.

Options

ecpg accepte les arguments suivants en ligne de commande :

- C**
Engendre automatiquement du code C à partir de code SQL. Actuellement, cela fonctionne pour `EXEC SQL TYPE`.
- C mode**
Initialise un mode de compatibilité. *mode* peut être `INFORMIX` ou `INFORMIX_SE`.
- D symbol**
Définit un symbole du préprocesseur C.
- i**
Les fichiers d'en-tête du système sont également analysés.
- I répertoire**
Spécifie un chemin d'inclusion supplémentaire, utilisé pour trouver les fichiers inclus via `EXEC SQL INCLUDE`. Par défaut, il s'agit de `.` (répertoire courant), `/usr/local/include`, du répertoire de fichiers entêtes de PostgreSQL™ défini à la compilation (par défaut : `/usr/local/pgsql/include`), puis de `/usr/include`, dans cet ordre.
- o nom_fichier**
Indique le nom du fichier de sortie, *nom_fichier*, utilisé par **ecpg**.
- r option**
Sélectionne un comportement en exécution. *option* peut avoir une des valeurs suivantes :
 - no_indicator**
Ne pas utiliser d'indicateurs mais utiliser à la place des valeurs spéciales pour représenter les valeurs NULL. Historiquement, certaines bases de données utilisent cette approche.
 - prepare**
Préparer toutes les instructions avant de les utiliser. Libecpg conservera un cache d'instructions préparées et réutilisera une instruction si elle est de nouveau exécutée. Si le cache est plein, libecpg libérera l'instruction la moins utilisée.
 - questionmarks**
Autoriser les points d'interrogation comme marqueur pour des raisons de compatibilité. C'était la valeur par défaut il y a longtemps.
- t**
Active la validation automatique (autocommit) des transactions. Dans ce mode, chaque commande SQL est validée automatiquement, sauf si elle est à l'intérieur d'un bloc de transaction explicite. Dans le mode par défaut, les commandes ne sont validées qu'à l'exécution de `EXEC SQL COMMIT`.
- v**
Affiche des informations supplémentaires dont la version et le chemin des entêtes.

```
--version  
    Affiche la version de ecpg et quitte.  
-?, --help  
    Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de ecpg et quitte.
```

Notes

Lors de la compilation de fichiers C prétraités, le compilateur a besoin de trouver les fichiers d'en-tête ECPG dans le répertoire des entêtes de PostgreSQL™. De ce fait, il faut généralement utiliser l'option `-I` lors de l'appel du compilateur (c'est-à-dire `-I/usr/local/pgsql/include`).

Les programmes C qui utilisent du SQL embarqué doivent être liés avec la bibliothèque `libecpg`. Cela peut peut être effectué, par exemple, en utilisant les options de l'éditeur de liens `-L/usr/local/pgsql/lib -lecpq`.

La valeur réelle des répertoires, fonction de l'installation, peut être obtenue par l'utilisation de la commande `pg_config(1)`.

Exemples

Soit un fichier source C contenant du SQL embarqué nommé `prog1.pgc`. Il peut être transformé en programme exécutable à l'aide des commandes suivantes :

```
ecpg prog1.pgc  
cc -I/usr/local/pgsql/include -c prog1.c  
cc -o prog1 prog1.o -L/usr/local/pgsql/lib -lecpq
```

Nom

`pg_basebackup` — réalise une sauvegarde de base d'une instance PostgreSQL™

Synopsis

`pg_basebackup [option...]`

Description

`pg_basebackup` est utilisé pour prendre une sauvegarde de base d'une instance PostgreSQL™ en cours d'exécution. Elles se font sans affecter les autres clients du serveur de bases de données et peuvent être utilisées pour une restauration jusqu'à un certain point dans le temps (voir Section 25.3, « Archivage continu et récupération d'un instantané (PITR) ») ou comme le point de départ d'un serveur en standby, par exemple avec la réPLICATION en flux (voir Section 26.2, « Serveurs de Standby par transfert de journaux »).

`pg_basebackup` fait une copie binaire des fichiers de l'instance en s'assurant que le système est mis en mode sauvegarde puis en est sorti. Les sauvegardes sont toujours faites sur l'ensemble de l'instance, il n'est donc pas possible de sauvegarder une base individuelle ou des objets d'une base. Pour les sauvegardes de ce type, un outil comme `pg_dump(1)` doit être utilisé.

La sauvegarde se fait via une connexion PostgreSQL™ standard et utilise le protocole de réPLICATION. La connexion doit se faire avec un utilisateur doté de l'attribut REPLICATION ou SUPERUSER (voir Section 21.2, « Attributs des rôles »), et `pg_hba.conf` doit explicitement permettre la connexion de réPLICATION. Le serveur doit aussi être configuré avec un `max_wal_senders` suffisamment élevé pour laisser au moins une connexion disponible pour la sauvegarde.

Plusieurs commandes `pg_basebackup` peuvent être exécutées en même temps mais il est préférable pour les performances de n'en faire qu'une seule et de copier le résultat.

`pg_basebackup` peut effectuer une sauvegarde non seulement à partir du serveur maître mais aussi du serveur esclave. Pour effectuer une sauvegarde à partir de l'esclave, paramétrer l'esclave de manière à ce qu'il accepte les connexions pour réPLICATION (c'est-à-dire définir les paramètres `max_wal_senders` et `hot_standby`, et configurer l'authentification du client). Il sera aussi nécessaire d'activer `full_page_writes` sur le maître.

À noter qu'il existe des limites à la sauvegarde à chaud depuis un serveur esclave :

- Le fichier d'historique de la sauvegarde n'est pas créé dans l'instance de la base qui a été sauvegardée.
- Il n'y a aucune garantie qu'à la fin de la sauvegarde l'ensemble des fichiers WAL nécessaires à la sauvegarde soient archivés. Si vous voulez utiliser la sauvegarde pour une restauration d'archive et être sûr que tous les fichiers soient disponibles à ce moment, vous devez les inclure à la sauvegarde au moyen de l'option `-x`.
- Si le serveur esclave est promu maître durant la sauvegarde à chaud, la sauvegarde échouera.
- Toutes les entrées WAL nécessaires à la sauvegarde doivent disposer de suffisamment de pages complètes, ce qui nécessite d'activer `full_page_writes` sur le maître et de ne pas utiliser d'outils comme `pg_compresslog` en tant qu'`archive_command` pour supprimer les pages complètes inutiles des fichiers WAL.

Options

Les options suivantes en ligne de commande contrôlent l'emplacement et le format de la sortie.

`-D répertoire, --pgdata=répertoire`

Répertoire où sera écrit la sortie. `pg_basebackup` créera le répertoire et tous les sous-répertoires si nécessaire. Le répertoire peut déjà exister mais doit être vide. Dans le cas contraire, une erreur est renvoyée.

Quand la sauvegarde est en mode tar et que le répertoire est spécifié avec un tiret (-), le fichier tar sera écrit sur `stdout`.

Cette option est requise.

`-F format, --format=format`

Sélectionne le format de sortie. `format` peut valoir :

`p, plain`

Écrit des fichiers standards, avec le même emplacement que le répertoire des données et les tablespaces d'origine. Quand l'instance n'a pas de tablespace supplémentaire, toute la base de données sera placée dans le répertoire cible. Si l'instance contient des tablespaces supplémentaires, le répertoire principal des données sera placé dans le répertoire cible mais les autres tablespaces seront placés dans le même chemin absolu que celui d'origine.

C'est le format par défaut.

t, tar

Écrit des fichiers tar dans le répertoire cible. Le répertoire principal de données sera écrit sous la forme d'un fichier nommé `base.tar` et tous les autres tablespaces seront nommés d'après l'OID du tablespace.

Si la valeur `-` (tiret) est indiquée comme répertoire cible, le contenu du tar sera écrit sur la sortie standard, ce qui est intéressant pour une compression directe via un tube. Ceci est seulement possible si l'instance n'a pas de tablespace supplémentaire.

-r taux, --max-rate=taux

Le taux maximum de transfert de données avec le serveur. Les valeurs sont en kilo-octets par seconde. Le suffixe `M` indique des mégaoctets par seconde. Un suffixe `k` est aussi accepté mais n'a pas d'effet supplémentaire. Les valeurs valides vont de 32 ko/s à 1024 Mo/s.

Le but est de limiter l'impact de pg_basebackup sur le serveur.

Cette option affecte le transfert du répertoire de données. Le transfert des journaux de transactions est seulement affecté si la méthode de récupération est `fetch`.

-R, --write-recovery-conf

Écrit un fichier de configuration `recovery.conf` minimal dans le répertoire en sortie (ou dans le fichier d'archive du répertoire principal des données lors de l'utilisation du format tar) pour faciliter la configuration d'un serveur standby. Le fichier `recovery.conf` enregistrera les paramètres de connexion et, si indiqué, le slot de réPLICATION utilisé par pg_basebackup, pour que la réPLICATION en flux utilise la même configuration.

-S nom_slot, --slot=nom_slot

Cette option peut seulement être utilisée avec l'option `-X stream`. Elle fait en sorte que l'envoi des journaux dans le flux de réPLICATION utilise le slot de réPLICATION indiqué. Si la sauvegarde de base doit être utilisée pour un serveur standby avec un slot de réPLICATION, elle devrait alors utiliser le même nom pour le slot de réPLICATION dans le fichier `recovery.conf`. Ainsi, il est certain que le serveur ne supprimera pas les journaux nécessaires entre la fin de la sauvegarde et le début de lancement de la réPLICATION en flux.

-T ancien_repertoire=nouveau_repertoire, --tablespace-mapping=ancien_repertoire=nouveau_repertoire

Transfère le tablespace du répertoire `ancien_repertoire` vers le répertoire `nouveau_repertoire` pendant la sauvegarde. Pour bien fonctionner, `ancien_repertoire` doit correspondre exactement à la spécification du tablespace tel qu'il est actuellement défini. (Mais il n'y a pas d'erreur s'il n'y a aucun tablespace dans `ancien_repertoire` contenu dans la sauvegarde.) `ancien_repertoire` et `nouveau_repertoire` doivent être des chemins absolus. Si un chemin survient pour contenir un signe `=`, échappez-le avec un anti-slash. Cette option peut être spécifiée plusieurs fois pour différents tablespaces. Voir les exemples ci-dessus.

Si un tablespace est transféré de cette façon, les liens symboliques à l'intérieur du répertoire de données principal sont mis à jour pour pointer vers le nouvel emplacement. Du coup, le nouveau répertoire de données est prêt à être utilisé sur la nouvelle instance.

--xlogdir=rep_xlog

Indique l'emplacement du répertoire des journaux de transactions. `rep_xlog` doit être un chemin absolu. Le répertoire des journaux de transactions peut seulement être spécifié quand la sauvegarde est en mode plain.

-x, --xlog

Utiliser cette option est équivalent à utiliser `-X` avec la méthode `fetch`.

-X method, --xlog-method=method

Inclut les journaux de transactions requis (fichiers WAL) dans la sauvegarde. Cela inclura toutes les transactions intervenues pendant la sauvegarde. Si cette option est précisée, il est possible de lancer un postmaster directement sur le répertoire extrait sans avoir besoin de consulter les archives des journaux, ce qui rend la sauvegarde complètement autonome.

Les méthodes suivantes sont supportées pour récupérer les journaux de transactions :

f, fetch

Les journaux de transactions sont récupérés à la fin de la sauvegarde. Cela étant, il est nécessaire de définir le paramètre `wal_keep_segments` à une valeur suffisamment élevée pour que le journal ne soit pas supprimé avant la fin de la sauvegarde. Si le journal est l'objet d'une rotation au moment où il doit être transféré, la sauvegarde échouera et sera inutilisable.

s, stream

Envoye le journal de transactions tandis que la sauvegarde se réalise. Cette option ouvre une seconde connexion sur le serveur et commence l'envoi du journal de transactions en parallèle tout en effectuant la sauvegarde. À cet effet, ce mécanisme s'appuie sur deux connexions configurées par le paramètre `max_wal_senders`. Ce mode permet de ne pas avoir à sauvegarder des journaux de transactions additionnels sur le serveur maître, aussi longtemps que le client pourra suivre le flux du journal

de transactions.

-z, --gzip

Active la compression gzip de l'archive tar en sortie, avec le niveau de compression par défaut. La compression est disponible seulement lors de l'utilisation du format tar.

-Z *niveau*, --compress=*niveau*

Active la compression gzip du fichier tar en sortie, et précise le niveau de compression (de 0 à 9, 0 pour sans compression, 9 correspondant à la meilleure compression). La compression est seulement disponible lors de l'utilisation du format tar.

Les options suivantes en ligne de commande contrôlent la génération de la sauvegarde et l'exécution du programme.

-c *fast/spread*, --checkpoint=*fast/spread*

Configure le mode du checkpoint à immédiat (fast) ou en attente (spread, la valeur par défaut). Voir Section 25.3.3, « Effectuer une sauvegarde de base avec l'API bas niveau ».

-l *label*, --label=*label*

Configure le label de la sauvegarde. Sans indication, une valeur par défaut, « pg_basebackup base backup » sera utilisée.

-P, --progress

Active l'indicateur de progression. Activer cette option donnera un rapport de progression approximatif lors de la sauvegarde. Comme la base de données peut changer pendant la sauvegarde, ceci est seulement une approximation et pourrait ne pas se terminer à exactement 100 %. En particulier, lorsque les journaux de transactions sont inclus dans la sauvegarde, la quantité totale de données ne peut pas être estimée à l'avance et, dans ce cas, la taille cible estimée va augmenter quand il dépasse l'estimation totale sans les journaux de transactions.

Quand cette option est activée, le serveur commencera par calculer la taille totale des bases de données, puis enverra leur contenu. Du coup, cela peut rendre la sauvegarde plus longue, en particulier plus longue avant l'envoi de la première donnée.

-v, --verbose

Active le mode verbeux, qui affichera les étapes supplémentaires pendant le démarrage et l'arrêt ainsi que le nom de fichier exact qui est en cours de traitement si le rapport de progression est aussi activé.

Les options suivantes en ligne de commande contrôlent les paramètres de connexion à la base de données.

-d *connstr*, --dbname=*connstr*

Indique les paramètres utilisés pour se connecter au serveur sous la forme d'une chaîne de connexion. Voir Section 32.1.1, « Chaînes de connexion » pour plus d'informations.

Cette option est appelée --dbname par cohérence avec les autres applications clientes mais comme pg_basebackup ne se connecte à aucune base de données particulière dans l'instance, le nom de la base de données dans la chaîne de connexion est ignorée.

-h *hôte*, --host=*hôte*

Indique le nom d'hôte de la machine sur laquelle le serveur de bases de données est exécuté. Si la valeur commence par une barre oblique (/), elle est utilisée comme répertoire pour le socket de domaine Unix. La valeur par défaut est fournie par la variable d'environnement PGHOST, si elle est initialisée. Dans le cas contraire, une connexion sur la socket de domaine Unix est tentée.

-p *port*, --port=*port*

Indique le port TCP ou l'extension du fichier local de socket de domaine Unix sur lequel le serveur écoute les connexions. La valeur par défaut est fournie par la variable d'environnement PGPORT, si elle est initialisée. Dans le cas contraire, il s'agit de la valeur fournie à la compilation.

-s *interval*, --status-interval=*interval*

Spécifie le rythme en secondes de l'envoi des paquets au serveur informant de l'état en cours. Ceci permet une supervision plus facile du progrès à partir du serveur. Une valeur de zéro désactive complètement les mises à jour périodiques de statut, bien qu'une mise à jour sera toujours envoyée lorsqu'elle est demandée par le serveur, pour éviter une déconnexion suite au dépassement d'un délai. La valeur par défaut est de 10 secondes.

-U *nomutilisateur*, --username=*nomutilisateur*

Le nom d'utilisateur utilisé pour la connexion.

-w, --no-password

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier .pgpass), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

-W, --password

Force pg_basebackup à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais nécessaire car pg_basebackup demande automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, pg_basebackup perd une tentative de connexion pour tester si le serveur demande un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option -W pour éviter la tentative de connexion.

D'autres options sont aussi disponibles :

-V, --version

Affiche la version de pg_basebackup puis quitte.

-?, --help

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de pg_basebackup, puis quitte

Environnement

Cet outil, comme la plupart des outils PostgreSQL™, utilise les variables d'environnement supportées par libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Notes

Au début d'une sauvegarde, un checkpoint doit être écrit sur le serveur où est réalisé la sauvegarde. Tout spécialement si l'option --checkpoint=fast n'est pas utilisée, ceci peut prendre du temps pendant lequel pg_basebackup semblera inoccupé.

La sauvegarde inclura tous les fichiers du répertoire de données et des tablespaces, ceci incluant les fichiers de configuration et tout fichier supplémentaire placé dans le répertoire par d'autres personnes. Seuls les fichiers réguliers et les répertoires sont copiés. Les liens symboliques (autres que ceux utilisés pour les tablespaces) et les fichiers spéciaux de périphériques sont ignorés. (Voir Section 51.4, « Protocole de réPLICATION en continu » pour des détails précis.)

Les tablespaces seront en format plain par défaut et seront sauvegardés avec le même chemin que sur le serveur, sauf si l'option --tablespace-mapping est utilisée. Sans cette option, lancer une sauvegarde de format plain sur le même serveur ne fonctionnera pas si les tablespaces sont utilisés car la sauvegarde devra écrire dans les mêmes répertoires que ceux des tablespaces originaux.

Quand le format tar est utilisé, c'est de la responsabilité de l'utilisateur de déballer chaque archive tar avant de démarrer le serveur PostgreSQL. S'il existe des tablespaces supplémentaires, les archives tar les concernant doivent être déballés au même emplacement. Dans ce cas, les liens symboliques pour ces tablespaces seront créés par le serveur suivant le contenu du fichier tablespace_map qui est inclus dans le fichier base.tar.

pg_basebackup fonctionne sur les serveurs de même version ou de versions plus anciennes (donc de version supérieure ou égale à la 9.1). Néanmoins, le mode de flux de journaux (option -X) fonctionne seulement avec les serveurs en version 9.3 et ultérieures, et le format tar (--format=tar) de la version actuelle fonctionne seulement avec les serveurs en version 9.5 et ultérieures.

Exemples

Pour créer une sauvegarde de base du serveur mon_sgbd et l'enregistrer dans le répertoire local /usr/local/pgsql/data :

```
$ pg_basebackup -h mon_sgbd -D /usr/local/pgsql/data
```

Pour créer une sauvegarde du serveur local avec un fichier tar compressé pour chaque tablespace, et stocker le tout dans le répertoire sauvegarde, tout en affichant la progression pendant l'exécution :

```
$ pg_basebackup -D sauvegarde -Ft -z -P
```

Pour créer une sauvegarde d'une base de données locale avec un seul tablespace et la compresser avec bzip2™ :

```
$ pg_basebackup -D - -Ft | bzip2 > backup.tar.bz2
```

(cette commande échouera s'il existe plusieurs tablespaces pour cette instance)

Pour créer une sauvegarde d'une base locale où le tablespace situé dans /opt/ts doit être déplacé vers ./backup/ts :

```
$ pg_basebackup -D backup/data -T /opt/ts=$(pwd)/backup/ts
```

Voir aussi

[pg_dump\(1\)](#)

Nom

pgbench — Réalise un test de benchmark pour PostgreSQL™

Synopsis

```
pgbench -i [option...] [nom_base]
pgbench [option...] [nom_base]
```

Description

pgbench est un programme pour réaliser des tests de performances (*benchmark* en anglais) sur PostgreSQL™. Il exécute la même séquence de commandes SQL en continu, potentiellement avec plusieurs sessions concurrentes et ensuite il calcule le taux de transactions moyen (en transactions par secondes). Par défaut, pgbench teste un scénario vaguement basé sur TPC-B, impliquant cinq commandes **SELECT**, **UPDATE** et **INSERT** par transaction. Toutefois, il est facile de tester d'autres scénarios en écrivant ses propres scripts de transactions.

Une sortie classique de pgbench ressemble à ceci :

```
transaction type: <builtin: TPC-B (sort of)>
scaling factor: 10
query mode: simple
number of clients: 10
number of threads: 1
number of transactions per client: 1000
number of transactions actually processed: 10000/10000
tps = 85.184871 (including connections establishing)
tps = 85.296346 (excluding connections establishing)
```

Les six premières lignes rapportent quelques-uns des paramètres les plus importants qui ont été définis. La ligne suivante remonte le nombre de transactions réalisées et prévues. (La seconde rapporte juste le ratio entre le nombre de clients et le nombre de transactions par client). Ils seront équivalents à moins que l'exécution ait échoué avant la fin. (Avec le mode **-T**, seul le nombre réel de transactions est affiché.) Les deux dernières lignes remontent le nombre de transactions par secondes incluant ou pas le temps utilisé à démarrer une session.

Les transactions tests, par défaut TPC-B, nécessitent d'avoir défini des tables spécifiques au préalable. pgbench devrait être utilisé avec l'option **-i** (initialisation) pour créer et peupler ces tables. (Si vous testez un script personnalisé, vous n'aurez pas besoin de cette étape, mais vous aurez besoin de mettre en place tout ce dont votre script aura besoin pour réaliser ces tests). Une initialisation ressemble à ça :

```
pgbench -i [ autres-options
] nom_base
```

Où *nom_base* est le nom de la base de données existante sur laquelle on conduit les tests. (Vous aurez aussi probablement besoin des options **-h**, **-p** et/ou **-U** qui spécifient comment se connecter à l'instance de base de données.)



Attention

pgbench **-i** crée quatre tables nommées pgbench_branches, pgbench_tellers, pgbench_accounts et pgbench_history et détruisant toute table qui porterait l'un de ces noms. Attention à utiliser une autre base de données si vous avez des tables qui portent ces noms !

Par défaut, avec un facteur d'échelle de 1, les tables contiennent initialement le nombre de lignes suivant :

table	# de lignes
pgbench_branches	1
pgbench_tellers	10
pgbench_accounts	100000
pgbench_history	0

Vous pouvez (et, dans la plupart des cas, devriez) augmenter le nombre de lignes en utilisant l'option **-s**. Le facteur de remplissage **-F** peut aussi être utilisée à cet effet.

Une fois les installations préliminaires réalisées, vous pouvez lancer vos benchmarks avec les options qui conviennent et ne plus utiliser l'option `-i` :

```
pgbench [ options ]
nom_base
```

Dans presque tous les cas, vous allez avoir besoin de certaines options pour rendre vos tests plus pertinents. Les options les plus importantes sont celles qui concernent : le nombre de clients (`-c`), le nombre de transactions (`-t`), l'intervalle de temps (`-T`) et le script à lancer (`-f`). Vous trouverez ci-dessous toutes les options disponibles.

Options

La partie suivante est divisée en trois sous-parties : Les options utiles à la phase d'initialisation sont différentes des options utilisées pendant les test de performances, et certaines options sont utiles dans les deux cas.

Options d'initialisation

Pour réaliser l'initialisation, pgbench accepte les arguments suivants en ligne de commande :

- `-i, --initialize`
Nécessaire pour être en mode initialisation.
- `-F fillfactor, --fillfactor= fillfactor`
Crée les tables pgbench_accounts, pgbench_tellers et pgbench_branches avec le facteur de remplissage (fillfactor) spécifié.
La valeur par défaut est 100.
- `-n, --no-vacuum`
Ne réalise pas d'opération de VACUUM après l'initialisation.
- `-q, --quiet`
Passe du mode verbeux au mode silencieux, en affichant seulement un message toutes les cinq secondes. Par défaut, on affiche un message toutes les 100000 lignes, ce qui engendre souvent la génération de plusieurs lignes de journal toutes les secondes (particulièrement sur du bon matériel)
- `-s scale_factor, --scale= scale_factor`
Multiplie le nombre de lignes générées par le facteur d'échelle (scale factor) Par exemple, `-s 100` va créer 10 millions de lignes dans la table pgbench_accounts. La valeur par défaut est 1. Lorsque l'échelle dépasse 20 000, les colonnes utilisées pour contenir les identifiants de compte (colonnes `aid`) vont être converties en grands entiers (bigint), de manière à être suffisamment grandes pour contenir un grand intervalle d'identifiants de compte.
- `--foreign-keys`
Crée une contrainte de type clé étrangère entre les tables standards.
- `--index-tablespace=index_tablespace`
Crée un index sur le tablespace spécifié, plutôt que sur le tablespace par défaut.
- `--tablespace=tablespace`
Crée une table sur le tablespace spécifié, plutôt que sur le tablespace par défaut.
- `--unlogged-tables`
Crée toutes les tables en tant que tables non journalisées, plutôt qu'en tant que des tables permanentes.

Options Benchmark

Pour réaliser un benchmark pgbench accepte les arguments suivants en ligne de commande :

- `-b nom_script[@poids], --builtin=nom_script[@poids]`
Ajoute le script interne spécifié à la liste des scripts exécutés. Un entier optionnel, le poids, peut être saisi après un caractère @. Il permet d'ajuster la probabilité d'exécution du script. S'il n'est pas indiqué, le poids vaut 1. Tous les scripts internes disponibles sont tpcb-like, simple-update et select-only. L'utilisation des préfixes non ambigus des noms de scripts internes est acceptée. En utilisant le nom spécial list, la commande affiche la liste des scripts internes, puis quitte immédiatement.
- `-c clients, --client= clients`
Nombre de clients simulés, c'est-à-dire le nombre de sessions concurrenentes sur la base de données. La valeur par défaut est à 1.
- `-C, --connect`

Établit une nouvelle connexion pour chaque transaction, plutôt que de ne le faire qu'une seule fois par session cliente. C'est une option très utile pour mesurer la surcharge engendrée par la connexion.

-d, --debug

Affiche les informations de debug.

-D *variable*=*value*, --define=*variable*=*value*

Définit une variable à utiliser pour un script personnalisé Voir ci-dessous pour plus de détails. Il est possible d'utiliser plusieurs fois l'option -D.

-f *nom_fichier*[@*poids*], --file=*nom_fichier*[@*poids*]

Ajouter un script de transactions nommé *nom_fichier* à la liste des scripts exécutés. Il est possible de préciser un poids, sous la forme d'un entier optionnel après le caractère @ pour permettre d'ajuster la probabilité d'exécuter le test. Voir ci-dessous pour les détails.

-j *threads*, --jobs=*threads*

Nombre de processus utilisés dans pgbench. Utiliser plus d'un thread peut être utile sur des machines possédant plusieurs coeurs. Les clients sont distribués de la manière la plus égale possible parmi les threads. La valeur par défaut est 1.

-l, --log

Rapporte le temps utilisé par chaque transaction dans le fichier journal. Voir ci-dessous pour plus de détails.

-L *limite*, --latency-limit=*limite*

Chaque transaction dont la durée est supérieure à la limite définie par *limite* (en milliseconde) est comptabilisée et rapportée séparément en tant que *late*.

Lorsqu'un bridage est spécifié(--rate=...), les transactions, qui ont en terme de planification un retard supérieur à *limite* (en milliseconde) et celles qui n'ont pas la possibilité de rattraper la limite de latence, ne sont simplement pas envoyées à l'instance. Elles sont comptabilisées et rapportées séparément en tant que *skipped* (ignorées).

-M *querymode*, --protocol=*querymode*

Protocole à utiliser pour soumettre des requêtes au serveur:

- *simple* : utilisation du protocole de requêtes standards.
- *extended* : utilisation du protocole de requêtes étendues.
- *prepared* : utilisation du protocole de requêtes étendues avec instructions préparées.

Par défaut, le protocole de requêtes standards est utilisé (voir Chapitre 51, Protocole client/serveur pour plus d'informations).

-n, --no-vacuum

Ne réalise pas l'opération de maintenance VACUUM avant de lancer le test. Cette option est *nécessaire* si vous lancez un scénario de test personnalisé qui n'utilise pas les tables standards pgbench_accounts, pgbench_branches, pgbench_history et pgbench_tellers .

-N, --skip-some-updates

Exécute le script interne simple-update. C'est un raccourci pour -b simple-update.

-P *sec*, --progress=*sec*

Affiche le rapport de progression toutes les *sec* secondes. Ce rapport inclut la durée du test, le nombre de transactions par seconde depuis le dernier rapport, et la latence moyenne sur les transactions ainsi que la déviation depuis le dernier rapport. Avec le bridage, la latence est calculée en fonction de la date de démarrage planifiée de la transaction (option -R). Elle y inclut aussi la latence moyenne du temps de planification.

-r, --report-latencies

Rapporte la latence moyenne par instruction (temps d'exécution du point de vue du client) de chaque commande après la fin du benchmark. Voir ci-dessous pour plus de détails.

-R *rate*, --rate=*rate*

Plutôt que d'aller le plus vite possible, l'exécution des transactions vise à atteindre le ratio spécifié (fonctionnement par défaut). Le taux est donné en transactions par seconde. Si le ratio visé est supérieur au ratio maximum possible, la limite de ratio n'aura aucune influence sur le résultat.

Ce ratio est visé en appliquant une loi de poisson sur le temps pour ordonner les transactions. La date de démarrage prévue est avancée au moment où le client a démarré sa transaction et pas sur le moment où la dernière transaction s'est arrêtée. Cette manière de procéder signifie que, si une transaction dépasse sa date de fin prévue, un rattrapage est encore possible pour les suivantes.

Lorsque le bridage est actif, à la fin de l'exécution, on calcule, à partir de la date de démarrage, la latence de la transaction, c'est-à-dire que l'on calcule le temps d'attente pour chaque transaction que la précédente se soit terminée. Ce temps d'attente

est appelé temps de latence d'ordonnancement, et ses valeurs moyenne et maximum sont rapportées séparément. Le temps de latence d'ordonnancement respecte la date réelle de démarrage. Par exemple, le temps d'exécution d'une transaction dans la base peut être récupéré en soustrayant le temps de latence d'ordonnancement à la latence précisée dans le rapport.

Si l'option `--latency-limit` est utilisée avec l'option `--rate`, une transaction peut avoir une telle latence qu'elle serait déjà supérieure à limite de latence lorsque la transaction précédente se termine, car la latence est calculée au moment de la date de démarrage planifiée. Les transactions concernées ne sont pas envoyées à l'instance, elles sont complètement ignorées et comptabilisées séparément.

Une latence de planification élevée est un indicateur sur le fait que le système ne peut pas traiter les transactions du ratio (nombre de processus - nombres de clients) spécifié. Lorsque le temps moyen d'exécution est plus important que l'intervalle planifié prévu entre chaque transaction, chaque transaction successive va prendre du retard, et la latence de planification va continuer de croître tout le long de la durée du test. Si cela se produit, vous devez réduire le taux de transaction que vous avez spécifié.

`-s scale_factor, --scale=scale_factor`

Rapporte le facteur d'échelle dans la sortie de pgbench. Avec des tests encastrés, ce n'est pas nécessaire ; le facteur d'échelle approprié sera détecté en comptant le nombre de lignes dans la table pgbench_branches. Toutefois, lors de l'utilisation d'un benchmark avec un scénario personnalisé (option `-f`), le facteur d'échelle sera ramené à 1 à moins que cette option ne soit utilisée.

`-S, --select-only`

Exécute le script interne select-only. C'est un raccourci pour `-b select-only`.

`-t transactions, --transactions=transactions`

Nombre de transactions lancées par chaque client. La valeur par défaut est 10.

`-T seconds, --time=seconds`

Lance le test pour la durée spécifiée en secondes, plutôt que pour un nombre fixe de transactions par client. Les options `-t` et `-T` ne sont pas compatibles.

`-v, --vacuum-all`

Réalise l'opération de VACUUM sur les quatre tables standards avant de lancer le test. Sans l'option `-n` ou `-v`, pgbench fera un VACUUM sur les tables pgbench_tellers et pgbench_branches, puis tronquera pgbench_history.

`--aggregate-interval= seconds`

Taille de l'intervalle d'agrégation (en secondes). Cett option peut uniquement être utilisée avec `-l`. Avec cette option, le journal contiendra des résumés par intervalle (nombre de transactions, latence min/max, et deux champs additionnels utiles à l'estimation de la variance).

Cette option n'est pour l'instant pas supportée sur les systèmes d'exploitation Windows.

`--progress-timestamp`

Lorsque la progression est affichée (option `-P`), utilise un horodatage de type timestamp (epoch Unix) au lieu d'un nombre de secondes depuis le début de l'exécution. L'unité est en secondes avec une précision en milli-secondes après le point. Ceci aide à comparer les traces générées par les différents outils.

`--sampling-rate= rate`

Le taux d'échantillonnage, est utilisé lors de l'écriture des données dans les journaux, afin de réduire la quantité de journaux générés. Si cette option est utilisée, il n'y a qu'une portion des transactions qui sont journalisées, suivant la proportion spécifiée. 1.0 signifie que toutes les transactions sont journalisées, 0.05 signifie que 5% de toutes les transactions sont journalisées.

Pensez à prendre le taux d'échantillonnage en compte lorsque vous allez consulter le journal. Par exemple, lorsque vous évaluez les TPS, vous devrez multiplier les nombres en concordance. (Exemple, avec un taux d'échantillonage de 0.01, vous n'obtiendrez que 1/100 des TPS réelles).

Options habituelles

pgbench accepte les arguments suivants en ligne de commande :

`-h hostname, --host= hostname`

Le nom du serveur de base de données.

`-p port, --port= port`

Le port d'écoute de l'instance sur le serveur de base de données.

`-U login, --username= login`

Le nom de l'utilisateur avec lequel on se connecte à l'instance.

```
-V, --version
    Affiche la version de pgbench puis quitte.

-?, --help
    Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de pgbench puis quitte.
```

Notes

Quelles sont les « transactions » réellement exécutées dans pgbench ?

pgbench exécute des scripts de tests choisis de façon aléatoire à partir d'une sélection. Cela inclut des scripts internes avec l'option `-b` et des scripts personnalisés d'utilisateurs avec l'option `-f`. Chaque script peut se voir associé un poids relatif, indiqué avec le symbole `@` pour changer sa probabilité d'exécution. Le poids par défaut est de 1. Les scripts ayant un poids de 0 sont ignorés.

Le script interne de transaction par défaut (aussi appelé avec `-b tpcb-like`) exécute sept commandes par transaction choisies de façon aléatoire parmi `aid`, `tid`, `bid` et `balance`. Le scénario s'inspire du jeu de tests de performance TPC-B benchmark mais il ne s'agit pas réellement de TPC-B, d'où son nom.

1. BEGIN;
2. UPDATE pgbench_accounts SET abalance = abalance + :delta WHERE aid = :aid;
3. SELECT abalance FROM pgbench_accounts WHERE aid = :aid;
4. UPDATE pgbench_tellers SET tbalance = tbalance + :delta WHERE tid = :tid;
5. UPDATE pgbench_branches SET bbalance = bbalance + :delta WHERE bid = :bid;
6. INSERT INTO pgbench_history (tid, bid, aid, delta, mtime) VALUES (:tid, :bid, :aid, :delta, CURRENT_TIMESTAMP);
7. END;

Si vous sélectionnez le script interne `simple-update` (ou `-N`), les étapes 4 et 5 ne sont pas inclus dans la transaction. Ceci évitera des contentions au niveau des mises à jour sur ces tables. De ce fait, le test ressemblera moins à TPC-B.

Si vous sélectionnez le script interne `select-only` (ou `-S`), alors seule l'instruction `only` the **SELECT** est exécutée.

Scripts personnalisés

pgbench est capable d'utiliser des scénarios de test de performances personnalisés qui remplacent le script de transactions par défaut (décris ci-dessus) par un script de transactions lu depuis le fichier spécifié avec l'option `(-f)`. Dans ce cas, une « transaction » est comptabilisée comme une exécution d'un fichier script.

Un fichier script contient une ou plusieurs commandes SQL terminées par des points-virgules. Les lignes vides et les lignes commençant par `--` sont ignorées. Les fichiers scripts peuvent aussi contenir des « méta-commandes », qui seront interprétées par pgbench comme décrit dans la partie suivante.



Note

Avant PostgreSQL™ 9.6, les commandes SQL compris dans les fichiers scripts étaient terminées par un retour à la ligne. Elles ne pouvaient donc pas être écrites sur plusieurs lignes. Maintenant, un point-virgule est *requis* pour séparer des commandes SQL consécutives (bien qu'une commande SQL n'en a pas besoin si elle est suivie par une méta-commande). Si vous avez besoin de créer un fichier script qui fonctionne avec les anciennes et nouvelles versions de pgbench, assurez-vous d'écrire chaque commande SQL sur une seule ligne et en terminant avec un point-virgule.

Il est possible simplement de substituer les variables dans les fichiers scripts. Les variables peuvent être instanciées via la ligne de commande avec l'option `-D` comme décrit ci-dessus ou grâce aux méta-commandes décrites ci-dessous. En plus des commandes pré-définies par l'option de la ligne de commande `-D`, il y a quelques variables qui sont automatiquement pré définies, listées sous Tableau 237, « Variables automatiques ». Si une valeur pour l'une de ces variables a été définie via la ligne de commande avec l'option `-D`, elle sera prise en compte en priorité par rapport à la valeur définie automatiquement. Une fois définie, la valeur d'une variable peut être insérée dans les commandes SQL en écrivant : `nom_variable`. S'il y a plus d'une session par client, chaque session possède son propre jeu de variables.

Tableau 237. Variables automatiques

Variable	Description
scale	facteur d'échelle courant
client_id	nombre unique permettant d'identifier la session client (commence à zéro)

Dans les fichiers de scripts, les métacommandes commencent avec un anti-slash (\) et s'étendent jusqu'à la fin de la ligne. Les arguments d'une métacommande sont séparés par des espaces vides. Les métocommandes suivantes sont supportées :

\set *nom_variable* *expression*

Définit la variable *nom_variable* à une valeur définie par *expression*. L'expression peut contenir un entier fixé comme 5432, double constants such as 3.14159, référencer des variables :*nom_variable*, opérateurs unitaires (+, -) et opérateurs binaires (+, -, *, /, %) avec leur précédence et associativité habituelles, appels de fonction, et parenthèses.

Exemples :

```
\set ntellers 10 * :scale
\set aid (1021 * random(1, 100000 * :scale)) % (100000 * :scale) + 1
```

\sleep *number* [us | ms | s]

Entraîne la suspension de l'exécution du script pendant la durée spécifiée en microsecondes (us), millisecondes (ms) ou secondes (s). Si l'unité n'est pas définie, l'unité par défaut est la seconde. Il peut être soit un entier constant, soit une référence :*nom_variable* vers une variable retournant un entier.

Exemple :

```
\sleep 10 ms
```

\setshell *nom_variable* *commande* [*argument* ...]

Définit la variable *nom_variable* comme le résultat d'une commande shell nommée *commande* avec le(s) *argument*(s) donné(s). La commande doit retourner un entier sur la sortie standard.

commande et chaque *argument* peuvent être soit une constante de type text soit une référence :*nom_variable* à une variable. Si vous voulez utiliser un *argument* commençant avec un symbole deux-points, écrivez un symbole deux-points supplémentaire au début de *argument*.

Exemple :

```
\setshell variable_à_utiliser commande argument_littéral :variable
::literal_commençant_avec_deux_points
```

\shell *commande* [*argument* ...]

Identique à \setshell, mais le résultat de la commande sera ignoré.

Exemple :

```
\shell command literal_argument :variable ::literal_starting_with_colon
```

Fonctions internes

Les fonctions listées dans Tableau 238, « Fonctions pgbench » sont construites dans pgbench et peuvent être utilisées dans des expressions apparaissant dans \set.

Tableau 238. Fonctions pgbench

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
abs(<i>a</i>)	identique à <i>a</i>	valeur absolue	abs(-17)	17
debug(<i>a</i>)	identique à <i>a</i>	affiche <i>a</i> sur stderr, et renvoie <i>a</i>	debug(5432.1)	5432.1
double(<i>i</i>)	double	convertie en un double	double(5432)	5432.0

Fonction	Type de retour	Description	Exemple	Résultat
greatest(a [, ...])	double si <i>a</i> est double, sinon integer	valeur la plus grande parmi les arguments	greatest(5, 4, 3, 2)	5
int(x)	integer	convertie en int	int(5.4 + 3.8)	9
least(a [, ...])	double si <i>a</i> est double, sinon integer	plus petite valeur parmi les arguments	least(5, 4, 3, 2.1)	2.1
pi()	double	valeur de la constante PI	pi()	3.14159265358979323846
random(lb, ub)	integer	entier aléatoire uniformément distribué parmi [lb, ub]	random(1, 10)	un entier entre 1 et 10
ran-dom_exponential(lb, ub, parameter)	integer	entier aléatoire distribué exponentiellement parmi [lb, ub], voir ci-dessous	ran-dom_exponential(1, 10, 3.0)	un entier entre 1 et 10
random_gaussian(lb, ub, parameter)	integer	entier aléatoire distribué de façon gaussienne parmi [lb, ub], voir ci-dessus	ran-dom_gaussian(1, 10, 2.5)	un entier entre 1 et 10
sqrt(x)	double	racine carrée	sqrt(2.0)	1.414213562

La fonction `random` génère des valeurs en utilisant une distribution uniforme, autrement dit toutes les valeurs sont dans l'intervalle spécifiée avec une probabilité identique. Les fonctions `random_exponential` et `random_gaussian` requièrent un paramètre supplémentaire de type double qui détermine le contour précis de cette distribution.

- Pour une distribution exponentielle, *parameter* contrôle la distribution en tronquant une distribution exponentielle en décroissance rapide à *parameter*, puis en projetant le résultant sur des entiers entre les limites. Pour être précis :

$$f(x) = \exp(-\text{parameter}) * (x - \min) / (\max - \min + 1) / (1 - \exp(-\text{parameter}))$$

Puis la valeur *i* entre les valeurs *min* et *max*, en les incluant, est récupérée avec la probabilité : $f(i) - f(i + 1)$.

Intuitivement, plus *parameter* est grand, plus les valeurs fréquentes proches de *min* sont accédées et moins les valeurs fréquentes proches de *max* sont accédées. Plus *parameter* est proche de 0, plus la distribution d'accès sera plate (uniforme). Une grosse approximation de la distribution est que les 1% de valeurs les plus fréquentes, dans l'intervalle, proches de *min*, sont ramenées à *parameter*% du temps. La valeur de *parameter* doit être strictement positive.

- Pour une distribution gaussienne, l'intervalle correspond à une distribution normale standard (la courbe gaussienne classique en forme de coche) tronqué à *-parameter* sur la gauche et à *+parameter* sur la droite. Les valeurs au milieu de l'intervalle sont plus susceptibles d'être sélectionnées. Pour être précis, si `PHI(x)` est la fonction de distribution cumulative de la distribution normale standard, avec une moyenne *mu* définie comme $(\max + \min) / 2.0$, avec

$$f(x) = \frac{\text{PHI}(2.0 * \text{parameter} * (x - \mu) / (\max - \min + 1))}{(2.0 * \text{PHI}(\text{parameter}) - 1)}$$

alors la valeur value *i* entre *min* et *max* (inclus) est sélectionnée avec une probabilité : $f(i + 0.5) - f(i - 0.5)$. Intuitivement, plus *parameter* est grand, et plus les valeurs fréquentes proches du centre de l'intervalle sont sélectionnées, et moins les valeurs fréquentes proches des bornes *min* et *max*. Environ 67% des valeurs sont sélectionnées à partir du centre $1.0 / \text{parameter}$, c'est une valeur relative $0.5 / \text{parameter}$ autour de la moyenne, et 95% dans le centre $2.0 / \text{parameter}$, c'est une valeur relative $1.0 / \text{parameter}$ autour de la moyenne ; par exemple, si *parameter* vaut 4.0, 67% des valeurs sont sélectionnées à partir du quart centre ($1.0 / 4.0$) de l'intervalle (ou à partir de $3.0 / 8.0$ jusqu'à $5.0 / 8.0$) et 95% à partir du centre de la moitié ($2.0 / 4.0$) de l'intervalle (deuxième et troisième quarts). Le *parameter* minimale est 2.0 pour les performances de la transformation Box-Muller.

En tant qu'exemple, la définition complète de la construction de la transaction style TPC-B est :

```
\set aid random(1, 100000 * :scale)
\set bid random(1, 1 * :scale)
```

```
\set tid random(1, 10 * :scale)
\set delta random(-5000, 5000)
BEGIN;
UPDATE pgbench_accounts SET abalance = abalance + :delta WHERE aid = :aid;
SELECT abalance FROM pgbench_accounts WHERE aid = :aid;
UPDATE pgbench_tellers SET tbalance = tbalance + :delta WHERE tid = :tid;
UPDATE pgbench_branches SET bbalance = bbalance + :delta WHERE bid = :bid;
INSERT INTO pgbench_history (tid, bid, aid, delta, mtime) VALUES (:tid, :bid, :aid,
:delta, CURRENT_TIMESTAMP);
END;
```

Ce script autorise chaque itération de la transaction à référencer des lignes différentes, sélectionnées aléatoirement. (Cet exemple montre aussi pourquoi il est important que chaque session cliente ait ses propres variables -- sinon elles n'affecteront pas les différentes lignes de façon indépendantes.

Connexion par transaction

Avec l'option `-l` mais sans l'option `--aggregate-interval`, pgbench va écrire le temps utilisé par chaque transaction dans un fichier journal. Ce fichier journal s'appellera `pgbench_log.nnn` où `nnn` est le PID du processus pgbench. Si l'option `-j` est positionnée à 2 ou plus, créant plusieurs processus de travail (*worker*), chacun aura son propre fichier journal. Le premier worker utilisera le même nom pour son fichier journal que dans le cas d'un seul processus. Les fichiers journaux supplémentaires s'appelleront `pgbench_log.nnn.mmm`, où `mmm` est un numéro de séquence, identifiant chaque worker supplémentaire, en commençant à 1.

Le format du journal est le suivant :

```
id_client no_transaction temps no_script time_epoch time_us [schedule_lag]
```

Où `temps` est la durée totale de la transaction en micro secondes, `no_script` identifie quel fichier script est utilisé (très utile lorsqu'on utilise plusieurs scripts avec l'option `-f` ou `-b`), et `time_epoch/time_us` et un horodatage unix avec un décalage en micro secondes (utilisable pour créer un horodatage ISO 8601 avec des secondes fractionnées) qui montre à quel moment la transaction s'est terminée. Le champ `schedule_lag` est la différence entre la date de début planifiée de la transaction et la date de début effective de la transaction, en micro secondes. Il est présent uniquement lorsque l'option `--rate` est utilisée. Quand les options `--rate` et `--latency-limit` sont utilisées en même temps, le champ `time` pour une transaction ignorée sera rapportée en tant que `skipped`. Le dernier champ `skipped_transactions` rapporte le nombre de transactions ignorées car elles avaient trop de retard par rapport à la planification. Il est uniquement présent lorsque les deux options `--rate` et `--latency-limit` sont utilisées.

Ci-dessous un extrait du fichier journal généré :

```
0 199 2241 0 1175850568 995598
0 200 2465 0 1175850568 998079
0 201 2513 0 1175850569 608
0 202 2038 0 1175850569 2663
```

Un autre exemple avec les options `--rate=100` et `--latency-limit=5` (vous noterez la colonne supplémentaire `schedule_lag`) :

```
0 81 4621 0 1412881037 912698 3005
0 82 6173 0 1412881037 914578 4304
0 83 skipped 0 1412881037 914578 5217
0 83 skipped 0 1412881037 914578 5099
0 83 4722 0 1412881037 916203 3108
0 84 4142 0 1412881037 918023 2333
0 85 2465 0 1412881037 919759 740
```

Dans cet exemple, la transaction 82 est en retard, elle affiche une latence (6,173 ms) supérieure à la limite de 5 ms. Les deux transactions suivantes ont été ignorées car elles avaient déjà du retard avant même le début de la transaction.

Dans le cas où on lance un test long, sur du matériel qui peut supporter un grand nombre de transactions, le fichier journal peut devenir très volumineux. L'option `--sampling-rate` peut être utilisée pour journaliser seulement un extrait aléatoire des transactions effectuées.

Agrégation de la journalisation

Avec l'option `--aggregate-interval`, les fichiers journaux utilisent un format quelque peu différent :

```

début_intervalle
nombre_de_transactions
somme_latence
somme_latence_2
latence_minimum
latence_maximum
[somme_retard
somme_retard_2
retard_min
retard_max
[transactions_ignorées
]]

```

Où `début_intervalle` est le début de l'intervalle (au format horodatage unix), `nombre_de_transactions` est le nombre de transactions dans l'intervalle, `somme_latence` est le cumul des latences (ce qui vous permet de déduire facilement la latency moyenne). Les deux champs suivants sont très utiles pour calculer la variance. En effet, `somme_latence` est la somme des latences, alors que `somme_latence_2` est la somme des latences au carré. Les deux derniers champs sont `latence_min`, la latency minimum dans l'intervalle, et `latence_max`, la latency maximum dans l'intervalle. Une transaction est comptée dans un intervalle à partir du moment où elle a été validée. Les derniers champs `somme_retard`, `somme_retard_2`, `retard_min`, et `retard_max` sont présents uniquement si l'option `--rate` a été spécifiée. Le tout dernier champ, `transactions_ignorées`, est présent uniquement si l'option `--latency-limit` a aussi été utilisée. Ils sont calculés sur le delta entre le moment où la transaction a pu commencer par rapport au moment la dernière s'est terminée, précisément la différence pour chaque transaction entre le moment où il était prévu qu'elle commence et le moment où elle a effectivement pu commencer.

Voici un exemple de sortie :

```

1345828501 5601 1542744 483552416 61 2573
1345828503 7884 1979812 565806736 60 1479
1345828505 7208 1979422 567277552 59 1391
1345828507 7685 1980268 569784714 60 1398
1345828509 7073 1979779 573489941 236 1411

```

Notez que, tant que le fichier journal est brut (c'est-à-dire non agrégé), il contient une référence des fichiers scripts personnalisés que le fichier journal agrégé ne contient pas. De ce fait, si vous avez besoin des données de vos scripts, vous devrez agréger ces données vous-même.

Latences par requête

Avec l'option `-r`, pgbench collecte le temps de transaction écoulé pour chaque requête, exécutée par chaque client. Une fois que le test de performance est terminé, il rapporte une moyenne de ces valeurs, référencée comme la latency de chaque requête.

Pour le script par défaut, le résultat aura la forme suivante :

```

starting vacuum...end.
transaction type: <builtin: TPC-B (sort of)>
scaling factor: 1
scaling factor: 1
query mode: simple
number of clients: 10
number of threads: 1
number of transactions per client: 1000
number of transactions actually processed: 10000/10000
latency average = 15.844 ms
latency stddev = 2.715 ms
tps = 618.764555 (including connections establishing)
tps = 622.977698 (excluding connections establishing)
script statistics:
- statement latencies in milliseconds:
  0.002 \set aid random(1, 100000 * :scale)
  0.005 \set bid random(1, 1 * :scale)
  0.002 \set tid random(1, 10 * :scale)
  0.001 \set delta random(-5000, 5000)
  0.326 BEGIN;
  0.603 UPDATE pgbench_accounts SET abalance = abalance + :delta WHERE aid =
:aid;
  0.454 SELECT abalance FROM pgbench_accounts WHERE aid = :aid;
  5.528 UPDATE pgbench_tellers SET tbalance = tbalance + :delta WHERE tid =

```

```
:tid;      7.335 UPDATE pgbench_branches SET bbalance = bbalance + :delta WHERE bid =
:bid;
          0.371 INSERT INTO pgbench_history (tid, bid, aid, delta, mtime) VALUES (:tid,
:bid, :aid, :delta, CURRENT_TIMESTAMP);
1.212 END;
```

Les moyennes seront rapportées séparément si plusieurs scripts ont été spécifiés.

Notez que la collecte supplémentaire des informations de chronométrage nécessaires pour la récupération de la latence par transaction induit une certaine surcharge. En effet, cela va réduire la vitesse moyenne calculée pour l'exécution des transactions et réduire le taux calculé des TPS. Le ralentissement varie de manière significative selon la plateforme et le matériel qui est utilisé pour le test. Comparer la moyenne des valeurs de TPS avec et sans l'intégration de la latence dans le test est une bonne manière de se rendre compte si la surcharge induite par le chronométrage est importante ou pas.

Bonnes pratiques

Il facile de se retrouver à utiliser pgbench et ne produire finalement que des résultats complètement insignifiants ! Voici quelques conseils pour vous aider à récupérer des résultats pertinents.

Tout d'abord, ne pensez *jamais* qu'un test ne peut durer que quelques secondes. Utilisez l'option `-t` ou `-T` pour vous assurer que le test dure au moins quelques minutes, de façon à lisser le bruit. Dans certains cas, il vous faudra des heures pour récupérer des valeurs reproductibles. Une bonne idée, lancez plusieurs fois votre test, de manière à vous rendre compte si les chiffres que vous obtenez sont ou pas reproductibles.

Pour le scénario de test par défaut typé TPC-B, l'initialisation du facteur d'échelle (`-s`) devrait être au moins aussi grand que le nombre maximum de clients que vous avez l'intention de tester (`-c`) ; sinon vous allez principalement tester la contention induite par les mises à jour. Il n'y a que `-s` lignes dans la table `pgbench_branches`, et chaque transaction veut mettre à jour l'une de ces lignes, donc si la valeur de `-c` est supérieure à la valeur de `-s`, indubitablement, il en résultera de nombreuses transactions bloquées en attente de la fin d'autres transactions.

Le moment où les tables ont été créées va sensiblement influencer le résultat du scénario de test par défaut, compte tenu de l'accumulation des lignes et espaces morts dans les tables lors du test. Pour comprendre les résultats, vous devriez garder une trace du nombre total de mises à jour ainsi que le moment où l'opération de VACUUM a lieu. Si la tâche autovacuum est active, il peut en résulter des variations imprévisibles dans les performances mesurées.

Une limitation de pgbench est qu'il peut lui-même devenir le goulet d'étranglement lorsqu'il essaye de tester un grand nombre de sessions clientes. Cela peut être atténué en utilisant pgbench depuis une machine différente de la machine où se trouve la base de données, bien qu'une faible latence sur le réseau soit dans ce cas essentielle. Il peut même être utile de lancer plusieurs fois pgbench de manière concurrente, depuis plusieurs machines clientes vers le même serveur de base de données.

Nom

`pg_config` — récupérer des informations sur la version installée de PostgreSQL™

Synopsis

`pg_config [option...]`

Description

L'outil `pg_config` affiche les paramètres de configuration de la version installée de PostgreSQL™. Il peut, par exemple, d'être utilisé par des paquets logiciels qui souhaitent s'interfacer avec PostgreSQL™ pour faciliter la recherche des fichiers d'entêtes requis et des bibliothèques.

Options

Pour utiliser `pg_config`, une ou plusieurs des options suivantes doivent être fournies :

- `--bindir`
Afficher l'emplacement des exécutables utilisateur. Par exemple, pour trouver le programme `psql`. C'est aussi normalement l'emplacement du programme `pg_config`.
- `--docdir`
Afficher l'emplacement des fichiers de documentation.
- `--htmldir`
Affiche l'emplacement des fichiers de documentation HTML.
- `--includedir`
Afficher l'emplacement des fichiers d'entêtes C des interfaces clientes.
- `--pkgincludedir`
Afficher l'emplacement des autres fichiers d'entête C.
- `--includedir-server`
Afficher l'emplacement des fichiers d'entêtes C pour la programmation du serveur.
- `--libdir`
Afficher l'emplacement des bibliothèques.
- `--pkglibdir`
Afficher l'emplacement des modules chargeables dynamiquement ou celui que le serveur peut parcourir pour les trouver. (D'autres fichiers de données dépendant de l'architecture peuvent aussi être installés dans ce répertoire.)
- `--localedir`
Afficher l'emplacement des fichiers de support de la locale (c'est une chaîne vide si le support de la locale n'a pas été configuré lors de la construction de PostgreSQL™).
- `--mandir`
Afficher l'emplacement des pages de manuel.
- `--sharedir`
Afficher l'emplacement des fichiers de support qui ne dépendent pas de l'architecture.
- `--sysconfdir`
Afficher l'emplacement des fichiers de configuration du système.
- `--pgxs`
Afficher l'emplacement des fichiers makefile d'extensions.
- `--configure`
Afficher les options passées au script `configure` lors de la configuration de PostgreSQL™ en vue de sa construction. Cela peut être utilisé pour reproduire une configuration identique ou pour trouver les options avec lesquelles un paquet binaire a été construit. (Néanmoins, les paquets binaires contiennent souvent des correctifs personnalisés par le vendeur.) Voir aussi les exemples ci-dessous.
- `--cc`
Afficher la valeur de la macro CC utilisée lors de la construction de PostgreSQL™. Cela affiche le compilateur C utilisé.

--cppflags

Afficher la valeur de la macro CPPFLAGS utilisée lors de la construction de PostgreSQL™. Cela affiche les options du compilateur C nécessaires pour l'exécution du préprocesseur (typiquement, les options -I).

--cflags

Afficher la valeur de la macro CFLAGS utilisée lors de la construction de PostgreSQL™. Cela affiche les options du compilateur C.

--cflags_sl

Afficher la valeur de la macro CFLAGS_SL utilisée lors de la construction de PostgreSQL™. Cela affiche les options supplémentaires du compilateur C utilisées pour construire les bibliothèques partagées.

--ldflags

Afficher la valeur de la macro LDFLAGS utilisée lors de la construction de PostgreSQL™. Cela affiche les options de l'éditeur de liens.

--ldflags_ex

Afficher la valeur de la variable LDFLAGS_EX utilisée lors de la construction de PostgreSQL™. Cela affiche les options de l'éditeur de liens uniquement pour la construction des exécutables.

--ldflags_sl

Afficher la valeur de la macro LDFLAGS_SL utilisée lors de la construction de PostgreSQL™. Cela affiche les options de l'éditeur de liens utilisées pour construire seulement les bibliothèques partagées.

--libs

Afficher la valeur de la macro LIBS utilisée lors de la construction de PostgreSQL™. Elle contient habituellement les options -l pour les bibliothèques externes auxquelles PostgreSQL™ est lié.

--version

Afficher la version de PostgreSQL™.

-?, --help

Affiche de l'aide à propos des arguments en ligne de commande avec pg_config, puis quitte.

Si plusieurs options sont données, l'information est affichée dans cet ordre, un élément par ligne. Si aucune option n'est donnée, toutes les informations disponibles sont affichées avec des étiquettes.

Notes

Les options --docdir, --pkgincludedir, --localedir, --mandir, --sharedir, --sysconfdir, --cc, --cppflags, --cflags, --cflags_sl, --ldflags, --ldflags_sl et --libs sont apparues avec PostgreSQL™ 8.1. L'option --htmldir n'est disponible qu'à partir de PostgreSQL™ 8.4. The option --ldflags_ex was added in PostgreSQL™ 9.0.

Exemple

Reproduire la configuration de construction de l'installation actuelle de PostgreSQL :

```
eval ./configure `pg_config --configure`
```

La sortie de pg_config --configure contient les guillemets du shell de sorte que les arguments contenant des espaces soient représentés correctement. Du coup, il est nécessaire d'utiliser eval pour obtenir des résultats corrects.

Nom

`pg_dump` — sauvegarder une base de données PostgreSQL™ dans un script ou tout autre fichier d'archive

Synopsis

`pg_dump [option_connexion...] [option...] [nom_base]`

Description

`pg_dump` est un outil de sauvegarde d'une base de données PostgreSQL™. Les sauvegardes réalisées sont cohérentes, même lors d'accès concurrents à la base de données. `pg_dump` ne bloque pas l'accès des autres utilisateurs (ni en lecture ni en écriture).

`pg_dump` sauvegarde seulement une base de données. Pour sauvegarder les objets globaux communs à toutes les bases de données d'une même instance, tels que les rôles et les tablespaces, utilisez `pg_dumpall(1)`.

Les extractions peuvent être réalisées sous la forme de scripts ou de fichiers d'archive. Les scripts sont au format texte et contiennent les commandes SQL nécessaires à la reconstruction de la base de données dans l'état où elle était au moment de la sauvegarde. La restauration s'effectue en chargeant ces scripts avec `psql(1)`. Ces scripts permettent de reconstruire la base de données sur d'autres machines et d'autres architectures, et même, au prix de quelques modifications, sur d'autres bases de données SQL.

La reconstruction de la base de données à partir d'autres formats de fichiers archive est obtenue avec `pg_restore(1)`. `pg_restore` permet, à partir de ces formats, de sélectionner les éléments à restaurer, voire de les réordonner avant restauration. Les fichiers d'archive sont conçus pour être portables au travers d'architectures différentes.

Utilisé avec un des formats de fichier d'archive et combiné avec `pg_restore`, `pg_dump` fournit un mécanisme d'archivage et de transfert flexible. `pg_dump` peut être utilisé pour sauvegarder une base de données dans son intégralité ; `pg_restore` peut alors être utilisé pour examiner l'archive et/ou sélectionner les parties de la base de données à restaurer. Les formats de fichier en sortie les plus flexibles sont le format « `custom` » (`-Fc`) et le format « `directory` » (`-Fd`). Ils permettent la sélection et le réordonnancement de tous les éléments archivés, le support de la restauration en parallèle. De plus, ils sont compressés par défaut. Le format « `directory` » est aussi le seul format à permettre les sauvegardes parallélisées.

Lors de l'exécution de `pg_dump`, il est utile de surveiller les messages d'avertissement (affichés sur la sortie erreur standard), en particulier en ce qui concerne les limitations indiquées ci-dessous.

Options

Les options suivantes de la ligne de commande contrôlent le contenu et le format de la sortie.

`nom_base`

Le nom de la base de données à sauvegarder. En l'absence de précision, la variable d'environnement PGDATABASE est utilisée. Si cette variable n'est pas positionnée, le nom de l'utilisateur de la connexion est utilisé.

`-a, --data-only`

Seules les données sont sauvegardées, pas le schéma (définition des données). Les données des tables, les Large Objects, et les valeurs des séquences sont sauvegardées.

Cette option est similaire à `--section=data` mais, pour des raisons historiques, elle n'est pas identique.

`-b, --blobs`

Inclut les objets larges dans la sauvegarde. C'est le comportement par défaut, sauf si une des options suivantes est ajoutée : `--schema`, `--table` ou `--schema-only`. L'option `-b` n'est de ce fait utile que pour ajouter des Large Objects aux sauvegardes pour lesquelles un schéma particulier ou une table particulière a été demandée. Notez que les Large Objects sont considérés comme des données et, de ce fait, seront inclus si `--data-only` est utilisé, mais pas quand `--schema-only` l'est.

`-c, --clean`

Les commandes de nettoyage (suppression) des objets de la base sont écrites avant les commandes de création. (À moins que `--if-exists` ne soit également spécifié, la restauration peut générer des messages d'erreur sans gravité si des objets ne sont pas présents dans la base de données de destination.)

Cette option n'a d'intérêt que pour le format texte. Pour les formats archive, l'option est précisée à l'appel de `pg_restore`.

`-C, --create`

La sortie débute par une commande de création de la base de données et de connexion à cette base. Peu importe, dans ce cas, la base de données de connexion à la restauration. De plus, si `--clean` est aussi spécifié, le script supprime puis crée de nouveau la base de données cible avant de s'y connecter.

Cette option n'a d'intérêt que pour le format texte. Pour les formats archive, l'option est précisée à l'appel de **pg_restore**.

-f *file*, --file=*file*

La sortie est redirigée vers le fichier indiqué. Ce paramètre peut être omis pour les sorties en mode fichier, dans ce cas la sortie standard sera utilisée. Par contre, il doit être fourni pour le format 'directory' (répertoire), où il spécifie le répertoire cible plutôt qu'un fichier. Dans ce cas, le répertoire est créé par **pg_dump** et ne doit pas exister auparavant.

-E *codage*, --encoding=*codage*

La sauvegarde est créée dans l'encodage indiqué. Par défaut, la sauvegarde utilise celui de la base de données. Le même résultat peut être obtenu en positionnant la variable d'environnement PGCLIENTENCODING avec le codage désiré pour la sauvegarde.

-F *format*, --format=*format*

Le format de la sortie. *format* correspond à un des éléments suivants :

p

fichier de scripts SQL en texte simple (défault) ;

c

archive personnalisée utilisable par pg_restore. Avec le format de sortie répertoire, c'est le format le plus souple, car il permet la sélection manuelle et le réordonnancement des objets archivés au moment de la restauration. Ce format est aussi compressé par défaut.

d, directory

Produire une archive au format répertoire utilisable en entrée de pg_restore. Cela créera un répertoire avec un fichier pour chaque table et blob exporté, ainsi qu'un fichier appelé Table of Contents (Table des matières) décrivant les objets exportés dans un format machine que pg_restore peut lire. Une archive au format répertoire peut être manipulée avec des outils Unix standard; par exemple, les fichiers d'une archive non-compressée peuvent être compressés avec l'outil gzip. Ce format est compressé par défaut et supporte les sauvegardes parallélisées.

t

archive tar utilisable par pg_restore. Le format tar est compatible avec le format répertoire; l'extraction d'une archive au format tar produit une archive au format répertoire valide. Toutefois, le format tar ne supporte pas la compression. Par ailleurs, lors de l'utilisation du format tar, l'ordre de restauration des données des tables ne peut pas être changé au moment de la restauration.

-j *njobs*, --jobs=*njobs*

Exécute une sauvegarde parallélisée en sauvegardant *njobs* tables simultanément. Cette option réduit la durée de la sauvegarde mais elle augmente aussi la charge sur le serveur de base de données. Vous ne pouvez utiliser cette option qu'avec le format de sortie répertoire car c'est le seul format où plusieurs processus peuvent écrire leur données en même temps.

pg_dump ouvrira *njobs* + 1 connexions à la base de données. Assurez-vous donc que la valeur de max_connections est configurée suffisamment haut pour permettre autant de connexions.

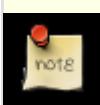
Réclamer des verrous exclusifs sur les objets de la base lors de l'exécution d'une sauvegarde parallélisée peut causer l'échec de la sauvegarde. La raison en est que le processus maître de pg_dump réclame des verrous partagés sur les objets que les processus fils vont sauvegarder plus tard pour s'assurer que personne ne les supprime pendant la sauvegarde. Si un autre client demande alors un verrou exclusif sur une table, ce verrou ne sera pas accepté mais mis en queue, en attente du relâchement du verrou partagé par le processus maître. En conséquence, tout autre accès à la table ne sera pas non plus accepté. Il sera lui-aussi mis en queue, après la demande de verrou exclusif. Cela inclut le processus fils essayant de sauvegarder la table. Sans autre précaution, cela résulterait en un classique « deadlock ». Pour détecter ce conflit, le processus fils pg_dump réclame un nouveau verrou partagé en utilisant l'option NOWAIT. Si le processus fils n'obtient pas ce verrou, quelqu'un d'autre doit avoir demandé un verrou exclusif entre temps, et il n'existe donc aucun moyen de continuer la sauvegarde. pg_dump n'a d'autre choix que d'annuler la sauvegarde.

Pour réaliser une sauvegarde cohérente, le serveur de la base de données a besoin de supporter les images (« snapshots ») synchronisées. Cette fonctionnalité a été introduite avec PostgreSQL™ 9.2. Avec cette fonctionnalité, les clients de la base de données peuvent s'assurer de voir le même ensemble de données, même s'ils utilisent des connexions différentes. **pg_dump -j** utilise plusieurs connexions à la base de données ; il se connecte une première fois en tant que processus maître et une fois encore par processus fils. Sans la fonctionnalité d'images synchronisées, les différents processus ne pourraient pas garantir de voir les mêmes données sur chaque connexion, ce qui aurait pour résultat une sauvegarde incohérente.

Si vous voulez exécuter une sauvegarde parallélisée à partir d'un serveur antérieur à la version 9.2, vous devez vous assurer que le contenu de la base ne change pas entre le moment où le maître se connecte à la base de données et celui où le dernier processus fils se connecte à la même base de données. La façon la plus simple est de mettre en pause tout processus de modification (DDL et DML) qui a eu accès à la base avant le début de la sauvegarde. Vous aurez besoin d'utiliser l'option **--no-synchronized-snapshots** si vous exécutez **pg_dump -j** sur une version de PostgreSQL™ antérieure à la 9.2. server.

-n schéma, --schema=schéma

Sauvegarde uniquement les schémas correspondant à *schéma* ; la sélection se fait à la fois sur le schéma et sur les objets qu'il contient. Quand cette option n'est pas indiquée, tous les schémas non système de la base cible sont sauvegardés. Plusieurs schémas peuvent être indiqués en utilisant plusieurs fois l'option **-n**. De plus, le paramètre *schéma* est interprété comme un modèle selon les règles utilisées par les commandes \d de psql (voir la section intitulée « motifs »). Du coup, plusieurs schémas peuvent être sélectionnés en utilisant des caractères joker dans le modèle. Lors de l'utilisation de ces caractères, il faut faire attention à placer le modèle entre guillemets, si nécessaire, pour empêcher le shell de remplacer les jokers; see la section intitulée « Exemples ».

**Note**

Quand **-n** est indiqué, pg_dump ne sauvegarde aucun autre objet de la base que ceux dont les schémas sélectionnés dépendent. Du coup, il n'est pas garanti que la sauvegarde d'un schéma puisse être restaurée avec succès dans une base vide.

**Note**

Les objets qui ne font pas partie du schéma comme les objets larges ne sont pas sauvegardés quand **-n** est précisé. Ils peuvent être rajouter avec l'option **--blobs**.

-N schéma, --exclude-schema=schéma

Ne sauvegarde pas les schémas correspondant au modèle *schéma*. Le modèle est interprété selon les mêmes règles que **-n**. **-N** peut aussi être indiqué plus d'une fois pour exclure des schémas correspondant à des modèles différents.

Quand les options **-n** et **-N** sont indiquées, seuls sont sauvegardés les schémas qui correspondent à au moins une option **-n** et à aucune option **-N**. Si **-N** apparaît sans **-n**, alors les schémas correspondant à **-N** sont exclus de ce qui est une sauvegarde normale.

-o, --oids

Les identifiants d'objets (OID) sont sauvegardés comme données des tables. Cette option est utilisée dans le cas d'applications utilisant des références aux colonnes OID (dans une contrainte de clé étrangère, par exemple). Elle ne devrait pas être utilisée dans les autres cas.

-O, --no-owner

Les commandes d'initialisation des possessions des objets au regard de la base de données originale ne sont pas produites. Par défaut, pg_dump engendre des instructions **ALTER OWNER** ou **SET SESSION AUTHORIZATION** pour fixer ces possessions. Ces instructions échouent lorsque le script n'est pas lancé par un superutilisateur (ou par l'utilisateur qui possède tous les objets de ce script). L'option **-O** est utilisée pour créer un script qui puisse être restauré par n'importe quel utilisateur. En revanche, c'est cet utilisateur qui devient propriétaire de tous les objets.

Cette option n'a d'intérêt que pour le format texte. Pour les formats archive, l'option est précisée à l'appel de **pg_restore**.

-R, --no-reconnect

Cette option, obsolète, est toujours acceptée pour des raisons de compatibilité ascendante.

-s, --schema-only

Seule la définition des objets (le schéma) est sauvegardée, pas les données.

Cette option est l'inverse de **--data-only**. Elle est similaire, mais pas identique (pour des raisons historiques), à **--section=pre-data --section=post-data**.

(Ne pas la confondre avec l'option **--schema** qui utilise le mot « schema » dans un contexte différent.)

Pour exclure les données de la table pour seulement un sous-ensemble des tables de la base de données, voir **--exclude-table-data**.

-S nomutilisateur, --superuser=nomutilisateur

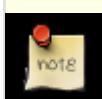
Le nom du superutilisateur à utiliser lors de la désactivation des déclencheurs. Cela n'a d'intérêt que si l'option **--disable-triggers** est précisée. (En règle générale, il est préférable de ne pas utiliser cette option et de lancer le script produit en tant que superutilisateur.)

-t table, --table=table

Sauvegarde seulement les tables dont le nom correspond à *table*. Dans ce cadre, « table » inclut aussi les vues, les vues matérialisées, les séquences et les tables externes. Plusieurs tables sont sélectionnables en utilisant plusieurs fois l'option **-t**. De plus, le paramètre *table* est interprété comme un modèle suivant les règles utilisées par les commandes \d de psql (voir la section intitulée « motifs »). Du coup, plusieurs tables peuvent être sélectionnées en utilisant des caractères joker dans le mo-

dèle. Lors de l'utilisation de ces caractères, il faut faire attention à placer le modèle entre guillemets, si nécessaire, pour empêcher le shell de remplacer les jokers; see la section intitulée « Exemples ».

Les options `-n` et `-N` n'ont aucun effet quand l'option `-t` est utilisée car les tables sélectionnées par `-t` sont sauvegardées quelle que soit la valeur des options relatives aux schémas. Les objets qui ne sont pas des tables ne sont pas sauvegardés.



Note

Quand `-t` est indiqué, pg_dump ne sauvegarde aucun autre objet de la base dont la (ou les) table(s) sélectionnée(s) pourraient dépendre. Du coup, il n'est pas garanti que la sauvegarde spécifique d'une table puisse être restaurée avec succès dans une base vide.



Note

Le comportement de l'option `-t` n'est pas entièrement compatible avec les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 8.2. Auparavant, écrire `-t tab` sauvegardait toutes les tables nommées `tab`, mais maintenant, seules sont sauvegardées celles qui sont visibles dans le chemin de recherche des objets. Pour retrouver l'ancien comportement, il faut écrire `-t '*.*.tab'`. De plus, il faut écrire quelque chose comme `-t sch.tab` pour sélectionner une table dans un schéma particulier plutôt que l'ancienne syntaxe `-n sch -t tab`.

`-T table, --exclude-table=table`

Ne sauvegarde pas les tables correspondant au modèle `table`. Le modèle est interprété selon les mêmes règles que `-t`. `-T` peut aussi être indiqué plusieurs fois pour exclure des tables correspondant à des modèles différents.

Quand les options `-t` et `-T` sont indiquées, seules sont sauvegardées les tables qui correspondent à au moins une option `-t` et à aucune option `-T`. Si `-T` apparaît sans `-t`, alors les tables correspondant à `-T` sont exclues de ce qui est une sauvegarde normale.

`-v, --verbose`

Mode verbeux. pg_dump affiche des commentaires détaillés sur les objets et les heures de début et de fin dans le fichier de sauvegarde. Des messages de progression sont également affichés sur la sortie d'erreur standard.

`-V, --version`

Affiche la version de pg_dump puis quitte.

`-x, --no-privileges, --no-acl`

Les droits d'accès (commandes grant/revoke) ne sont pas sauvegardés.

`-Z 0..9, --compress=0..9`

Indique le niveau de compression à utiliser. Zéro signifie sans compression. Pour le format d'archive personnalisé, cela signifie la compression des segments individuels des données des tables. Par défaut, la compression se fait à un niveau modéré. Pour le format texte, indiquer une valeur différente de zéro implique une compression du fichier complet, comme s'il était passé à gzip ; mais par défaut, la sortie n'est pas compressée. Le format d'archive tar ne supporte pas du tout la compression.

`--binary-upgrade`

Cette option est destinée à être utilisée pour une mise à jour en ligne. Son utilisation dans d'autres buts n'est ni recommandée ni supportée. Le comportement de cette option peut changer dans les futures versions sans avertissement.

`--column-inserts, --attribute-inserts`

Extraire les données en tant que commandes **INSERT** avec des noms de colonnes explicites (`INSERT INTO table (colonne, ...) VALUES ...`). Ceci rendra la restauration très lente ; c'est surtout utile pour créer des extractions qui puissent être chargées dans des bases de données autres que PostgreSQL™.

`--disable-dollar-quoting`

Cette option désactive l'utilisation du caractère dollar comme délimiteur de corps de fonctions, et force leur délimitation en tant que chaîne SQL standard.

`--disable-triggers`

Cette option ne s'applique que dans le cas d'une extraction de données seules. Ceci demande à pg_dump d'inclure des commandes pour désactiver temporairement les triggers sur les tables cibles pendant que les données sont rechargées. Utilisez cela si, sur les tables, vous avez des contraintes d'intégrité ou des triggers que vous ne voulez pas invoquer pendant le recharge-

ment. À l'heure actuelle, les commandes émises pour `--disable-triggers` doivent être exécutées en tant que superutilisateur. Par conséquent, vous devez aussi spécifier un nom de superutilisateur avec `-S`, ou préféablement faire attention à lancer le script résultat en tant que superutilisateur.

Cette option n'a de sens que pour le format texte simple. Pour les formats d'archive, vous pouvez spécifier cette option quand vous appelez **pg_restore**.

--enable-row-security

Cette option est seulement adéquate lors de la sauvegarde du contenu d'une table disposant du mode de sécurité niveau ligne. Par défaut, pg_dump configura row_security à off pour s'assurer que toutes les données de la table soient sauvegardées. Si l'utilisateur n'a pas les droits suffisants pour contourner la sécurité niveau ligne, alors une erreur est renvoyée. Ce paramètre force pg_dump à configurer row_security à on, permettant à l'utilisateur de ne sauvegarder que le contenu auquel il a le droit d'accéder.

Notez que si vous utilisez cette option actuellement, vous serez certainement intéressé à faire une sauvegarde au format **INSERT** car les politiques de sécurité ne sont pas respectées par l'instruction **COPY FROM**.

--exclude-table-data=table

Ne sauvegarde pas les données pour toute table correspondant au motif indiqué par *table*. Le motif est interprété selon les mêmes règles que pour l'option -t. --exclude-table-data peut être utilisé plusieurs fois pour exclure des tables dont le nom correspond à des motifs différents. Cette option est utile quand vous avez besoin de la définition d'une table particulière mais pas de ses données.

Pour exclure les données de toutes les tables de la base, voir --schema-only.

--if-exists

Utilise des commandes conditionnelles (c'est-à-dire des clauses **IF EXISTS**) lors du nettoyage (suppression) des objets de la base. Cette option n'est pas valide à moins que --clean ne soit également spécifié.

--inserts

Extraire les données en tant que commandes **INSERT** (plutôt que **COPY**). Ceci rendra la restauration très lente ; c'est surtout utile pour créer des extractions qui puissent être chargées dans des bases de données autres que PostgreSQL™. Notez que la restauration peut échouer complètement si vous avez changé l'ordre des colonnes. L'option --column-inserts est plus sûre, mais encore plus lente.

--lock-wait-timeout=expiration

Ne pas attendre indéfiniment l'acquisition de verrous partagés sur table au démarrage de l'extraction. Échouer à la place s'il est impossible de verrouiller une table dans le temps d'*expiration* indiqué. L'expiration peut être spécifiée dans tous les formats acceptés par **SET statement_timeout**, les valeurs autorisées dépendant de la version du serveur sur laquelle vous faites l'extraction, mais une valeur entière en millisecondes est acceptée par toutes les versions depuis la 7.3. Cette option est ignorée si vous exportez d'une version antérieure à la 7.3.

--no-security-labels

Ne sauvegarde pas les labels de sécurité.

--no-synchronized-snapshots

Cette option permet l'exécution de **pg_dump -j** sur un serveur de version antérieure à la 9.2. Voir la documentation sur le paramètre - j pour plus de détails.

--no-tablespaces

Ne pas générer de commandes pour créer des tablespace, ni sélectionner de tablespace pour les objets. Avec cette option, tous les objets seront créés dans le tablespace par défaut durant la restauration.

Cette option n'a de sens que pour le format texte simple. Pour les formats d'archive, vous pouvez spécifier cette option quand vous appelez **pg_restore**.

--no-unlogged-table-data

Ne pas exporter le contenu des tables non journalisées (unlogged). Cette option n'a aucun effet sur le fait que la définition (schéma) des tables soit exportée ou non; seul l'export des données de la table est supprimé. Les données des tables non journalisées sont toujours exclues lors d'une sauvegarde à partir d'un serveur en standby.

--quote-all-identifiers

Force la mise entre guillemets de tous les identifiants. Cette option est recommandée lors de la sauvegarde d'un serveur PostgreSQL™ dont la version majeure est différente de celle du pg_dump ou quand le résultat est prévu d'être rechargé dans une autre version majeure. Par défaut, pg_dump met entre guillemets uniquement les identifiants qui sont des mots réservés dans sa propre version majeure. Ceci peut poser parfois des problèmes de compatibilité lors de l'utilisation de serveurs de versions différentes qui auraient des ensembles différents de mots clés. Utiliser --quote-all-identifiers empêche ce type de problèmes au prix d'un script résultant plus difficile à lire.

--section=sectionname

Sauvegarde seulement la section nommée. Le nom de la section peut être pre-data, data ou post-data. Cette option peut être spécifiée plus d'une fois pour sélectionner plusieurs sections. La valeur par défaut est toutes les sections.

La section data contient toutes les données des tables ainsi que la définition des Large Objects et les valeurs des séquences. Les éléments post-data incluent la définition des index, triggers, règles et contraintes (autres que les contraintes de vérification). Les éléments pre-data incluent en tous les autres éléments de définition.

--serializable-deferrable

Utiliser une transaction **sérialisable** pour l'export, pour garantir que l'instantané utilisé est cohérent avec les états futurs de la base; mais ceci est effectué par l'attente d'un point dans le flux des transactions auquel aucune anomalie ne puisse être présente, afin qu'il n'y ait aucun risque que l'export échoue ou cause l'annulation d'une autre transaction pour **erreur de sérialisation**. Veuillez Chapitre 13, Contrôle d'accès simultané pour davantage d'informations sur l'isolation des transactions et le contrôle d'accès concurrent.

Cette option est inutile pour un dump qui ne sera utilisé qu'en cas de récupération après sinistre. Elle pourrait être utile pour un dump utilisé pour charger une copie de la base pour du reporting ou toute autre activité en lecture seule tandis que la base originale continue à être mise à jour. Sans cela, le dump serait dans un état incohérent avec l'exécution séquentielle des transactions qui auront été finalement validées. Par exemple, si un traitement de type batch est exécuté, un batch pourrait apparaître comme terminé dans le dump sans que tous les éléments du batch n'apparaissent.

Cette option ne fera aucune différence si aucune transaction en lecture-écriture n'est active au lancement de pg_dump. Si des transactions en lecture-écriture sont actives, le démarrage du dump pourrait être retardé pour une durée indéterminée. Une fois qu'il sera démarré, la performance est identique à celle d'un dump sans cette option.

--snapshot=snapshotname

Utilise l'image de base de données synchronisée spécifiée lors de la sauvegarde d'une base de données (voir Tableau 9.81, « Fonction de synchronisation de snapshot » pour plus de détails).

Cette option est utile lorsqu'il est nécessaire de synchroniser la sauvegarde avec un slot de réPLICATION logique (voir Chapitre 47, Décodage logique (Logical Decoding)) ou avec une session concurrente.

Dans le cas d'une sauvegarde parallèle, le nom de l'image défini par cette option est utilisé plutôt que de prendre une nouvelle image de base.

--strict-names

Requiert que chaque motif de schéma (-n / --schema) et/ou de table (-t / --table) correspond à au moins un schéma/table de la base de données à sauvegarder. Notez que, si aucun motif de schéma/table ne trouve une correspondance, pg_dump générera une erreur, y compris sans --strict-names.

Cette option n'a pas d'effet sur -N / --exclude-schema, -T / --exclude_table et --exclude-table-date. Tout échec de correspondance pour un motif d'exclusion n'est pas considéré comme une erreur.

--use-set-session-authorization

Émettre des commandes SQL standard **SET SESSION AUTHORIZATION** à la place de commandes **ALTER OWNER** pour déterminer l'appartenance d'objet. Ceci rend l'extraction davantage compatible avec les standards, mais, suivant l'historique des objets de l'extraction, peut ne pas se restaurer correctement. Par ailleurs, une extraction utilisant **SET SESSION AUTHORIZATION** nécessitera certainement des droits superutilisateur pour se restaurer correctement, alors que **ALTER OWNER** nécessite des droits moins élevés.

-?, --help

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de pg_dump, puis quitte

Les options de ligne de commande suivantes gèrent les paramètres de connexion :

-d nom_base, --dbname=nom_base

Indique le nom de la base de données de connexion. Ceci revient à spécifier *nom_base* comme premier argument sans option sur la ligne de commande.

Si ce paramètre contient un signe = ou commence avec un préfixe URI valide (`postgresql://` ou `postgres://`), il est traité comme une chaîne de connexion *conninfo*. Voir Section 32.1, « Fonctions de contrôle de connexion à la base de données » pour plus d'informations.

-h hôte, --host hôte

Le nom d'hôte de la machine sur laquelle le serveur de bases de données est exécuté. Si la valeur commence par une barre oblique (/), elle est utilisée comme répertoire pour le socket de domaine Unix. La valeur par défaut est fournie par la variable d'environnement PGHOST, si elle est initialisée. Dans le cas contraire, une connexion sur la socket de domaine Unix est tentée.

-p port, --port port

Le port TCP ou le fichier local de socket de domaine Unix sur lequel le serveur écoute les connexions. La valeur par défaut est fournie par la variable d'environnement PGPORT, si elle est initialisée. Dans le cas contraire, il s'agit de la valeur fournie à

la compilation.

-U *nomutilisateur*, **--username** *nomutilisateur*
Le nom d'utilisateur utilisé pour la connexion.

-w, **--no-password**

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier `.pgpass`), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

-W, **--password**

Force pg_dump à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais nécessaire car pg_dump demande automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, pg_dump perd une tentative de connexion pour tester si le serveur demande un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option `-W` pour éviter la tentative de connexion.

--role=nomrole

Spécifie un rôle à utiliser pour créer l'extraction. Avec cette option, pg_dump émet une commande **SET ROLE** *nomrole* après s'être connecté à la base. C'est utile quand l'utilisateur authentifié (indiqué par `-U`) n'a pas les droits dont pg_dump a besoin, mais peut basculer vers un rôle qui les a. Certaines installations ont une politique qui est contre se connecter directement en tant que superutilisateur, et l'utilisation de cette option permet que les extractions soient faites sans violer cette politique.

Environnement

PGDATABASE, PGHOST, PGOPTIONS, PGPORT, PGUSER

Paramètres de connexion par défaut.

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Diagnostiques

pg_dump exécute intrinsèquement des instructions **SELECT**. Si des problèmes apparaissent à l'exécution de pg_dump, psql(1) peut être utilisé pour s'assurer qu'il est possible de sélectionner des informations dans la base de données. De plus, tout paramètre de connexion par défaut et toute variable d'environnement utilisé par la bibliothèque libpq s'appliquent.

L'activité générée par pg_dump dans la base de données est normalement collectée par le collecteur de statistiques. Si c'est gênant, vous pouvez positionner le paramètre `track_counts` à false via PGOPTIONS ou la commande `ALTER USER`.

Notes

Si des ajouts locaux à la base `template1` ont été effectués, il est impératif de s'assurer que la sortie de pg_dump est effectivement restaurée dans une base vide ; dans le cas contraire, il est fort probable que la duplication des définitions des objets ajoutés engendre des erreurs. Pour obtenir une base vide de tout ajout local, on utilise `template0` à la place de `template1` comme modèle. Par exemple :

```
CREATE DATABASE foo WITH TEMPLATE template0;
```

Quand une sauvegarde des seules données est sélectionnée et que l'option `--disable-triggers` est utilisée, pg_dump engendre des commandes de désactivation des déclencheurs sur les tables utilisateur avant l'insertion des données, puis après coup, des commandes de réactivation après l'insertion. Si la restauration est interrompue, il se peut que les catalogues systèmes conservent cette position.

Le fichier de sauvegarde produit par pg_dump ne contient pas les statistiques utilisées par l'optimiseur pour la planification des requêtes. Il est donc conseillé, pour assurer des performances optimales, de lancer **ANALYZE** après la restauration d'une sauvegarde ; voir Section 24.1.3, « Maintenir les statistiques du planificateur » et Section 24.1.6, « Le démon auto-vacuum » pour plus d'informations. Le fichier de sauvegarde ne contient pas non plus de commandes **ALTER DATABASE ... SET** ; ces paramètres sont sauvegardés par pg_dumpall(1), avec les utilisateurs et les paramètres globaux à l'installation.

Parce que pg_dump est utilisé pour transférer des données vers des nouvelles versions de PostgreSQL™, la sortie de pg_dump devra pouvoir se charger dans les versions du serveur PostgreSQL™ plus récentes que la version de pg_dump. pg_dump peut aussi extraire des données de serveurs PostgreSQL™ plus anciens que sa propre version. (À l'heure actuelle, les versions de serveurs supportées vont jusqu'à la 7.0.) Toutefois, pg_dump ne peut pas réaliser d'extraction de serveurs PostgreSQL™ plus récents que sa propre version majeure ; il refusera même d'essayer, plutôt que de risquer de fournir une extraction invalide. Par ailleurs, il n'est

pas garanti que la sortie de pg_dump puisse être chargée dans un serveur d'une version majeure plus ancienne -- pas même si l'extraction a été faite à partir d'un serveur dans cette version. Charger un fichier d'extraction dans un serveur de version plus ancienne pourra requérir une édition manuelle du fichier pour supprimer les syntaxe incomprises de l'ancien serveur. L'utilisation de l'option `--quote-all-identifiers` est recommandée lors de l'utilisation avec des versions différentes, car cela permet d'empêcher la venue de problèmes provenant de listes de mots clés dans différentes versions de PostgreSQL™.

Exemples

Sauvegarder une base appelée `ma_base` dans un script SQL :

```
$ pg_dump ma_base > base.sql
```

Pour sauvegarder une base de données dans une archive au format répertoire :

```
$ pg_dump -Fd ma_base -f rep_sauve
```

Charger ce script dans une base nouvellement créée et nommée `nouvelle_base`:

```
$ psql -d nouvelle_base -f base.sql
```

Sauvegarder une base dans un fichier au format personnalisé :

```
$ pg_dump -Fc ma_base > base.dump
```

Pour sauvegarder une base de données en utilisant le format répertoire et en activant la parallélisation sur cinq jobs :

```
$ pg_dump -Fd ma_base -j 5 -f rep_sauvegarde
```

Charger un fichier d'archive dans une nouvelle base nommée `nouvelle_base` :

```
$ pg_restore -d nouvelle_base base.dump
```

Sauvegarder la table nommée `mytab` :

```
$ pg_dump -t ma_table ma_base > base.sql
```

Sauvegarder toutes les tables du schéma `detroit` et dont le nom commence par `emp` sauf la table nommée `traces_employes` :

```
$ pg_dump -t 'detroit.emp*' -T detroit.traces_employes ma_base > base.sql
```

Sauvegarder tous les schémas dont le nom commence par `est` ou `ouest` et se termine par `gsm`, en excluant les schémas dont le nom contient le mot `test` :

```
$ pg_dump -n 'est*gsm' -n 'ouest*gsm' -N '*test*' ma_base > base.sql
```

Idem mais en utilisant des expressions rationnelles dans les options :

```
$ pg_dump -n '(est|ouest)*gsm' -N '*test*' ma_base > base.sql
```

Sauvegarder tous les objets de la base sauf les tables dont le nom commence par `ts_` :

```
$ pg_dump -T 'ts_*' ma_base > base.sql
```

Pour indiquer un nom qui comporte des majuscules dans les options `-t` et assimilées, il faut ajouter des guillemets doubles ; sinon le nom est converti en minuscules (voir la section intitulée « motifs »). Les guillemets doubles sont interprétés par le shell et

doivent donc être placés entre guillemets. Du coup, pour sauvegarder une seule table dont le nom comporte des majuscules, on utilise une commande du style :

```
$ pg_dump -t \"NomAMajuscule\" ma_base > ma_base.sql
```

Voir aussi

[pg_dumpall\(1\)](#), [pg_restore\(1\)](#), [psql\(1\)](#)

Nom

`pg_receivexlog` — suit le flux des journaux de transactions d'un serveur PostgreSQL™

Synopsis

```
pg_receivexlog [option...]
```

Description

`pg_receivexlog` est utilisé pour suivre le flux des journaux de transaction d'une instance de PostgreSQL™ en cours d'activité. Les journaux de transactions sont suivis en utilisant le flux du protocole de réPLICATION, et sont écrits sous forme de fichier dans un répertoire local. Ce répertoire peut être utilisé comme emplacement des archives dans l'optique d'une restauration utilisant le mécanisme de sauvegarde à chaud et de récupération à un instant (*PITR*, voir Section 25.3, « Archivage continu et récupération d'un instantané (*PITR*) »).

`pg_receivexlog` suit le flux des journaux de transactions en temps réel car il est généré sur le serveur, et qu'il n'attend pas l'écriture d'un segment complet d'un journal de transactions comme `archive_command` le fait.

Contrairement au receveur de WAL d'un serveur PostgreSQL standby, `pg_receivexlog` place les données WAL sur disque par défaut uniquement quand un fichier WAL est fermé. L'option `--synchronous` doit être ajoutée pour que les données WAL soient écrites en temps réel.

Le journal de transactions est envoyé via une connexion PostgreSQL™ traditionnelle, et utilise le protocole de réPLICATION. La connexion doit être créée avec un compte superutilisateur ou utilisateur disposant des droits `REPLICATION` (voir Section 21.2, « Attributs des rôles ») et le fichier `pg_hba.conf` doit permettre la connexion de réPLICATION. Le serveur doit aussi être configuré avec une valeur suffisamment haute pour le paramètre `max_wal_senders` pour laisser au moins une session disponible pour le flux.

Si la connexion est perdue ou si elle ne peut pas être établie initialement, via une erreur non fatale, `pg_receivexlog` essaiera à nouveau indéfiniment, et rétablira le flux dès que possible. Pour éviter ce comportement, utilisez le paramètre `-n`.

Options

`-D répertoire, --directory=répertoire`
Répertoire dans lequel écrire le résultat.

Ce paramètre est obligatoire.

`--if-not-exists`
Ne renvoie pas une erreur quand `--create-slot` est indiqué et qu'un slot de même nom existe déjà.

`-n, --no-loop`
N'effectue pas de nouvelle tentative en cas d'erreur à la connexion. À la place, le programme s'arrête en retournant une erreur.

`-s intervalle, --status-interval=intervalle`
Spécifie le rythme en secondes de l'envoi des paquets au serveur informant de l'état en cours. Ceci permet une supervision plus simple du progrès à partir du serveur. Une valeur de zéro désactive complètement la mise à jour périodique du statut, bien qu'une mise à jour sera toujours envoyée si elle est réclamée par le serveur pour éviter la déconnexion après un certain délai. La valeur par défaut est de 10 secondes.

`-S slotname --slot=nom_slot`
Requiert l'utilisation d'un slot de réPLICATION existant avec `pg_receivexlog` (voir Section 26.2.6, « Slots de réPLICATION »). Quand cette option est utilisée, `pg_receivexlog` renverra une position de vidage au serveur, indiquant quand chaque segment a été synchronisé sur disque. Cela permet au serveur de supprimer ce segment s'il n'est pas utile ailleurs.

Quand le client de réPLICATION de `pg_receivexlog` est configuré sur le serveur comme un `standby` synchrone, l'utilisation d'un slot de réPLICATION renverra la position de vidage sur disque du serveur, mais seulement lors de la fermeture d'un fichier WAL. De ce fait, cette configuration entraînera que les transactions sur le primaire attendront un long moment, ce qui aura pour effet de ne pas fonctionner de manière satisfaisante. L'option `--synchronous` (voir ci-dessous) doit être ajoutée pour que cela fonctionne correctement.

`--synchronous`
Vide les données WAL sur disque dès leur réception. De plus, envoie un paquet de statut au serveur immédiatement après le vidage, quelque soit la configuration de l'option `--status-interval`.

Cette option doit être utilisée si le client de réPLICATION de pg_receivexlog est configuré en tant que serveur standby synchrone pour s'assurer que le retour est renvoyé à temps au serveur principal.

-v, --verbose

Active le mode verbeux.

Les options en ligne de commande qui suivent permettent de paramétriser la connexion à la base de données.

-d *connstr*, --dbname=*connstr*

Spécifie les paramètres utilisés pour se connecter au serveur, sous la forme d'une chaîne de connexion. Voir Section 32.1.1, « Chaînes de connexion » pour plus d'informations.

Cette option est nommée --dbname par cohérence avec les autres applications clients mais, comme pg_receivexlog ne se connecte à aucune base de données en particulier dans l'instance, le nom de la base dans la chaîne de connexion sera ignoré.

-h *hôte*, --host=*hôte*

Spécifie le nom de l'hôte de la machine sur lequel le serveur s'exécute. Si la valeur commence par un slash, il est utilisé comme le répertoire de la socket du domaine Unix (IPC). La valeur par défaut est issue de la variable d'environnement PGHOST, si elle est définie, sinon une connexion à une socket du domaine Unix est tentée.

-p *port*, --port=*port*

Spécifie le port TCP ou l'extension du fichier de la socket du domaine Unix sur lequel le serveur va écouter les connexions. La valeur par défaut est issue de la variable d'environnement PGPORT, si elle est définie, ou d'une valeur définie lors de la compilation.

-U *nom-utilisateur*, --username=*nom-utilisateur*

L'utilisateur avec lequel se connecter.

-w, --no-password

Ne demande pas la saisie d'un mot de passe. Si le serveur nécessite un mot de passe d'authentification et qu'aucun mot de passe n'est disponible par d'autre biais comme le fichier .pgpass, la connexion tentée échouera. Cette option peut être utile dans des batchs où aucun utilisateur ne pourra entrer un mot de passe.

-W, --password

Oblige pg_receivexlog à demander un mot de passe avant de se connecter à la base.

Cette option n'est pas indispensable car pg_receivexlog demandera automatiquement un mot de passe si le serveur nécessite une authentification par mot de passe. Cependant, pg_receivexlog perdra une tentative de connexion avant de savoir si le serveur nécessite un mot de passe. Dans certain cas, il est possible d'ajouter l'option -W pour éviter une tentative de connexion superflue.

pg_receivexlog peut réaliser une des deux actions suivantes pour contrôler les slots de réPLICATION physique :

--create-slot

Crée un slot de réPLICATION physique avec le nom spécifié par l'option --slot, puis quitte.

--drop-slot

Supprime le slot de réPLICATION dont le nom est spécifié par l'option --slot, puis quitte.

D'autres options sont aussi disponibles :

-V, --version

Affiche la version de pg_receivexlog et termine le programme.

-?, --help

Affiche l'aide concernant les arguments en ligne de commande de pg_receivexlog, et termine le programme.

Environnement

Cet utilitaire, comme la plupart des autres utilitaires PostgreSQL™, utilise les variables d'environnement supportées par libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Notes

Lorsque vous utilisez pg_receivexlog à la place de archive_command comme méthode principale de sauvegarde des WAL, il est fortement recommandé d'utiliser les slots de réPLICATION. Dans le cas contraire, le serveur est libre de recycler ou supprimer les fi-

chiers des journaux de transactions avant qu'ils ne soient sauvegardés car il n'a aucune information, provenant soit de archive_command soit des slots de réPLICATION, sur la quantité de WAL déjà archivée. Néanmoins, notez qu'un slot de réPLICATION remplira l'espace disque du serveur si le receveur n'arrive pas à suivre le rythme de récupération des données WAL.

Exemples

Pour suivre le flux des journaux de transactions du serveur mon-serveur-de-donnees et les stocker dans le répertoire local /usr/local/pgsql/archive :

```
$ pg_receivexlog -h mon-serveur-de-donnees -D /usr/local/pgsql/archive
```

Voir aussi

`pg_basebackup(1)`

Nom

`pg_recvlogical` — contrôle les flux de décodage logique de PostgreSQL™

Synopsis

`pg_recvlogical [option...]`

Description

`pg_recvlogical` contrôle des slots de réPLICATION pour le décodage logique et envoie les données par flux depuis ces slots de réPLICATION.

Il crée une connexion en mode réPLICATION, et est donc sujet aux mêmes contraintes que `pg_receivelog(1)`, en plus de celles de la réPLICATION logique (voir Chapitre 47, Décodage logique (Logical Decoding)).

Options

Au moins une des options suivantes doit être indiquée pour sélectionner une action :

`--create-slot`

Crée un nouveau slot de réPLICATION avec le nom spécifié avec `--slot`, utilisant le plugin de sortie spécifié avec `--plugin`, pour la base de données spécifiée par `--dbname`.

`--drop-slot`

Supprime le slot de réPLICATION dont le nom est spécifié avec l'option `--slot`, puis quitte.

`--start`

Commence le transfert des modifications à partir du slot de réPLICATION spécifié par l'option `--slot`, et continue jusqu'à être arrêté par un signal. Si le flux de modifications côté serveur se termine avec un arrêt du serveur ou une déconnexion, tente de nouveau dans une boucle, sauf si l'option `--no-loop` est ajoutée.

Le format du flux est déterminé par le plugin en sortie indiqué lors de la création du slot.

La connexion doit se faire sur la même base de données que celle utilisée pour créer le slot.

Les actions `--create-slot` et `--start` peuvent être utilisées ensemble. `--drop-slot` ne peut pas être combinée avec une autre action.

L'option de ligne de commande suivante contrôle l'emplacement et le format de sortie ainsi que les autres comportements de la réPLICATION :

`-f nom_fichier, --file=nom_fichier`

Écrit les données de transactions reçues et décodées dans ce fichier. Utiliser `-` pour la sortie standard (`stdout`).

`-F interval_secondes, --fsync-interval=interval_secondes`

Précise la fréquence des appels à `fsync()` par `pg_recvlogical` pour s'assurer que le fichier en sortie est à coup sûr sur disque.

De temps en temps, le serveur demande au client de réaliser les écritures et de rapporter sa position au serveur. Ce paramètre permet d'aller au-delà, pour réaliser des écritures plus fréquentes.

Indiquer un intervalle de 0 désactive tous les appels à `fsync()`. Le serveur est toujours informé de la progression. Dans ce cas, des données peuvent être perdues en cas de crash.

`-I lsn, --startpos=lsn`

Dans le mode `--start`, la réPLICATION commence à la position LSN désignée. Pour les détails de son effet, voir la documentation dans Chapitre 47, Décodage logique (Logical Decoding) et Section 51.4, « Protocole de réPLICATION en continu ». Ignoré dans les autres modes.

`--if-not-exists`

Ne renvoie pas une erreur quand `--create-slot` est spécifié et qu'un slot de ce nom existe déjà.

`-n, --no-loop`

Quand la connexion au serveur est perdue, ne pas tenter de nouveau dans une boucle, mais quitte simplement.

`-o nom[=valeur], --option=nom[=valeur]`

Passe l'option option `nom` au plugin en sortie avec la `valeur` si elle est spécifiée. Des options existent mais leurs effets dé-

pendent du plugin utilisé en sortie.

-P *plugin*, **--plugin=plugin**

Lors de la création du slot, utiliser la sortie de plugin de décodage spécifiée. Voir Chapitre 47, Décodage logique (Logical Decoding). Cette option n'a pas d'effet si le slot existe déjà.

-s *intervalle_en_seconde*, **--status-interval=intervalle_en_seconde**

Cette option a le même effet que l'option du même nom dans pg_receivelog(1). Voir la description à cet endroit.

-S *nom_slot*, **--slot=nom_slot**

Dans le mode **--start**, utilise le slot de réPLICATION logique existant nommé *slot_name*. Dans le mode **--create-slot**, créer le slot de réPLICATION avec ce nom. Dans le mode **--drop-slot**, supprime le slot de ce nom.

-v, **--verbose**

Active le mode verbeux.

Les options suivantes en ligne de commande contrôlent les paramètres de connexion à la base de données.

-d *nom_base*, **--dbname=nom_base**

La base de données où se connecter. Voir la description des actions de sa signification. Cela peut être une chaîne de connexion libpq ; voir Section 32.1.1, « Chaînes de connexion » pour plus d'informations. La valeur par défaut est le nom de l'utilisateur. to user name.

-h *alias-ou-ip*, **--host=alias-ou-ip**

Indique le nom d'hôte du serveur. Si la valeur commence avec un slash, elle est utilisée comme nom du répertoire pour le socket de domaine Unix. La valeur par défaut est récupérée de la variable d'environnement PGHOST. Si cette dernière n'est pas configurée, une connexion par socket de domaine Unix est tentée.

-p *port*, **--port=port**

Indique le port TCP ou l'extension du fichier de socket de domaine Unix, sur lequel le serveur écoute les connexions entrantes. La valeur par défaut correspond à la valeur de la variable d'environnement PGPORT. Si cette variable n'est pas configurée, une valeur compilée est prise en compte.

-U *nom_utilisateur*, **--username=nom_utilisateur**

Le nom d'utilisateur utilisé pour la connexion. Sa valeur par défaut est le nom de l'utilisateur du système d'exploitation.

-w, **--no-password**

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur requiert une authentification par mot de passe et qu'un mot de passe n'est pas disponible par d'autres moyens tels que le fichier .pgpass, la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile dans les jobs programmés et dans les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

-W, **--password**

Force pg_recvlogical à demander un mot de passe avant de se connecter à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire, car pg_recvlogical demandera automatiquement un mot de passe si le serveur requiert une authentification par mot de passe. Néanmoins, pg_recvlogical gaspillera une tentative de connexion pour trouver que le serveur a besoin d'un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'utiliser l'option -W pour éviter la tentative de connexion supplémentaire.

Les options supplémentaires suivantes sont disponibles :

-V, **--version**

Affiche la version de pg_recvlogical, puis quitte.

-?, **--help**

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de pg_recvlogical, puis quitte.

Environnement

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise les variables d'environnement supportées par libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Exemples

Voir Section 47.1, « Exemples de décodage logique » pour un exemple.

Voir aussi

pg_recvexlog(1)

Nom

`pg_dumpall` — extraire une grappe de bases de données PostgreSQL™ dans un fichier de script

Synopsis

`pg_dumpall [option_connexion...] [option...]`

Description

`pg_dumpall` est un outil d'extraction (« sauvegarde ») de toutes les bases de données PostgreSQL™ d'une grappe vers un fichier script. Celui-ci contient les commandes SQL utilisables pour restaurer les bases de données avec `psql(1)`. Cela est obtenu en appelant `pg_dump(1)` pour chaque base de données de la grappe. `pg_dumpall` sauvegarde aussi les objets globaux, communs à toutes les bases de données. (`pg_dump` ne sauvegarde pas ces objets.) Cela inclut aussi les informations concernant les utilisateurs et groupes des bases de données, ainsi que les tablespaces et les propriétés telles que les droits d'accès s'y appliquant.

Puisque `pg_dumpall` lit les tables de toutes les bases de données, il est préférable d'avoir les droits de superutilisateur de la base de données pour obtenir une sauvegarde complète. De plus, il faut détenir des droits superutilisateur pour exécuter le script produit, afin de pouvoir créer les utilisateurs, les groupes et les bases de données.

Le script SQL est écrit sur la sortie standard. Utilisez l'option `-f|fichier` ou les opérateurs shell pour la rediriger vers un fichier.

`pg_dumpall` se connecte plusieurs fois au serveur PostgreSQL™ (une fois par base de données). Si l'authentification par mot de passe est utilisé, un mot de passe est demandé à chaque tentative de connexion. Il est intéressant de disposer d'un fichier `~/.pgpass` dans de tels cas. Voir Section 32.15, « Fichier de mots de passe » pour plus d'informations.

Options

Les options suivantes, en ligne de commande, contrôlent le contenu et le format de la sortie.

- `-a, --data-only`
Seules les données sont sauvegardées, pas le schéma (définition des données).
- `-c, --clean`
Les commandes SQL de nettoyage (suppression) des bases de données avant leur recréation sont incluses. Des commandes **DROP** sont également ajoutées pour les rôles et les tablespaces.
- `-f nomfichier, --file=nomfichier`
Envoie le résultat dans le fichier indiqué. Si cette option n'est pas utilisée, la sortie standard est utilisée.
- `-g, --globals-only`
Seuls les objets globaux sont sauvegardés (rôles et tablespaces), pas les bases de données.
- `-o, --oids`
Les identifiants des objets (OID) sont sauvegardés comme faisant partie des données de chaque table. Cette option est utilisée si l'application référence les colonnes OID (par exemple, dans une contrainte de clé étrangère). Sinon, cette option ne doit pas être utilisée.
- `-O, --no-owner`
Les commandes permettant de positionner les propriétaires des objets à ceux de la base de données originale. Par défaut, `pg_dumpall` lance les instructions **ALTER OWNER** ou **SET SESSION AUTHORIZATION** pour configurer le propriétaire des éléments créés. Ces instructions échouent lorsque le script est lancé par un utilisateur ne disposant pas des droits de superutilisateur (ou ne possédant pas les droits du propriétaire de tous les objets compris dans ce script). Pour que ce qui devient alors propriétaire de tous les objets créés, l'option `-O` doit être utilisée.
- `-r, --roles-only`
Sauvegarde seulement les rôles, pas les bases ni les tablespaces.
- `-s, --schema-only`
Seules les définitions des objets (schéma), sans les données, sont sauvegardées.
- `-S username, --superuser=username`
Précise le nom du superutilisateur à utiliser pour la désactivation des déclencheurs. Cela n'a d'intérêt que lorsque `--disable-triggers` est utilisé. (Il est en général préférable de ne pas utiliser cette option et de lancer le script résultant en tant que superutilisateur.)
- `-t, -- tablespaces-only`

Sauvegarde seulement les tablespaces, pas les bases ni les rôles.

-v, --verbose

Indique l'utilisation du mode verbeux. Ainsi pg_dumpall affiche les heures de démarrage/arrêt dans le fichier de sauvegarde et les messages de progression sur la sortie standard. Il active également le mode verbeux dans pg_dump.

-V, --version

Affiche la version de pg_dumpall puis quitte.

-x, --no-privileges, --no-acl

Les droits d'accès (commandes grant/revoke) ne sont pas sauvegardés.

--binary-upgrade

Cette option est destinée à être utilisée pour une mise à jour en ligne. Son utilisation dans d'autres buts n'est ni recommandée ni supportée. Le comportement de cette option peut changer dans les versions futures sans avertissement.

--column-inserts, --attribute-inserts

Extraire les données en tant que commandes **INSERT** avec des noms de colonnes explicites (`INSERT INTO table (colonne, ...)` `VALUES ...`). Ceci rendra la restauration très lente ; c'est surtout utile pour créer des extractions qui puissent être chargées dans des bases de données autres que PostgreSQL™.

--disable-dollar-quoting

L'utilisation du dollar comme guillemet dans le corps des fonctions est désactivée. Celles-ci sont mises entre guillemets en accord avec la syntaxe du standard SQL.

--disable-triggers

Cette option n'est utile que lors de la création d'une sauvegarde des seules données. pg_dumpall inclut les commandes de désactivation temporaire des déclencheurs sur les tables cibles pendant le rechargement des données. Cette option est utile lorsqu'il existe des vérifications d'intégrité référentielle ou des déclencheurs sur les tables qu'on ne souhaite pas voir appelés lors du rechargement des données.

Actuellement, les commandes émises par **--disable-triggers** nécessitent d'être lancées par un superutilisateur. Il est donc impératif de préciser le nom du superutilisateur avec **-S** ou, préférentiellement, de lancer le script résultant en tant que superutilisateur.

--if-exists

Utilise une commande conditionnelle (c'est-à-dire ajouter une clause **IF EXISTS** pour la suppression des bases et autres objets. Cette option n'est valide que si **--clean** est également spécifié.

--inserts

Extraire les données en tant que commandes **INSERT** (plutôt que **COPY**). Ceci rendra la restauration très lente ; c'est surtout utile pour créer des extractions qui puissent être chargées dans des bases de données autres que PostgreSQL™. Notez que la restauration peut échouer complètement si vous avez changé l'ordre des colonnes. L'option **--column-inserts** est plus sûre, mais encore plus lente.

--lock-wait-timeout=expiration

Ne pas attendre indéfiniment l'acquisition de verrous partagés sur table au démarrage de l'extraction. Échouer à la place s'il est impossible de verrouiller une table dans le temps d'*expiration* spécifié. L'expiration peut être indiquée dans tous les formats acceptés par **SET statement_timeout**, les valeurs autorisées dépendant de la version du serveur sur laquelle vous faites l'extraction, mais une valeur entière en millisecondes est acceptée par toutes les versions depuis la 7.3. Cette option est ignorée si vous exportez d'une version antérieure à la 7.3.

--no-tablespaces

Ne pas générer de commandes pour créer des tablespace, ni sélectionner de tablespace pour les objets. Avec cette option, tous les objets seront créés dans le tablespace par défaut durant la restauration.

--no-security-labels

Ne sauvegarde pas les labels de sécurité.

--no-unlogged-table-data

Ne sauvegarde pas le contenu des tables non tracées dans les journaux de transactions. Cette option n'a pas d'effet sur la sauvegarde des définitions de table ; il supprime seulement la sauvegarde des données des tables.

--quote-all-identifiers

Force la mise entre guillemets de tous les identifiants. Cette option est recommandée lors de la sauvegarde d'un serveur PostgreSQL™ dont la version majeure est différente de celle du pg_dumpall ou quand le résultat est prévu d'être rechargeé dans une autre version majeure. Par défaut, pg_dumpall met entre guillemets uniquement les identifiants qui sont des mots réservés dans sa propre version majeure. Ceci peut poser parfois des problèmes de compatibilité lors de l'utilisation de serveurs de versions différentes qui auraient des ensembles différents de mots clés. Utiliser **--quote-all-identifiers** empêche ce type de problèmes au prix d'un script résultant plus difficile à lire.

--use-set-session-authorization

Les commandes **SET SESSION AUTHORIZATION** du standard SQL sont affichées à la place des commandes **ALTER OWNER** pour préciser le propriétaire de l'objet. Cela améliore la compatibilité de la sauvegarde vis-à-vis des standard. Toutefois, du fait de l'ordre d'apparition des objets dans la sauvegarde, la restauration peut ne pas être correcte.

-?, --help

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de pg_dumpall, puis quitte

Les options suivantes en ligne de commande contrôlent les paramètres de connexion à la base de données.

-d *connstr*, --dbname=*connstr*

Indique les paramètres à utiliser pour se connecter au serveur, en tant que chaîne de connexions. Voir Section 32.1.1, « Chaînes de connexion » pour plus d'informations.

Cette option est appelée --dbname par cohérence avec les autres applications clientes. Comme pg_dumpall a besoin de se connecter à plusieurs bases de données, le nom de la base indiqué dans la chaîne de connexion sera ignorée. Utilisez l'option -l pour spécifier le nom de la base utilisé pour sauvegarder les objets globaux et pour découvrir les bases à sauvegarder.

-h *hôte*, --host=*hôte*

Précise le nom d'hôte de la machine sur laquelle le serveur de bases de données est en cours d'exécution. Si la valeur commence avec un slash, elle est utilisée comme répertoire du socket de domaine Unix. La valeur par défaut est prise à partir de la variable d'environnement PGHOST, si elle est initialisée, sinon une connexion socket de domaine Unix est tentée.

-l *dbname*, --database=*dbname*

Spécifie le nom de la base où se connecter pour la sauvegarde des objets globaux et pour découvrir les bases qui devraient être sauvegardées. Si cette option n'est pas utilisée, la base postgres est utilisé et, si elle n'existe pas, template1 sera utilisée.

-p *port*, --port=*port*

Précise le port TCP ou l'extension du fichier socket de domaine Unix local sur lequel le serveur est en écoute des connexions. La valeur par défaut est la variable d'environnement PGPORT, si elle est initialisée, ou la valeur utilisée lors de la compilation.

-U *nomutilisateur*, --username=*nomutilisateur*

Utilisateur utilisé pour initier la connexion.

-w, --no-password

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier .pgpass), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

-W, --password

Force pg_dumpall à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire car pg_dumpall demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, pg_dumpall perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option -W pour éviter la tentative de connexion.

Notez que le mot de passe sera demandé pour chaque base de données à sauvegarder. Habituellement, il est préférable de configurer un fichier ~/ .pgpass pour que de s'en tenir à une saisie manuelle du mot de passe.

--role=*nomrole*

Spécifie un rôle à utiliser pour créer l'extraction. Avec cette option, pg_dumpall émet une commande **SET ROLE** *nomrole* après s'être connecté à la base. C'est utile quand l'utilisateur authentifié (indiqué par -U) n'a pas les droits dont pg_dumpall a besoin, mais peut basculer vers un rôle qui les a. Certaines installations ont une politique qui est contre se connecter directement en tant que superutilisateur, et l'utilisation de cette option permet que les extractions soient faites sans violer cette politique.

Environnement

PGHOST, PGOPTIONS, PGPORT, PGUSER

Paramètres de connexion par défaut

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Notes

Comme pg_dumpall appelle pg_dump en interne, certains messages de diagnostique se réfèrent en fait à pg_dump.

Une fois la restauration effectuée, il est conseillé de lancer **ANALYZE** sur chaque base de données, de façon à ce que l'optimiseur dispose de statistiques utiles. **vacuumdb -a -z** peut également être utilisé pour analyser toutes les bases de données.

pg_dumpall requiert que tous les tablespaces nécessaires existent avant la restauration. Dans le cas contraire, la création de la base échouera pour une base qui ne se trouve pas dans l'emplacement par défaut.

Exemples

Sauvegarder toutes les bases de données :

```
$ pg_dumpall > db.out
```

Pour recharger les bases de données à partir de ce fichier, vous pouvez utiliser :

```
$ psql -f db.out postgres
```

(La base de données utilisée pour la connexion initiale n'a pas d'importance ici car le fichier de script créé par pg_dumpall contient les commandes nécessaires à la création et à la connexion aux bases de données sauvegardées.)

Voir aussi

Vérifier pg_dump(1) pour des détails sur les conditions d'erreur possibles.

Nom

`pg_isready` — vérifier le statut de connexion d'un serveur PostgreSQL™

Synopsis

`pg_isready [option-connexion...] [option...]`

Description

`pg_isready` est un outil qui vérifie le statut de connexion d'un serveur PostgreSQL™. Le code de sortie indique le résultat de la vérification.

Options

`-d nom_base, --dbname=nom_base`

Indique le nom de la base de données de connexion.

Si ce paramètre contient un signe = ou commence avec un préfixe URI valide (`postgresql://` ou `postgres://`), il est traité comme une chaîne de connexion `conninfo`. Voir Section 32.1, « Fonctions de contrôle de connexion à la base de données » pour plus d'informations.

`-h hôte, --host=hôte`

Spécifie le nom d'hôte de la machine sur laquelle le serveur de bases de données est exécuté. Si la valeur commence par une barre oblique (/), elle est utilisée comme répertoire pour le socket de domaine Unix.

`-p port, --port=port`

Spécifie le port TCP ou l'extension du fichier local de socket de domaine Unix sur lequel le serveur écoute les connexions. La valeur par défaut est fournie par la variable d'environnement PGPORT, si elle est initialisée. Dans le cas contraire, il s'agit de la valeur fournie à la compilation, habituellement 5432.

`-q, --quiet`

N'affiche pas de message de statut. Ceci est utile pour son utilisation dans un script.

`-t secondes, --timeout=secondes`

Le nombre maximum de secondes à attendre lors d'une tentative de connexion et que le serveur ne répond pas. Le configurer à 0 désactive l'attente. Par défaut, la valeur est de trois secondes.

`-U nomutilisateur, --username=nomutilisateur`

Se connecter à la base en tant que l'utilisateur `nomutilisateur` à la place du défaut.

`-V, --version`

Affiche la version de `pg_isready`, puis quitte.

`-?, --help`

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de `pg_isready`, puis quitte.

Code de sortie

`pg_isready` renvoie 0 au shell si le serveur accepte normalement les connexions, 1 si le serveur rejette les connexions (par exemple lors du démarrage), 2 s'il n'y a pas de réponse une fois passé le délai d'attente et 3 si aucune tentative n'a eu lieu (par exemple à cause de paramètres invalides).

Environnement

`pg_isready`, comme la majorité des outils PostgreSQL™, utilise les variables d'environnement supportées par libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Notes

Il n'est pas nécessaire de fournir un nom d'utilisateur, un mot de passe ou une base de données valides pour obtenir le statut du serveur. Néanmoins, si des valeurs incorrectes sont fournies, le serveur tracera une tentative échouée de connexion.

Exemples

Usage standard :

```
$ pg_isready
/tmp:5432 - accepting connections
$ echo $?
0
```

Exécuter avec les paramètres de connexions vers une instance PostgreSQL™ en cours de démarrage :

```
$ pg_isready -h localhost -p 5433
localhost:5433 - rejecting connections
$ echo $?
1
```

Exécuter avec les paramètres de connexions vers une instance PostgreSQL™ qui ne répond pas :

```
$ pg_isready -h someremotehost
someremotehost:5432 - no response
$ echo $?
2
```

Nom

`pg_restore` — restaure une base de données PostgreSQL™ à partir d'un fichier d'archive créé par `pg_dump`

Synopsis

`pg_restore [option_connexion...] [option...] [nom_fichier]`

Description

`pg_restore` est un outil pour restaurer une base de données PostgreSQL™ à partir d'une archive créée par `pg_dump(1)` dans un des formats non textuel. Il lance les commandes nécessaires pour reconstruire la base de données dans l'état où elle était au moment de sa sauvegarde. Les fichiers d'archive permettent aussi à `pg_restore` d'être sélectif sur ce qui est restauré ou même de réordonner les éléments à restaurer. Les fichiers d'archive sont conçus pour être portables entre les architectures.

`pg_restore` peut opérer dans deux modes. Si un nom de base de données est spécifié, `pg_restore` se connecte à cette base de données et restaure le contenu de l'archive directement dans la base de données. Sinon, un script contenant les commandes SQL nécessaires pour reconstruire la base de données est créé et écrit dans un fichier ou sur la sortie standard. La sortie du script est équivalente à celles créées par le format en texte plein de `pg_dump`. Quelques-unes des options contrôlant la sortie sont du coup analogues aux options de `pg_dump`.

De toute évidence, `pg_restore` ne peut pas restaurer l'information qui ne se trouve pas dans le fichier d'archive. Par exemple, si l'archive a été réalisée en utilisant l'option donnant les « données sauvegardées par des commandes **INSERT** », `pg_restore` ne sera pas capable de charger les données en utilisant des instructions **COPY**.

Options

`pg_restore` accepte les arguments suivants en ligne de commande.

nom_fichier

Spécifie l'emplacement du fichier d'archive (ou du répertoire pour une archive au format « directory ») à restaurer. S'il n'est pas spécifié, l'entrée standard est utilisée.

`-a, --data-only`

Restaure seulement les données, pas les schémas (définitions des données). Les données des tables, les Large Objects, et les valeurs des séquences sont restaurées si elles sont présentes dans l'archive.

Cette option est similaire à `--section=data` mais, pour des raisons historiques, elle n'est pas identique.

`-c, --clean`

Nettoie (supprime) les objets de la base de données avant de les créer. (Sauf si `--if-exists` est utilisé, ceci pourrait générer quelques messages d'erreur sans conséquence, si certains objets ne sont pas présents dans la base de données de destination.)

`-C, --create`

Crée la base de données avant de la restaurer. Si l'option `--clean` est aussi indiquée, supprime puis crée de nouveau la base de données cible avant de s'y connecter.

Quand cette option est utilisée, la base de données nommée via l'option `-d` est utilisée seulement pour exécuter les commandes **DROP DATABASE** et **CREATE DATABASE**. Toutes les données sont restaurées dans la base dont le nom se trouve dans l'archive.

`-d nom_base, --dbname=nom_base`

Se connecte à la base de données *nom_base* et restaure directement dans la base de données.

`-e, --exit-on-error`

Quitte si une erreur est rencontrée lors de l'envoi des commandes SQL à la base de données. La valeur par défaut est de continuer et d'afficher le nombre d'erreurs à la fin de la restauration.

`-f nom_fichier, --file=filename`

Spécifie le fichier en sortie pour le script généré ou pour la liste lorsqu'elle est utilisée avec `-l`. Par défaut, il s'agit de la sortie standard.

`-F format, --format=format`

Spécifie le format de l'archive. Il n'est pas nécessaire de le spécifier car `pg_restore` détermine le format automatiquement. Si spécifié, il peut être un des suivants :

- c, custom
L'archive est dans le format personnalisé de pg_dump.
- d, directory
L'archive est un répertoire (*directory*).
- t, tar
L'archive est une archive **tar**.
- I *index*, --index=*index*
Restaure uniquement la définition des index nommés. Plusieurs index peuvent être donnés en utilisant autant de fois l'option -I.
- j *nombre-de-jobs*, --jobs=*nombre-de-jobs*
Exécute les parties les plus consommatrices en temps de pg_restore -- celles des chargements de données, créations d'index et créations de contraintes -- en utilisant plusieurs jobs concurrents. Cette option peut réduire de beaucoup le temps pour restaurer une grosse base de données pour un serveur fonctionnant sur une machine multi-processeurs.
Chaque job est un processus ou un thread, suivant le système d'exploitation, et utilise une connexion séparée au serveur.
La valeur optimale pour cette option dépend de la configuration matérielle du serveur, du client et du réseau. Les facteurs incluent le nombre de coeurs CPU et la configuration disque. Un bon moyen pour commencer est le nombre de coeurs CPU du serveur, mais une valeur plus grande que ça peut amener des temps de restauration encore meilleurs dans de nombreux cas. Bien sûr, les valeurs trop hautes apporteront des performances en baisse.
- Seuls les formats d'archivage personnalisé et répertoire sont supportés avec cette option. Le fichier en entrée doit être un fichier standard (pas un tube par exemple). Cette option est ignorée lors de la création d'un script plutôt qu'une connexion à la base de données. De plus, plusieurs jobs ne peuvent pas être utilisés ensemble si vous voulez l'option --single-transaction.
- l, --list
Liste le contenu de l'archive. Le résultat de cette opération peut être utilisé en entrée de l'option -L. Notez que, si vous utilisez des options de filtre telles que -n ou -t avec l'option -l, elles restreignent les éléments listés.
- L *fichier_liste*, --use-list=*fichier_liste*
Restaure seulement les objets qui sont listés dans le fichier *fichier_liste*, et les restaure dans l'ordre où elles apparaissent dans le fichier. Notez que, si des options de filtre comme -n et -t sont utilisées avec -L, elles ajouteront cette restriction aux éléments restaurés.
fichier_liste est normalement créé en éditant la sortie d'une précédente opération -l. Les lignes peuvent être déplacées ou supprimées, et peuvent aussi être mise en commentaire en ajoutant un point-virgule (;) au début de la ligne. Voir ci-dessous pour des exemples.
- n *nom_schema*, --schema=*nom_schema*
Restaure seulement les objets qui sont dans le schéma nommé. Plusieurs schémas peuvent être donnés en utilisant autant de fois l'option -n. Elle peut être combinée avec l'option -t pour ne restaurer qu'une seule table.
- O, --no-owner
Ne pas donner les commandes initialisant les propriétaires des objets pour correspondre à la base de données originale. Par défaut, pg_restore lance des instructions **ALTER OWNER** ou **SET SESSION AUTHORIZATION** pour configurer le propriétaire des éléments du schéma créé. Ces instructions échouent sauf si la connexion initiale à la base de données est réalisée par un superutilisateur (ou le même utilisateur que le propriétaire des objets du script). Avec -O, tout nom d'utilisateur peut être utilisé pour la connexion initiale et cet utilisateur est le propriétaire des objets créés.
- P *nom_fonction(argtype [, ...]), --function=nom_fonction(argtype [, ...])*
Restaure seulement la fonction nommée. Faites attention à épeler le nom de la fonction et les arguments exactement comme ils apparaissent dans la table des matières du fichier de sauvegarde. Plusieurs fonctions peuvent être données en utilisant autant de fois l'option -P..
- r, --no-reconnect
Cette option est obsolète mais est toujours acceptée pour des raisons de compatibilité ascendante.
- s, --schema-only
Restaure seulement le schéma (autrement dit, la définition des données), mais pas les données, à condition que cette définition est présente dans l'archive.
Cette option est l'inverse de --data-only. Elle est similaire, mais pas identique (pour des raisons historiques), à --section=pre-data --section=post-data.
(Ne pas la confondre avec l'option --schema qui utilise le mot « schema » dans un contexte différent.)

-S nom_utilisateur, --superuser=nom_utilisateur

Spécifie le nom d'utilisateur du superutilisateur à utiliser pour désactiver les déclencheurs. Ceci est seulement nécessaire si **--disable-triggers** est utilisé.

-t table, --table=table

Restaure la définition et/ou les données de la table nommée uniquement. Dans ce cadre, « table » inclut les vues, les vues matérialisées, les séquences et les tables distantes. Plusieurs tables peuvent être sélectionnées en ajoutant plusieurs options **-t**. Cette option peut être combinée avec l'option **-n** pour indiquer les tables d'un schéma particulier.



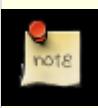
Note

Quand l'option **-t** est indiquée, pg_restore ne tente pas de restaurer les autres objets de la base de données qui pourraient être liés à la table sélectionnée. De ce fait, il n'y a aucune garantie qu'une restauration d'une table spécifique dans une base propre réussira.



Note

Cette option ne se comporte pas de la même façon que l'option **-t** de pg_dump. Il n'existe pas actuellement de support pour la recherche de motifs dans pg_restore. De plus, vous ne pouvez pas inclure un nom de schéma dans **-t**.



Note

Dans les versions de PostgreSQL™ antérieures à la 9.6, Cette option correspondant seulement aux tables, pas aux autres types de relation.

-T trigger, --trigger=trigger

Restaure uniquement le déclencheur nommé. Plusieurs triggers peuvent être donnés en utilisant autant de fois l'option **-T**..

-v, --verbose

Spécifie le mode verbeux.

-V, --version

Affiche la version de pg_restore, puis quitte.

-x, --no-privileges, --no-acl

Empêche la restauration des droits d'accès (commandes grant/revoke).

-1, --single-transaction

Exécute la restauration en une seule transaction (autrement dit, toutes les commandes de restauration sont placées entre un **BEGIN** et un **COMMIT**). Ceci assure l'utilisateur que soit toutes les commandes réussissent, soit aucun changement n'est appliqué. Cette option implique **--exit-on-error**.

--disable-triggers

Cette option n'est pertinente que lors d'une restauration des données seules. Elle demande à pg_restore d'exécuter des commandes pour désactiver temporairement les déclencheurs sur les tables cibles pendant que les données sont rechargées. Utilisez ceci si vous avez des vérifications d'intégrité référentielle sur les tables que vous ne voulez pas appeler lors du recharge-ment des données.

Actuellement, les commandes émises pour **--disable-triggers** doivent être exécutées par un superutilisateur. Donc, vous devriez aussi spécifier un nom de superutilisateur avec **-S** ou, de préférence, lancer pg_restore en tant que superutilisateur PostgreSQL™.

--enable-row-security

Cette option n'est adéquate que lors de la restauration du contenu du table disposant de l'option RLS. Par défaut, pg_restore configurera row_security à off, pour s'assurer que toutes les données sont restaurées dans la table. Si l'utilisateur n'a pas les droits nécessaires pour contourner la sécurité au niveau ligne, alors une erreur est levée. Ce paramètre demande à pg_restore de configurer row_security à on, permettant à l'utilisateur d'essayer de restaurer le contenu de la table avec la sécurité au ni-veau ligne activée. Ceci pourrait échouer si l'utilisateur n'a pas le droit d'insérer des lignes dans la table.

Notez que cette option requiert aussi actuellement que la sauvegarde soit au format **INSERT** car **COPY FROM** n'est pas supportée par la sécurité au niveau ligne.

--if-exists

Utilise les commandes conditionnelles (autrement dit, ajoute la clause **IF EXISTS**) lors du nettoyage des objets. Cette op-

tion n'est pas valide, sauf si `--clean` est lui-aussi indiqué.

--no-data-for-failed-tables

Par défaut, les données de la table sont restaurées même si la commande de création de cette table a échoué (par exemple parce qu'elle existe déjà). Avec cette option, les données de cette table seront ignorées. Ce comportement est utile si la base cible contient déjà des données pour cette table. Par exemple, les tables supplémentaires des extensions de PostgreSQL™ comme PostGIS™ pourraient avoir déjà été créées et remplies sur la base cible ; indiquer cette option empêche l'ajout de données dupliquées ou obsolètes.

Cette option est seulement efficace lors de la restauration directe d'une base, pas lors de la réalisation d'une sortie de script SQL.

--no-security-labels

Ne récupère pas les commandes de restauration des labels de sécurité, même si l'archive les contient.

--no-tablespaces

Ne sélectionne pas les tablespaces. Avec cette option, tous les objets seront créés dans le tablespace par défaut lors de la restauration.

--section=nom_section

Restaure seulement la section nommée. Le nom de la section peut être `pre-data`, `data` ou `post-data`. Cette option peut être spécifiée plus d'une fois pour sélectionner plusieurs sections. La valeur par défaut est toutes les sections.

La section `data` contient toutes les données des tables ainsi que la définition des Large Objects. Les éléments `post-data` consistent en la définition des index, triggers, règles et contraintes (autres que les contraintes de vérification). Les éléments `pre-data` consistent en tous les autres éléments de définition.

--strict-names

Requiert que chaque qualificateur de schéma (`-n` / `--schema`) et table (`-t` / `--table`) correspond à au moins un schéma/table dans le fichier de sauvegarde.

--use-set-session-authorization

Affiche les commandes **SET SESSION AUTHORIZATION** du standard SQL à la place des commandes **ALTER OWNER** pour déterminer le propriétaire de l'objet. Ceci rend la sauvegarde plus compatible avec les standards mais, suivant l'historique des objets dans la sauvegarde, pourrait restaurer correctement.

-?, --help

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de pg_restore, puis quitte.

pg_restore accepte aussi les arguments suivants en ligne de commande pour les paramètres de connexion :

-h hôte, --host=hôte

Spécifie le nom d'hôte de la machine sur lequel le serveur est en cours d'exécution. Si la valeur commence par un slash, elle est utilisée comme répertoire du socket de domaine Unix. La valeur par défaut est prise dans la variable d'environnement PGHOST, si elle est initialisée, sinon une connexion socket de domaine Unix est tentée.

-p port, --port=port

Spécifie le port TCP ou l'extension du fichier socket de domaine Unix sur lequel le serveur écoute les connexions. Par défaut, l'outil utilise la variable d'environnement PGPORT, si elle est configurée, sinon il utilise la valeur indiquée à la compilation.

-U nom_utilisateur, --username=nom_utilisateur

Se connecte en tant que cet utilisateur

-w, --no-password

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier `.pgpass`), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

-W, --password

Force pg_restore à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire car pg_restore demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, pg_restore perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option `-W` pour éviter la tentative de connexion.

--role=nom_rôle

Indique un nom de rôle utilisé pour la restauration. Cette option fait que pg_restore exécute un **SET ROLE nom_rôle** après connexion à la base de données. C'est utile quand l'utilisateur authentifié (indiqué par l'option `-U`) n'a pas les droits demandés par pg_restore, mais peut devenir le rôle qui a les droits requis. Certains installations ont une politique contre la connexion en

super-utilisateur directement, et utilisent cette option pour permettre aux restaurations de se faire sans violer cette règle.

Environnement

PGHOST, PGOPTIONS, PGPORT, PGUSER

Paramètres de connexion par défaut

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »). Néanmoins, il ne lit pas la variable PGDATABASE quand le nom d'une base n'est pas fournie.

Diagnostiques

Quand une connexion directe à la base de données est spécifiée avec l'option -d, pg_restore exécute en interne des instructions SQL. Si vous avez des problèmes en exécutant pg_restore, assurez-vous d'être capable de sélectionner des informations à partir de la base de données en utilisant, par exemple à partir de psql(1). De plus, tout paramètre de connexion par défaut et toute variable d'environnement utilisé par la bibliothèque libpq s'appliqueront.

Notes

Si votre installation dispose d'ajouts locaux à la base de données template1, faites attention à charger la sortie de pg_restore dans une base de données réellement vide ; sinon, vous avez des risques d'obtenir des erreurs dues aux définitions dupliquées des objets ajoutés. Pour créer une base de données vide sans ajout local, copiez à partir de template0, et non pas de template1, par exemple :

```
CREATE DATABASE foo WITH TEMPLATE template0;
```

Les limitations de pg_restore sont détaillées ci-dessous.

- Lors de la restauration des données dans une table pré-existante et que l'option --disable-triggers est utilisée, pg_restore émet des commandes pour désactiver les déclencheurs sur les tables utilisateur avant d'insérer les données, puis émet les commandes pour les réactiver après l'insertion des données. Si la restauration est stoppée en plein milieu, les catalogues système pourraient être abandonnés dans le mauvais état.
- pg_restore ne peut pas restaurer les « large objects » de façon sélective, par exemple seulement ceux d'une table précisée. Si une archive contient des « large objects », alors tous les « large objects » seront restaurées (ou aucun s'ils sont exclus avec l'option -L, l'option -t ou encore d'autres options).

Voir aussi la documentation de pg_dump(1) pour les détails sur les limitations de pg_dump.

Une fois la restauration terminée, il est conseillé de lancer **ANALYZE** sur chaque table restaurée de façon à ce que l'optimiseur dispose de statistiques utiles ; voir Section 24.1.3, « Maintenir les statistiques du planificateur » et Section 24.1.6, « Le démon auto-vacuum » pour plus d'informations.

Exemples

Supposons que nous avons sauvegardé une base nommée ma_base dans un fichier de sauvegarde au format personnalisé :

```
$ pg_dump -Fc ma_base > ma_base.dump
```

Pour supprimer la base et la re-créer à partir de la sauvegarde :

```
$ dropdb ma_base
$ pg_restore -C -d postgres ma_base.dump
```

La base nommée avec l'option -d peut être toute base de données existante dans le cluster ; pg_restore l'utilise seulement pour exécuter la commande **CREATE DATABASE** pour ma_base. Avec -C, les données sont toujours restaurées dans le nom de la base qui apparaît dans le fichier de sauvegarde.

Pour charger la sauvegarde dans une nouvelle base nommée nouvelle_base :

```
$ createdb -T template0 newdb
$ pg_restore -d newdb db.dump
```

Notez que nous n'utilisons pas `-C` et que nous nous sommes connectés directement sur la base à restaurer. De plus, notez que nous clonons la nouvelle base à partir de `template0` et non pas de `template1`, pour s'assurer qu'elle est vide.

Pour réordonner les éléments de la base de données, il est tout d'abord nécessaire de sauvegarder la table des matières de l'archive :

```
$ pg_restore -l ma_base.dump > ma_base.liste
```

Le fichier de liste consiste en un en-tête et d'une ligne par élément, par exemple :

```
;;
; Archive created at Mon Sep 14 13:55:39 2009
;     dbname: DBDEMONS
;     TOC Entries: 81
;     Compression: 9
;     Dump Version: 1.10-0
;     Format: CUSTOM
;     Integer: 4 bytes
;     Offset: 8 bytes
;     Dumped from database version: 8.3.5
;     Dumped by pg_dump version: 8.3.8
;
;
; Selected TOC Entries:
;
3; 2615 2200 SCHEMA - public pasha
1861; 0 0 COMMENT - SCHEMA public pasha
1862; 0 0 ACL - public pasha
317; 1247 17715 TYPE public composite pasha
319; 1247 25899 DOMAIN public domain0 pasha
```

Les points virgules commencent un commentaire et les numéros au début des lignes se réfèrent à l'ID d'archive interne affectée à chaque élément.

Les lignes dans le fichier peuvent être commentées, supprimées et réordonnées. Par exemple :

```
10; 145433 TABLE map_resolutions postgres
;2; 145344 TABLE species postgres
;4; 145359 TABLE nt_header postgres
6; 145402 TABLE species_records postgres
;8; 145416 TABLE ss_old postgres
```

peut être utilisé en entrée de `pg_restore` et ne restaure que les éléments 10 et 6 dans cet ordre :

```
$ pg_restore -L mabase.liste mabase.fichier
```

Voir aussi

`pg_dump(1)`, `pg_dumpall(1)`, `psql(1)`

Nom

psql — terminal interactif PostgreSQL™

Synopsis

```
psql [option...] [nombase [nomutilisateur]]
```

Description

psql est une interface en mode texte pour PostgreSQL™. Il vous permet de saisir des requêtes de façon interactive, de les exécuter sur PostgreSQL™ et de voir les résultats de ces requêtes. Alternativement, les entrées peuvent être lues à partir d'un fichier ou à partir des arguments de la ligne de commande. De plus, il fournit un certain nombre de métacommandes et plusieurs fonctionnalités style shell pour faciliter l'écriture des scripts et automatiser un nombre varié de tâches.

Options

-a, --echo-all

Affiche toutes les lignes non vides en entrée sur la sortie standard lorsqu'elles sont lues. (Ceci ne s'applique pas aux lignes lues de façon interactive.) C'est équivalent à initialiser la variable ECHO à all.

-A, --no-align

Bascule dans le mode d'affichage non aligné. (Le mode d'affichage par défaut est aligné.)

-b, --echo-errors

Affiche les commandes SQL échouées sur la sortie standard des erreurs. C'est équivalent à configurer la variable ECHO à errors.

-c *commande*, --command=*commande*

Indique que psql doit exécuter la commande indiquée dans le paramètre *commande*. Cette option peut être répétée et combinée avec l'option -f dans n'importe quel ordre. Quand soit -c soit -f est utilisée, psql ne lit pas les commandes à partir de l'entrée standard ; à la place, il quitte après avoir traité toutes les options -c et -f dans la séquence indiquée.

commande doit être soit une chaîne de commande complètement analysable par le serveur (autrement dit, elle ne contient pas de fonctionnalités spécifiques à psql), soit une simple métacommande. De ce fait, vous pouvez mixer les commandes SQL et les métacommandes psql dans une option -c. Pour se faire, vous pouvez utiliser plusieurs options -c ou d'envoyer la chaîne dans psql, par exemple :

```
psql -c '\x' -c 'SELECT * FROM foo;'
```

ou

```
echo '\x \\ SELECT * FROM foo;' | psql
```

(\\ est le séparateur de métacommandes.)

Chaque chaîne de commande SQL passé à -c est envoyée au serveur comme une simple requête. De ce fait, le serveur l'exécute comme une seule transaction, même si la chaîne contient plusieurs commandes SQL, sauf si des commandes **BEGIN/COMMIT** explicites sont incluses dans la chaîne pour la diviser en plusieurs transactions. De plus, psql affiche seulement le résultat de la dernière commande SQL dans la chaîne. Ce comportement est différent quand la même chaîne est lue à partir d'un fichier ou envoyée à psql via l'entrée standard parce que psql envoie chaque commande SQL séparément.

À cause de ce comportement, placer plus d'une commande dans une option -c a souvent des résultats inattendus. Il est préférable d'utiliser plusieurs options -c ou d'envoyer les différentes commandes à psql via l'entrée standard, soit en utilisant echo comme dans l'exemple ci-dessus, soit en utilisant une redirection de type « here-document », comme ci-dessous :

```
psql <<EOF
\x
SELECT * FROM foo;
EOF
```

-d *nombase*, --dbname=*nombase*

Indique le nom de la base de données où se connecter. Ceci est équivalent à spécifier *nombase* comme premier argument

de la ligne de commande qui n'est pas une option.

Si ce paramètre contient un signe = ou commence avec un préfixe valide d'URI (`postgresql://` ou `postgres://`), il est traité comme une chaîne `conninfo`. Voir Section 32.1.1, « Chaînes de connexion » pour plus d'informations.

-e, --echo-queries

Copie toutes les commandes qui sont envoyées au serveur sur la sortie standard. Ceci est équivalent à initialiser la variable `ECHO` à `queries`.

-E, --echo-hidden

Affiche les requêtes réelles générées par `\d` et autres commandes antislash. Vous pouvez utiliser ceci pour étudier les opérations internes de psql. Ceci est équivalent à initialiser la variable `ECHO_HIDDEN` à `on`.

-f nomfichier, --file=nomfichier

Lit les commandes à partir du fichier `nomfichier`, plutôt que l'entrée standard. Cette option peut être répétée et combinée dans tout ordre avec l'option `-c`. Quand ni `-c` ni `-f` n'est indiquée, psql ne lit pas les commandes à partir de l'entrée standard ; à la place, il termine après avoir traité toutes les options `-c` et `-f` dans la séquence indiquée. En dehors de ça, cette option est fortement équivalente à la méta-commande `\i`.

Si `nomfichier` est un - (tiret), alors l'entrée standard est lue jusqu'à la détection d'une fin de fichier ou de la métacommande `\q`. Ceci peut être utilisé pour répandre une saisie interactive à partir de l'entrée de plusieurs fichiers. Néanmoins, notez que Readline n'est pas utilisé dans ce cas (un peu comme si `-n` a été précisé).

Utiliser cette option est légèrement différent d'écrire `psql < nomfichier`. En général, les deux feront ce que vous souhaitez mais utiliser `-f` active certaines fonctionnalités intéressantes comme les messages d'erreur avec les numéros de ligne. Il y a aussi une légère chance qu'utiliser cette option réduira la surcharge du lancement. D'un autre côté, la variante utilisant la redirection de l'entrée du shell doit (en théorie) pour ramener exactement le même affichage que celui que vous auriez eu en saisissant tout manuellement.

-F séparateur, --field-separator=séparateur

Utilisez `séparateur` comme champ séparateur pour un affichage non aligné. Ceci est équivalent à `\pset fieldsep` ou `\f`.

-h nomhôte, --host=nomhôte

Indique le nom d'hôte de la machine sur lequel le serveur est en cours d'exécution. Si la valeur commence avec un slash, elle est utilisée comme répertoire du socket de domaine Unix.

-H, --html

Active l'affichage en tableau HTML. Ceci est équivalent à `\pset format html` ou à la commande `\H`.

-l, --list

Liste toutes les bases de données disponibles puis quitte. Les autres option non relatives à la connexion sont ignorées. Ceci est similaire à la méta-commande `\list`.

-L nomfichier, --log-file=nomfichier

Écrit tous les résultats des requêtes dans le fichier `nomfichier` en plus de la destination habituelle.

-n, --no-readline

N'utilise pas Readline pour l'édition de ligne et n'utilise pas l'historique de commandes. Ceci est utile quand on veut désactiver la gestion de la tabulation pour l'action copie/collé.

-o nomfichier, --output=nomfichier

Dirige tous les affichages de requêtes dans le fichier `nomfichier`. Ceci est équivalent à la commande `\o`.

-p port, --port=port

Indique le port TCP ou l'extension du fichier socket de domaine local Unix sur lequel le serveur attend les connexions. Par défaut, il s'agit de la valeur de la variable d'environnement `PGPORT` ou, si elle n'est pas initialisée, le port spécifié au moment de la compilation, habituellement 5432.

-P affectation, --pset=affectation

Vous permet de spécifier les options d'affichage dans le style de `\pset` sur la ligne de commande. Notez que, ici, vous devez séparer nom et valeur avec un signe égal au lieu d'un espace. Du coup, pour initialiser le format d'affichage en LaTeX, vous devez écrire `-P format=latex`.

-q, --quiet

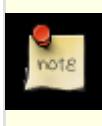
Indique que psql doit travailler silencieusement. Par défaut, il affiche des messages de bienvenue et des informations diverses. Si cette option est utilisée, rien de ceci n'est affiché. C'est utile avec l'option `-c`. Ceci est équivalent à configurer la variable `QUIET` à `on`.

-R séparateur, --record-separator=séparateur

Utilisez `séparateur` comme séparateur d'enregistrement pour un affichage non aligné. Ceci est équivalent à la commande `\pset recordsep`.

-s, --single-step
S'exécute en mode étape par étape. Ceci signifie qu'une intervention de l'utilisateur est nécessaire avant l'envoi de chaque commande au serveur, avec une option pour annuler l'exécution. Utilisez cette option pour déboguer des scripts.

-S, --single-line
S'exécute en mode simple ligne où un retour à la ligne termine une commande SQL, de la même façon qu'un point-virgule.



Note

Ce mode est fourni pour ceux qui insistent pour l'avoir, mais vous n'êtes pas nécessairement encouragé à l'utiliser. En particulier, si vous mixez SQL et méta-commandes sur une ligne, l'ordre d'exécution n'est pas toujours clair pour l'utilisateur non expérimenté.

-t, --tuples-only
Désactive l'affichage des noms de colonnes et le pied de page contenant le nombre de résultats, etc. Ceci est équivalent à la méta-commande `\t`.

-T options_table, --table-attr=options_table
Permet d'indiquer les options à placer à l'intérieur d'une balise `table` en HTML. Voir `\pset` pour plus de détails.

-U nomutilisateur, --username=nomutilisateur
Se connecte à la base de données en tant que l'utilisateur `nomutilisateur` au lieu de celui par défaut. (Vous devez aussi avoir le droit de le faire, bien sûr.)

-v affectation, --set=affectation, --variable=affectation
Réalise une affectation de variable comme la méta-commande `\set`. Notez que vous devez séparer nom et valeur par un signe égal sur la ligne de commande. Pour désinitialiser une variable, enlevez le signe d'égalité. Pour simplement initialiser une variable sans valeur, utilisez le signe égal sans passer de valeur. Ces affectations sont réalisées lors de la toute première étape du lancement, du coup les variables réservées à des buts internes peuvent être écrasées plus tard.

-V, --version
Affiche la version de psql et quitte.

-w, --no-password
Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier `.pgpass`), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

Notez que cette option restera positionnée pour l'ensemble de la session, et qu'elle affecte aussi l'utilisation de la méta-commande `\connect` en plus de la tentative de connexion initiale.

-W, --password
Force psql à demander un mot de passe avant de se connecter à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire car psql demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, psql perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option `-W` pour éviter la tentative de connexion.

Notez que cette option sera conservée pour la session entière, et que du coup elle affecte l'utilisation de la méta-commande `\connect` ainsi que la tentative de connexion initiale.

-x, --expanded
Active le mode de formatage de table étendu. Ceci est équivalent à la commande `\x`.

-X, --no-psqlrc
Ne lit pas le fichier de démarrage (ni le fichier système `psqlrc` ni celui de l'utilisateur `~/.psqlrc`).

-z, --field-separator-zero
Configure le séparateur de champs pour une sortie non alignée avec un octet zéro.

-0, --record-separator-zero
Configure le séparateur d'enregistrement pour une sortie non alignée avec un octet zéro. C'est intéressant pour l'interfacer avec `xargs -0`.

-1, --single-transaction
Cette option peut seulement être utilisée en combinaison avec une ou plusieurs options `-c` et/ou `-f`. Cela force psql à exécuter une commande **BEGIN** avant la première option de ce type et une commande **COMMIT** après la dernière, englobant la totalité des commandes dans une seule transaction. Ceci assure que soit toutes les commandes réussissent, soit toutes échouent (dans ce cas, aucun des changements n'est appliqué).

Si les commandes elles-mêmes contenant **BEGIN**, **COMMIT** ou **ROLLBACK**, cette option n'aura pas les effets désirés. De plus, si une commande individuelle ne peut pas être exécutée à l'intérieur d'un bloc de transaction, indiquer cette option causera l'échec de toute la transaction.

-?, **--help** [*=theme*]

Affiche de l'aide sur psql puis quitte. Le paramètre optionnel *theme* (par défaut à **options**) sélectionne les parties de psql à expliquer : **commands** décrit les métacommandes de psql ; **options** décrit les options en ligne de commande de psql ; et **variables** affiche de l'aide sur les variables de configuration de psql.

Code de sortie

psql renvoie 0 au shell s'il se termine normalement, 1 s'il y a eu une erreur fatale de son fait (pas assez de mémoire, fichier introuvable), 2 si la connexion au serveur s'est interrompue ou a été annulée, 3 si une erreur est survenue dans un script et si la variable **ON_ERROR_STOP** a été initialisée.

Usage

Se connecter à une base de données

psql est une application client PostgreSQL™ standard. Pour se connecter à une base de données, vous devez connaître le nom de votre base de données cible, le nom de l'hôte et le numéro de port du serveur ainsi que le nom de l'utilisateur que vous souhaitez connecter. psql peut connaître ces paramètres à partir d'options en ligne de commande, respectivement **-d**, **-h**, **-p** et **-U**. Si un argument autre qu'une option est rencontré, il est interprété comme le nom de la base de données (ou le nom de l'utilisateur si le nom de la base de données est déjà donné). Toutes les options ne sont pas requises, des valeurs par défaut sont applicables. Si vous omettez le nom de l'hôte, psql se connecte via un socket de domaine Unix à un serveur sur l'hôte local ou via TCP/IP sur **localhost** pour les machines qui n'ont pas sockets de domaine Unix. Le numéro de port par défaut est déterminé au moment de la compilation. Comme le serveur de bases de données utilise la même valeur par défaut, vous n'aurez pas besoin de spécifier le port dans la plupart des cas. Le nom de l'utilisateur par défaut est votre nom d'utilisateur du système d'exploitation, de même pour le nom de la base de données par défaut. Notez que vous ne pouvez pas simplement vous connecter à n'importe quelle base de données avec n'importe quel nom d'utilisateur. Votre administrateur de bases de données doit vous avoir informé de vos droits d'accès.

Quand les valeurs par défaut ne sont pas correctes, vous pouvez vous simplifier la vie en configurant les variables d'environnement **PGDATABASE**, **PGHOST**, **PGPORT** et/ou **PGUSER** avec les valeurs appropriées (pour les variables d'environnement supplémentaires, voir Section 32.14, « Variables d'environnement »). Il est aussi intéressant d'avoir un fichier **~/.pgpass** pour éviter d'avoir régulièrement à saisir des mots de passe. Voir Section 32.15, « Fichier de mots de passe » pour plus d'informations.

Une autre façon d'indiquer les paramètres de connexion est dans une chaîne *conninfo* ou une URI qui est utilisée à la place du nom d'une base de données. Ce mécanisme vous donne un grand contrôle sur la connexion. Par exemple :

```
$ psql "service=monservice sslmode=require"
$ psql postgresql://dbmaster:5433/mydb?sslmode=require
```

De cette façon, vous pouvez aussi utiliser LDAP pour la recherche de paramètres de connexion, comme décrit dans Section 32.17, « Recherches LDAP des paramètres de connexion ». Voir Section 32.1.2, « Mots clés de la chaîne de connexion » pour plus d'informations sur toutes les options de connexion disponibles.

Si la connexion ne peut pas se faire, quelle qu'en soit la raison (c'est-à-dire droits non suffisants, serveur arrêté sur l'hôte cible, etc.), psql renvoie une erreur et s'arrête.

Si l'entrée et la sortie standard correspondent à un terminal, alors psql fixe le paramètre d'encodage client à la valeur « auto », afin de pouvoir détecter l'encodage approprié d'après les paramètres régionaux (définis par la variable système **LC_CTYPE** pour les systèmes Unix). Si cette méthode échoue, il est possible de forcer l'encodage du client en renseignant la variable d'environnement **PGCLIENTENCODING**.

Saisir des commandes SQL

Dans le cas normal, psql fournit une invite avec le nom de la base de données sur laquelle psql est connecté suivi par la chaîne =>. Par exemple

```
$ psql basetest
psql (9.6.5)
Type "help" for help.

basetest=>
```

À l'invite l'utilisateur peut saisir des commandes SQL. Ordinairement, les lignes en entrée sont envoyées vers le serveur quand un point-virgule de fin de commande est saisi. Une fin de ligne ne termine pas une commande. Du coup, les commandes peuvent être saisies sur plusieurs lignes pour plus de clarté. Si la commande est envoyée et exécutée sans erreur, les résultats de la commande sont affichés sur l'écran.

À chaque fois qu'une commande est exécutée, psql vérifie aussi les événements de notification générés par LISTEN(7) et NOTIFY(7).

Tant que des blocs de commentaire de type C sont passés au serveur pour traitement et suppression, les commentaires du standard SQL sont supprimés par psql.

Meta-commandes

Tout ce que vous saisissez dans psql qui commence par un antislash non échappé est une méta-commande psql qui est traitée par psql lui-même. Ces commandes aident à rendre psql plus utile pour l'administration ou pour l'écriture de scripts. Les méta-commandes sont plus souvent appelées les commandes slash ou antislash.

Le format d'une commande psql est l'antislash suivi immédiatement d'un verbe de commande et de ses arguments. Les arguments sont séparés du verbe de la commande et les uns des autres par un nombre illimité d'espaces blancs.

Pour inclure des espaces blancs dans un argument, vous pouvez le mettre entre des guillemets simples. Pour inclure un guillemet simple dans un argument, vous devez écrire deux guillemets simples dans un texte compris entre guillemets simples. Tout ce qui est contenu dans des guillemets simples est sujet aux substitutions du style langage C : \n (nouvelle ligne), \t (tabulation), \b (retour arrière), \r (retour à la ligne), \f (form feed), \chiffres (octal), and \xchiffres (hexadécimal). Un antislash précédent tout autre caractère dans une chaîne entre guillemets simples est ignoré.

Dans un argument, le texte qui est à l'intérieur de guillemets inverses (`) est pris sur une ligne de commande qui est passée au shell. La sortie de la commande (dont tous les retours à la ligne sont supprimés) replace le texte entre guillemets inverses.

Si un deux-points sans guillemets (:) suivi d'un nom de variable psql apparaît dans un argument, il est remplacé par la valeur de la variable, comme décrit dans la section intitulée « Interpolation SQL ».

Quelques commandes prennent un identifiant SQL (comme un nom de table) en argument. Ces arguments suivent les règles de la syntaxe SQL : les lettres sans guillemets sont forcées en minuscule alors que les guillemets doubles ("") protègent les lettres de la conversion de casse et autorisent l'incorporation d'espaces blancs dans l'identifiant. À l'intérieur des guillemets doubles, les guillemets doubles en paire se réduisent à un seul guillemet double dans le nom résultant. Par exemple, FOO"BAR"BAZ est interprété comme fooBARbaz et "Un nom ""bizarre"" devient Un nom "bizarre".

L'analyse des arguments se termine quand d'autres antislash non entre guillemets surviennent. Ceci est pris pour le début d'une nouvelle méta-commande. La séquence spéciale \\ (deux antislashes) marque la fin des arguments et continue l'analyse des commandes SQL, si elles existent. De cette façon, les commandes SQL et psql peuvent être mixées librement sur une ligne. Mais dans tous les cas, les arguments d'une meta-commande ne peuvent pas continuer après la fin de la ligne.

Les meta-commandes suivantes sont définies :

\a
Si le format actuel d'affichage d'une table est non aligné, il est basculé à aligné. S'il n'est pas non aligné, il devient non aligné. Cette commande est conservée pour des raisons de compatibilité. Voir \pset pour une solution plus générale.

\c ou \connect [-reuse-previous=on/off] [nom_base [nom_utilisateur] [hôte] [port] | conninfo]

Établie une nouvelle connexion à un serveur PostgreSQL™. Les paramètres de connexion utilisés peuvent être spécifiés en utilisant soit la syntaxe par position soit les chaînes de connexion conninfo telles qu'elles sont détaillées dans Section 32.1, « Fonctions de contrôle de connexion à la base de données ».

Quand la méta-commande n'indique pas le nom de la base, l'utilisateur, l'hôte ou le port, la nouvelle connexion peut ré-utiliser les valeurs provenant de la connexion précédente. Par défaut, les valeurs de la connexion précédente sont ré-utilisées sauf lors du traitement d'une chaîne de connexion conninfo. Utiliser -reuse-previous=on ou -reuse-previous=off comme premier argument surcharge ce comportement. Quand la commande ne spécifie ou ne réutilise un paramètre particulier, la valeur par défaut de la libpq est utilisée. Utiliser - comme valeur d'un des paramètres nom_base, nom_utilisateur, hôte ou port est équivalent à l'omission de ce paramètre.

Si la nouvelle connexion est réussie, la connexion précédente est fermée. Si la tentative de connexion échoue (mauvais nom d'utilisateur, accès refusé, etc.), la connexion précédente est conservée si psql est en mode interactif. Lors de l'exécution d'un script non interactif, le traitement s'arrêtera immédiatement avec une erreur. Cette distinction a été choisie pour deux raisons : aider l'utilisateur face aux fautes de frappe et en tant que mesure de précaution pour qu'un script n'agisse pas par erreur sur la mauvaise base.

Exemples :

```
=> \c mydb myuser host.dom 6432
=> \c service=foo
=> \c "host=localhost port=5432 dbname=mydb connect_timeout=10 sslmode=disable"
=> \c postgresql://tom@localhost/mydb?application_name=myapp
```

\c [titre]

Initialise ou supprime le titre des tables affichées en résultat d'une requête. Cette commande est équivalente à `\pset title titre`. (Le nom de cette commande provient de « caption », car elle avait précédemment pour seul but d'initialiser l'en-tête dans une table HTML.)

\cd [répertoire]

Modifie le répertoire courant par *répertoire*. Sans argument, le répertoire personnel de l'utilisateur devient le répertoire courant.



Astuce

Pour afficher votre répertoire courant, utilisez `\! pwd`.

\conninfo

Outputs information about the current database connection.

```
\copy { table [ ( liste_colonnes ) ] | ( requête ) } { from | to } { 'nomfichier' |
program 'commande' | stdin | stdout | pstdin | pstdout } [ [ with ] ( option [, ...] ) ]
```

Réalise une opération de copy côté client. C'est une opération qui exécute une commande SQL, COPY(7), mais au lieu que le serveur lise ou écrive le fichier spécifié, psql lit ou écrit le fichier en faisant le routage des données entre le serveur et le système de fichiers local. Ceci signifie que l'accès et les droits du fichier sont ceux de l'utilisateur local, pas celui du serveur, et qu'aucun droit de superutilisateur n'est requis.

Quand la clause `program` est présente, *commande* est exécuté par psql et les données provenant ou fournies à *commande* sont routées entre le serveur et le client. Encore une fois, les droits d'exécution sont ceux de l'utilisateur local, et non pas du serveur, et que les droits super-utilisateur ne sont pas nécessaires.

Pour `\copy ... from stdin`, les lignes de données sont lues depuis la même source qui a exécuté la commande, continuant jusqu'à ce que `\.` soit lu ou que le flux atteigne EOF. Cette option est utile pour populer des tables en ligne dans des scripts SQL. Pour `\copy ... to stdout`, la sortie est envoyée au même endroit que la sortie des commandes psql, et le statut de la commande COPY *count* n'est pas affiché (puisque il pourrait être confondu avec une ligne de données). Pour lire et écrire sur les entrées et sorties de psql sans prendre en compte la source de commande courante ou l'option `\o`, écrivez `from pstdin ou to pstdout`.

La syntaxe de cette commande est similaire à celle de la commande SQL COPY(7). Toutes les options autre que la source et destination sont comme il est spécifié pour COPY(7). A cause de cela, des règles spéciales d'analyse sont appliquées à la commande `\copy`. En particulier, les règles de variables de substitution et d'échappement des antislash de psql ne s'appliquent pas.



Astuce

Cette opération n'est pas aussi efficace que la commande COPY en SQL parce que toutes les données doivent passer au travers de la connexion client/serveur. Pour les grosses masses de données, la commande SQL est préférable.

\copyright

Affiche le copyright et les termes de distribution de PostgreSQL™.

\crosstabview [colV [colH [colD [sortcolH]]]]

Exécute le tampon de requête actuel (tout comme `\g`) et affiche le résultat dans une grille croisée. La requête doit renvoyer au moins trois colonnes. La colonne en sortie identifiée par `colV` devient l'en-tête vertical et la colonne en sortie identifiée par `colH` devient l'en-tête horizontal. `colD` identifie la colonne en sortie à afficher dans la grille. `sortcolH` identifie une colonne optionnelle de tri pour l'en-tête horizontal.

Chaque spécification de colonne peut être un numéro de colonne (en commençant à 1) ou un nom de colonne. Les règles SQL habituelles de casse et de guillemet s'appliquent aux noms de colonne. Si omis, la colonne 1 est utilisée pour `colV` et la co-

lonne 2 est utilisée pour *colH*. *colH* doit différer de *colV*. Si *colD* n'est pas indiqué, alors il doit y avoir exactement trois colonnes dans le résultat de la requête et la colonne qui n'est ni *colV* ni *colH* est utilisée pour *colD*.

L'en-tête vertical, affiché comme colonne la plus à gauche, contient les valeurs trouvées dans la colonne *colV*, dans le même ordre que dans les résultats de la requête, mais sans les duplcats.

L'en-tête horizontal, affiché comme la première ligne, contient les valeurs trouvées dans la colonne *colH*, sans duplcats. Par défaut, ils apparaissent dans le même ordre que les résultats de la requête. Mais si l'argument optionnel *sortcolH* est renseigné, il identifie une colonne dont les valeurs doivent être des entiers et les valeurs provenant de *colH* apparaîtront dans l'en-tête horizontal trié suivant les valeurs correspondantes de *sortcolH*.

À l'intérieur de la grille croisée, pour chaque valeur *x* distincte de *colH* et pour chaque valeur *y* distincte de *colV*, la cellule située à l'intersection (*x*, *y*) contient la valeur de la colonne *colD* dans la ligne de résultat de la requête pour laquelle la valeur de *colH* est *x* et la valeur de *colV* est *y*. Si cette ligne n'existe pas, la cellule est vide. S'il existe plusieurs lignes, une erreur est renvoyée.

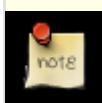
\d[S+] [motif]

Pour chaque relation (table, vue, vue matérialisée, index, séquence ou table distante) ou type composite correspondant au *motif*, affiche toutes les colonnes, leur types, le tablespace (s'il ne s'agit pas du tablespace par défaut) et tout attribut spécial tel que NOT NULL ou les valeurs par défaut. Les index, contraintes, règles et déclencheurs associés sont aussi affichés, ainsi que la définition de la vue si la relation est une vue. Pour les tables distantes, le serveur distant associé est aussi affiché. (Ce qui « Correspond au motif » est défini ci-dessous.)

Pour chaque type de relation, \d affiche des informations supplémentaires pour chaque colonne ; colonne valeur pour les séquences, expression indexée pour les index, options du wrapper de données distantes pour les tables distantes.

Le forme de la commande \d+ est identique, sauf que des informations plus complètes sont affichées : tout commentaire associé avec les colonnes de la table est affiché, ainsi que la présence d'OID dans la table, la définition de la vue (si la relation ciblée est une vue), un réglage de replica identity autre que celui par défaut.

Par défaut, seuls les objets créés par les utilisateurs sont affichés ; fournissez un motif ou le modificateur S pour afficher les objets systèmes.



Note

Si \d est utilisé sans argument *motif*, c'est équivalent, en plus commode, à \dtvmsE qui affiche une liste de toutes les tables, vues, vues matérialisées, séquences et tables distantes.

\da[S+] [motif]

Liste toutes les fonctions d'agrégat disponibles, avec le type de retour et les types de données sur lesquels elles opèrent. Si *motif* est spécifié, seuls les agrégats dont les noms commencent par le motif sont affichés. Par défaut, seuls les objets créés par les utilisateurs sont affichés ; fournissez un motif ou le modificateur S pour afficher les objets systèmes.

\dA[+] [pattern]

Lists access methods. If *pattern* is specified, only access methods whose names match the pattern are shown. If + is appended to the command name, each access method is listed with its associated handler function and description.

\db[+] [motif]

Liste tous les tablespaces disponibles. Si *motif* est spécifié, seuls les tablespaces dont le nom correspond au motif sont affichés. Si + est ajouté au nom de commande, chaque tablespace est listé avec ses options associées, sa taille sur disque, ses droits et sa description.

\dc[S+] [motif]

Liste les conversions entre les encodages de jeux de caractères. Si *motif* est spécifié, seules les conversions dont le nom correspond au motif sont listées. Par défaut, seuls les objets créés par les utilisateurs sont affichés ; fournissez un motif ou le modificateur S pour afficher les objets systèmes. Si + est ajouté au nom de la commande, chaque objet est listé avec sa description associée.

\dC[+] [motif]

Liste les conversions de types. Si *motif* est indiqué, seules sont affichées les conversions dont le type source ou cible correspondent au motif. Si + est ajouté au nom de la commande, chaque objet est listé avec sa description associée.

\dd[S+] [motif]

Affiche les descriptions des objets du type *contrainte*, *classe d'opérateur*, *famille d'opérateur*, *règle* et *trigger*. Tous les autres commentaires peuvent être visualisés avec les commandes antislashs respectives pour ces types d'objets.

\dd Affiche les descriptions des objets correspondant au *motif* ou des objets du type approprié si aucun argument n'est

donné. Mais dans tous les cas, seuls les objets qui ont une description sont listés. Par défaut, seuls les objets créés par les utilisateurs sont affichés ; fournissez un motif ou le modificateur S pour afficher les objets systèmes.

Les descriptions des objets peuvent être ajoutées avec la commande SQL COMMENT(7).

\ddp [*motif*]

Liste les paramètres par défaut pour les priviléges d'accès. Une entrée est affichée pour chaque rôle (et schéma, si c'est approprié) pour lequel les paramètres par défaut des priviléges ont été modifiés par rapport aux paramètres par défaut intégrés. Si *motif* est spécifié, seules les entrées dont le nom de rôle ou le nom de schéma correspond au motif sont listées.

La commande ALTER DEFAULT PRIVILEGES(7) sert à positionner les priviléges d'accès par défaut. Le sens de l'affichage des priviléges est expliqué à la page de GRANT(7).

\dD[S+] [*motif*]

Liste les domaines. Si *motif* est spécifié, seuls les domaines dont le nom correspond au motif sont affichés. Par défaut, seuls les objets créés par les utilisateurs sont affichés ; fournissez un motif ou le modificateur S pour afficher les objets systèmes. Si + est ajouté au nom de la commande, chaque objet est listé avec sa description associée.

\dE[S+] [*motif*], \di[S+] [*motif*], \dm[S+] [*motif*], \ds[S+] [*motif*], \dt[S+] [*motif*], \dv[S+] [*motif*]

Dans ce groupe de commandes, les lettres E, i, m, s, t et v correspondent respectivement à table distante, index, vue matérialisée, séquence, table et vue. Vous pouvez indiquer n'importe quelle combinaison de ces lettres, dans n'importe quel ordre, pour obtenir la liste de tous les objets de ces types. Par exemple, \dit liste les index et tables. Si + est ajouté à la fin de la commande, chaque objet est listé avec sa taille physique sur disque et sa description associée s'il y en a une. Si *motif* est spécifié, seuls les objets dont les noms correspondent au motif sont listés. Par défaut, seuls les objets créés par les utilisateurs sont affichés ; fournissez un motif ou le modificateur S pour afficher les objets systèmes.

\det[+] [*motif*]

Liste les tables distantes (mnémotechnique : « tables externes »). Si un *motif* est fourni, seules les entrées concernant les tables ou les schémas en correspondance seront listées. Si vous utilisez la forme \det+, les options génériques et la description de la table distante seront également affichées.

\des[+] [*motif*]

Liste les serveurs distants (mnémonique : « external servers »). Si *motif* est spécifié, seuls les serveurs dont le nom correspond au motif sont affichés. Si la forme \des+ est utilisée, une description complète de chaque serveur est affichée, incluant la liste de contrôle d'accès du serveur (ACL), type, version, options et description.

\deu[+] [*motif*]

Liste les correspondances d'utilisateurs (mnémonique : « external users »). Si *motif* est spécifié, seules les correspondances dont le nom correspond au motif sont affichées. Si la forme \deu+ est utilisée, des informations supplémentaires sur chaque correspondance d'utilisateur sont affichées.



Attention

\deu+ risque aussi d'afficher le nom et le mot de passe de l'utilisateur distant, il est donc important de faire attention à ne pas les divulguer.

\dew[+] [*motif*]

Liste les wrappers de données distants (mnémonique : « external wrappers »). Si *motif* est spécifié, seuls les wrappers dont le nom correspond au motif sont affichés. Si la forme \dew+ est utilisée, les ACL, options et description du wrapper sont aussi affichées.

\df[antwS+] [*motif*]

Liste les fonctions, ainsi que leurs types de données pour le résultat, leurs types de données pour les arguments et leurs types de fonctions, qui sont classés comme « agg » (agrégat), « normal », « trigger », or « window ». Afin de n'afficher que les fonctions d'un type spécifié, ajoutez les lettres correspondantes, respectivement a, n, t, or w à la commande. Si *motif* est spécifié, seules les fonctions dont le nom correspond au motif sont affichées. Par défaut, seuls les objets créés par les utilisateurs sont affichés ; fournissez un motif ou le modificateur S pour afficher les objets systèmes. Si la forme \df+ est utilisée, des informations supplémentaires sur chaque fonction sont affichées, incluant la volatilité, le parallélisme, le propriétaire, la classification en sécurité, les droits d'accès, le langage, le code source et la description.



Astuce

Pour rechercher des fonctions prenant des arguments ou des valeurs de retour d'un type spécifique, utilisez les capacités de recherche du paginateur pour parcourir la sortie de \df.

\dF[+] [motif]

Liste les configurations de la recherche plein texte. Si *motif* est spécifié, seules les configurations dont le nom correspond au motif seront affichées. Si la forme \dF+ est utilisée, une description complète de chaque configuration est affichée, ceci incluant l'analyseur de recherche plein texte et la liste de dictionnaire pour chaque type de jeton de l'analyseur.

\dFd[+] [motif]

Liste les dictionnaires de la recherche plein texte. Si *motif* est spécifié, seuls les dictionnaires dont le nom correspond au motif seront affichés. Si la forme \dFd+ est utilisée, des informations supplémentaires sont affichées pour chaque dictionnaire, ceci incluant le motif de recherche plein texte et les valeurs des options.

\dFp[+] [motif]

Liste les analyseurs de la recherche plein texte. Si *motif* est spécifié, seuls les analyseurs dont le nom correspond au motif seront affichés. Si la forme \dFp+ est utilisée, une description complète de chaque analyseur est affichée, ceci incluant les fonctions sous-jacentes et les types de jeton reconnu.

\dFt[+] [motif]

Liste les motifs de la recherche plein texte. Si *motif* est spécifié, seuls les motifs dont le nom correspond au motif seront affichés. Si la forme \dFt+ est utilisée, des informations supplémentaires sont affichées pour chaque motif, ceci incluant les noms des fonctions sous-jacentes.

\dg[S+] [pattern]

Liste les rôles des bases de données. (Comme les concepts des « utilisateurs » et « groupes » ont été unifiés dans les « rôles », cette commande est maintenant équivalente à \du.) Par défaut, seuls les rôles créés par des utilisateurs sont affichés. Ajoutez le modificateur S pour inclure les rôles systèmes. Si *motif* est spécifié, seuls les rôles dont le nom correspond au motif sont listés. Si la forme \dg+ est utilisée, des informations supplémentaires sont affichées pour chaque rôle ; actuellement, cela ajoute le commentaire pour chaque rôle.

\dl

Ceci est un alias pour \lo_list, qui affiche une liste des objets larges.

\dL[S+] [motif]

Affiche les langages procéduraux. Si un *motif* est spécifié, seuls les langages dont les noms correspondent au motif sont listés. Par défaut, seuls les langages créés par les utilisateurs sont affichés ; il faut spécifier l'option S pour inclure les objets systèmes. Si + est ajouté à la fin de la commande, chaque langage sera affiché avec ses gestionnaire d'appels, validateur, droits d'accès, et ce même s'il s'agit d'un objet système.

\dn[S+] [motif]

Liste les schémas. Si *motif* est spécifié, seuls les schémas dont le nom correspond au motif sont listés. Par défaut, seuls les objets créés par les utilisateurs sont affichés ; fournissez un motif ou le modificateur S pour afficher les objets systèmes. Si + est ajouté à la fin de la commande, chaque objet sera affiché avec ses droits et son éventuelle description.

\do[S+] [motif]

Liste les opérateurs avec leur opérande et type en retour. Si *motif* est spécifié, seuls les opérateurs dont le nom correspond au motif sont listés. Par défaut, seuls les objets créés par les utilisateurs sont affichés ; fournissez un motif ou le modificateur S pour afficher les objets systèmes. Si + est ajouté au nom de la commande, des informations supplémentaire sur chaque opérateur est affiché, actuellement uniquement le nom de la fonction sous-jacente.

\doO[S+] [motif]

Affiche les collationnements. Si *motif* est spécifié, seuls les collationnements dont le nom correspond au motif sont listés. Par défaut, seuls les objets créés par les utilisateurs sont affichés, fournissez un motif ou le modificateur S pour afficher les objets systèmes. Si + est ajouté à la fin de la commande, chacun des collationnements sera affiché avec son éventuelle description. Notez que seuls les collationnements compatibles avec l'encodage de la base de données courante sont affichés, les résultats peuvent donc varier selon les différentes bases d'une même instance.

\dp [motif]

Liste les tables, vues et séquences avec leur droits d'accès associés. Si *motif* est spécifié, seules les tables, vues et séquences dont le nom correspond au motif sont listées.

Les commandes GRANT(7) et REVOKE(7) sont utilisées pour configurer les droits d'accès. Les explications sur le sens de l'affichage des priviléges sont sous GRANT(7).

\drds [role-pattern [database-pattern]]

Liste les paramètres de configuration définis. Ces paramètres peuvent être spécifiques à un rôle, spécifiques à une base, ou les deux. *role-pattern* et *database-pattern* servent à choisir sur quels rôles spécifiques ou quelles bases de données - respectivement - les paramètres sont listés. Si ces options sont omises, ou si on spécifie *, tous les paramètres sont listés, y compris ceux qui ne sont pas spécifiques à un rôle ou à une base, respectivement.

Les commandes ALTER ROLE(7) et ALTER DATABASE(7) servent à définir les paramètres de configuration par rôle et par

base de données.

\dT[S+] [motif]

Liste les types de données. Si *motif* est spécifié, seuls les types dont le nom correspond au motif sont affichés. Si + est ajouté à la fin de la commande, chaque type est listé avec son nom interne et sa taille, ainsi que ses valeurs autorisées si c'est un type enum. Par défaut, seuls les objets créés par les utilisateurs sont affichés ; fournissez un motif ou le modificateur S pour afficher les objets systèmes.

\du[S+] [pattern]

Liste les rôles de la base de données. (Depuis que les concepts des « utilisateurs » et « groupes » ont été unifiés en des « rôles », cette commande est équivalent à \dg.) Par défaut, seuls les rôles créés par des utilisateurs sont affichés. Ajoutez le modificateur S pour inclure les rôles systèmes. Si *motif* est indiqué, seuls les rôles dont le nom correspond au motif sont listés. Si la forme \du+ est utilisée, des informations supplémentaires sont affichées pour chaque rôle ; actuellement, cela ajoute le commentaire pour chaque rôle.

\dx[+] [motif]

Affiche les extensions installées. Si *motif* est spécifié, seules les extensions dont le nom correspond au motif sont affichées. Avec la forme \dx+, tous les objets dépendants de chacune des extensions correspondantes sont également listés.

\dy[+] [motif]

Liste les triggers d'événements. Si *motif* est indiqué, seuls les triggers d'événements dont les noms correspondent au motif sont listés. Si + est ajouté au nom de la commande, chaque objet est listé avec sa description.

\e (or \edit) [nomfichier] [numero_ligne]

Si *nomfichier* est spécifié, le fichier est édité ; en quittant l'éditeur, son contenu est recopié dans le tampon de requête. Si aucun paramètre *nomfichier* n'est fourni, le tampon de requête courant est copié dans un fichier temporaire et édité à l'identique.

Le nouveau tampon de requête est ensuite ré-analysé suivant les règles habituelles de psql, où le tampon complet est traité comme une seule ligne. (Du coup, vous ne pouvez pas faire de scripts de cette façon. Utilisez \i pour cela.) Ceci signifie que si la requête se termine avec (ou contient) un point-virgule, elle est immédiatement exécutée. Dans les autres cas, elle attend simplement dans le tampon de requête un point-virgule ou un \g pour l'envoyer, ou encore un \r pour annuler.

Si vous indiquez un numéro de ligne, psql positionnera le curseur sur cette ligne du fichier ou du tampon de requête. Notez que si un seul argument comportant uniquement des caractères numériques est fourni à la commande, psql considère qu'il s'agit d'un numéro de ligne, et non pas un nom de fichier.



Astuce

Voir dans la section intitulée « Environnement » la façon de configurer et personnaliser votre éditeur.

\echo texte [...]

Affiche les arguments sur la sortie standard séparés par un espace et suivi par une nouvelle ligne. Ceci peut être utile pour intégrer des informations sur la sortie des scripts. Par exemple :

```
=> \echo `date`  
Tue Oct 26 21:40:57 CEST 1999
```

Si le premier argument est -n sans guillemets, alors la fin de ligne n'est pas écrite.



Astuce

Si vous utilisez la commande \o pour rediriger la sortie de la requête, vous pourriez souhaiter utiliser \qecho au lieu de cette commande.

\ef [description_fonction [line_number]]

Cette commande récupère et édite la définition de la fonction désignée au moyen d'une commande **CREATE OR REPLACE FUNCTION**. L'édition est faite de la même façon que pour \edit. Après que l'éditeur se soit fermé, la commande mise à jour attend dans le tampon de requête ; tapez ; ou \g pour l'envoyer, ou \r pour l'annuler.

La fonction cible peut être spécifiée par son nom seul, ou par son nom et ses arguments, par exemple `foo(integer, text)`. Les types d'arguments doivent être fournis s'il y a plus d'une fonction du même nom.

Si aucune fonction n'est spécifiée, un modèle d'ordre **CREATE FUNCTION** vierge est affiché pour édition.

Si vous indiquez un numéro de ligne, psql positionnera le curseur sur cette ligne dans le corps de la fonction. (Notez que le corps de la fonction ne commence pas sur la première ligne du fichier.)



Astuce

Voir dans la section intitulée « Environnement » la façon de configurer et personnaliser votre éditeur.

\encoding [codage]

Initialise l'encodage du jeu de caractères du client. Sans argument, cette commande affiche l'encodage actuel.

\errverbose

Répète le message d'erreur le plus récent avec une verbosité maximale, comme si `VERBOSITY` était configuré à `verbose` et `SHOW_CONTEXT` à `always`

\ev [nom_vue [numero_ligne]]

Cette commande récupère et édite la définition de la vue nommée, sous la forme d'une commande **CREATE OR REPLACE VIEW**. L'édition se termine de la même façon que pour `\edit`. Après avoir quitté l'éditeur, la commande mise à jour attend dans le tampon de requête ; saisir un point-virgule ou `\g` pour l'envoyer, ou `\r` pour annuler.

Si aucune vue n'est indiquée, un **CREATE VIEW** modèle est présenté pour l'édition.

Si un numéro de ligne est indiqué, psql positionnera le curseur sur la ligne indiquée pour la définition de la vue.

\f [chaîne]

Initialise le champ séparateur pour la sortie de requête non alignée. La valeur par défaut est la barre verticale (|). Voir aussi `\pset` comme moyen générique de configuration des options d'affichage.

\g [nomfichier], \g [| commande]

Envoie le tampon de requête en entrée vers le serveur et stocke en option la sortie de la requête dans `nomfichier` ou envoie dans un tube la sortie vers un autre shell exécutant `commande`. Le fichier ou la commande est écrite seulement si la requête renvoie zéro ou plus d'enregistrements, mais pas si la requête échoue ou s'il s'agit d'une commande SQL ne renvoyant pas de données.

Un simple `\g` est virtuellement équivalent à un point-virgule. Un `\g` avec argument est une alternative en « un coup » à la commande `\o`.

\gexec

Envoie le tampon de requête actuel au serveur, puis traite chaque colonne de chaque ligne du résultat de la requête comme une requête à exécuter. Par exemple, pour créer un index sur chaque colonne de `ma_table` :

```
=> SELECT format('create index on ma_table(%I)', attname)
-> FROM pg_attribute
-> WHERE attrelid = 'ma_table'::regclass AND attnum > 0
-> ORDER BY attnum
-> \gexec
CREATE INDEX
CREATE INDEX
CREATE INDEX
CREATE INDEX
```

Les requêtes générées sont exécutées dans l'ordre des lignes qui sont renvoyés, et de gauche à droite sur chaque ligne s'il y a plus d'une colonne. Les champs NULL sont ignorés. Les requêtes générées sont envoyées littéralement au serveur pour traitement, donc elles ne peuvent pas être des métacommandes psql ni contenir des références de variables psql. Si une requête individuelle échoue, l'exécution des requêtes suivantes continue sauf si `ON_ERROR_STOP` est configuré. L'exécution de chaque requête est sujette au traitement de ECHO. (Configurer ECHO à all ou à queries est souvent conseillé lors de l'utilisation de `\gexec`.) La trace de requêtes, le mode étape par étape, le chonométrage et les autres fonctionnalités d'exécution des requêtes s'appliquent aussi à chaque requête générée.

\gset [préfixe]

Envoye la requête courante du tampon au serveur et stocke le résultat de la requête dans des variables psql (voir la section intitulée « Variables »). La requête à exécuter doit renvoyer exactement une ligne. Chaque colonne de la ligne est enregistrée dans une variable séparée, nommée de la même façon que la colonne. Par exemple :

```
=> SELECT 'bonjour' AS var1, 10 AS var2
-> \gset
=> \echo :var1 :var2
bonjour 10
```

Si vous précisez un préfixe `préfixe`, cette chaîne est ajoutée aux noms de colonne de la requête pour créer les noms de va-

riable à utiliser :

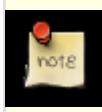
```
=> SELECT 'bonjour' AS var1, 10 AS var2
-> \gset result_
=> \echo :result_var1 :result_var2
bonjour 10
```

Si le résultat d'une colonne est NULL, la variable correspondante n'est pas initialisée.

Si la requête échoue ou ne renvoie pas une ligne, aucune variable n'est modifiée.

\h (ou \help) [*commande*]

Donne la syntaxe sur la commande SQL spécifiée. Si *commande* n'est pas spécifiée, alors psql liste toutes les commandes pour lesquelles une aide en ligne est disponible. Si *commande* est un astérisque (*), alors l'aide en ligne de toutes les commandes SQL est affichée.



Note

Pour simplifier la saisie, les commandes qui consistent en plusieurs mots n'ont pas besoin d'être entre guillemets. Du coup, il est correct de saisir \help alter table.

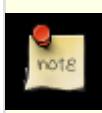
\H ou \html

Active le format d'affichage HTML des requêtes. Si le format HTML est déjà activé, il est basculé au format d'affichage défaut (texte aligné). Cette commande est pour la compatibilité mais voir \pset pour configurer les autres options d'affichage.

\i ou \include *nomfichier*

Lit l'entrée à partir du fichier *nomfichier* et l'exécute comme si elle avait été saisie sur le clavier.

Si *nomfichier* est - (tiret), l'entrée standard est lu jusqu'à arriver à la fin de fichier ou à la métacommande \q. Ceci peut être utilisé pour intégrer des entrées interactives avec des entrées de fichiers. Notez que le comportement de Readline ne sera activé que s'il est actif au niveau supérieur.



Note

Si vous voulez voir les lignes sur l'écran au moment de leur lecture, vous devez initialiser la variable ECHO à all.

\ir ou \include_relative *nom_fichier*

La commande \ir est similaire à \i, mais résout les chemins différemment. Lors d'une exécution en mode interactif, les deux commandes se comportent de la même façon. Néanmoins, lorsqu'elles sont appelées par un script, \ir interprète les chemins à partir du répertoire où le script est enregistré, plutôt qu'à partir du répertoire courant.

\l[+] ou \list[+] [*motif*]

Liste les bases de données du serveur en indiquant leur nom, propriétaire, encodage de caractères, et droits d'accès. Si *pattern* est spécifié, seules les bases de données dont le nom correspond au motif sont listées. Si + est ajouté à la fin de la commande, la taille des bases, les tablespaces par défaut et les descriptions sont aussi affichées. (Les tailles ne sont disponibles que pour les bases auxquelles l'utilisateur courant a le droit de se connecter.)

\lo_export *loid nomfichier*

Lit l'objet large d'OID *loid* à partir de la base de données et l'écrit dans *nomfichier*. Notez que ceci est subtilement différent de la fonction serveur lo_export, qui agit avec les droits de l'utilisateur avec lequel est exécuté le serveur de base de données et sur le système de fichiers du serveur.



Astuce

Utilisez \lo_list pour trouver l'OID de l'objet large.

\lo_import *nomfichier* [*commentaire*]

Stocke le fichier dans un objet large PostgreSQL™. En option, il associe le commentaire donné avec l'objet. Exemple :

```
foo=> \lo_import '/home/peter/pictures/photo.xcf' 'une
photo de moi'
lo_import 152801
```

La réponse indique que l'objet large a reçu l'ID 152801, qui peut être utilisé pour accéder de nouveau à l'objet créé. Pour une meilleure lisibilité, il est recommandé de toujours associer un commentaire compréhensible par un humain avec chaque objet. Les OID et les commentaires sont visibles avec la commande `\lo_list`.

Notez que cette commande est subtilement différente de la fonction serveur `lo_import` car elle agit en tant qu'utilisateur local sur le système de fichier local plutôt qu'en tant qu'utilisateur du serveur et de son système de fichiers.

`\lo_list`

Affiche une liste de tous les objets larges PostgreSQL™ actuellement stockés dans la base de données, avec tous les commentaires fournis par eux.

`\lo_unlink loid`

Supprime l'objet large d'OID `loid` de la base de données.



Astuce

Utilisez `\lo_list` pour trouver l'OID d'un objet large.

`\o ou \out [nomfichier], \o ou \out [| commande]`

S'arrange pour sauvegarder les résultats des prochaines requêtes dans le fichier `nomfichier` ou d'envoyer les résultats à la commande shell `commande`. Si aucun argument n'est fourni, le résultat de la requête va sur la sortie standard.

Les « résultats de requête » incluent toutes les tables, réponses de commande et messages d'avertissement obtenus du serveur de bases de données, ainsi que la sortie de différentes commandes `antislash` qui envoient des requêtes à la base de données (comme `\d`), mais sans message d'erreur.



Astuce

Pour intégrer du texte entre les résultats de requête, utilisez `\qecho`.

`\p ou \print`

Affiche le tampon de requête actuel sur la sortie standard.

`\password [nom_utilisateur]`

Modifie le mot de passe de l'utilisateur indiqué (par défaut, l'utilisateur en cours). Cette commande demande le nouveau mot de passe, le chiffre et l'envoie au serveur avec la commande **ALTER ROLE**. Ceci vous assure que le nouveau mot de passe n'apparaît pas en clair dans l'historique de la commande, les traces du serveur ou encore ailleurs.

`\prompt [texte] nom`

Demande la saisie d'un texte par l'utilisateur. Ce texte sera affecté à la variable `nom`. Une chaîne supplémentaire, `texte`, peut être donnée. (Pour pouvoir saisir plusieurs mots, entourez le texte par des guillemets simples.)

Par défaut, `\prompt` utilise le terminal pour les entrées et sorties. Néanmoins, si la bascule `-f` est utilisée, `\prompt` utilise l'entrée et la sortie standard.

`\pset [option [valeur]]`

Cette commande initialise les options affectant l'affichage des tables résultat de la requête. `option` décrit l'option à initialiser. La sémantique de `valeur` varie en fonction de l'option sélectionnée. Pour certaines options, omettre `valeur` a pour conséquence de basculer ou désactiver l'option, tel que cela est décrit pour chaque option. Si aucun comportement de ce type n'est mentionné, alors omettre `valeur` occasionne simplement l'affichage de la configuration actuelle.

`\pset` sans aucun argument affiche l'état actuel de toutes les options d'affichage.

Les options ajustables d'affichage sont :

`border`

Le `valeur` doit être un nombre. En général, plus grand est ce nombre, plus les tables ont de bordure et de ligne mais ceci dépend du format. Dans le format HTML, cela se traduit directement en un attribut `border=....` Dans la plupart des autres formats, seules les valeurs 0 (sans bordure), 1 (lignes interne de séparation) et 2 (cadre du tableau) ont un sens, et les valeurs au-dessus de 2 seront traitées de la même façon que `border = 2`. Les formats `latex` et `latex-longtable` autorisent en plus une valeur de 3 pour ajouter des lignes de séparation entre les lignes de données.

`columns`

Positionne la largeur pour le format `wrapped`, ainsi que la largeur à partir de laquelle la sortie est suffisamment longue pour nécessiter le paginateur ou pour basculer sur l'affichage vertical dans le mode étendu automatique. Si l'option est positionnée à zéro (la valeur par défaut), la largeur de la colonne est contrôlée soit par la variable d'environnement `COLUMNS`, soit par la largeur d'écran détectée si `COLUMNS` n'est pas positionnée. De plus, si `columns` vaut zero, alors le format `wrapped` affecte seulement la sortie écran. Si `columns` ne vaut pas zéro, alors les sorties fichier et tubes (pipe) font l'objet de retours à la

ligne à cette largeur également.

`expanded` (ou `x`)

Si une `valeur` est précisée, elle doit être soit `on` soit `off`, ce qui activera ou désactivera le mode étendu, soit `auto`. Si `valeur` est omis, la commande bascule le paramètre entre les valeurs `on` et `off`. Quand le mode étendu est activé, les résultats des requêtes sont affichés sur deux colonnes, avec le nom de la colonne sur la gauche et ses données sur la droite. Ce mode est utile si la donnée ne tient pas sur l'écran dans le mode « horizontal » habituel. Dans le mode `auto`, le mode étendu est utilisé quand la sortie de la requête a plus d'une colonne et est plus large que l'écran. Sinon, le mode habituel est utilisé. Le mode `auto` est seulement intéressant lors de l'utilisation des formats `aligned` et `wrapped`. Si d'autres formats sont sélectionnés, il se comporte toujours comme si le mode étendu était désactivé.

`fieldsep`

Indique le séparateur de champ à utiliser dans le mode d'affichage non aligné. De cette façon, vous pouvez créer, par exemple, une sortie séparée par des tabulations ou des virgules, que d'autres programmes pourraient préférer. Pour configurer une tabulation comme champ séparateur, saisissez `\pset fieldsep '\t'`. Le séparateur de champ par défaut est '`|`' (une barre verticale).

`fieldsep_zero`

Configure le séparateur de champs pour qu'il utilise un octet zéro dans le format non aligné en sortie.

`footer`

Si le paramètre `valeur` est précisé, il doit valoir soit `on`, soit `off`, ce qui a pour effet d'activer ou de désactiver l'affichage du pied de table (le compte : (`n rows`)). Si le paramètre `valeur` est omis, la commande bascule entre l'affichage du pied de table ou sa désactivation.

`format`

Initialise le format d'affichage parmi `unaligned`, `aligned`, `wrapped`, `html`, `asciidoc`, `latex` (utilise `tabular`), `latex-longtable` ou `troff-ms`. Les abréviations uniques sont autorisées. (ce qui signifie qu'une lettre est suffisante.)

Le format `unaligned` écrit toutes les colonnes d'un enregistrement sur une seule ligne, séparées par le séparateur de champ courant. Ceci est utile pour créer des sorties qui doivent être lues par d'autres programmes (au format séparé par des caractères tabulation ou par des virgules, par exemple).

Le format `aligned` est le format de sortie texte standard, lisible par les humains, joliement formaté ; c'est le format par défaut.

Le format `wrapped` est comme `aligned`, sauf qu'il retourne à la ligne dans les données de grande taille afin que la sortie tienne dans la largeur de colonne cible. La largeur cible est déterminée comme cela est décrit à l'option `columns`. Notez que psql n'essaie pas de revenir à la ligne dans les titres de colonnes. Par conséquent, si la largeur totale nécessaire pour le titre de colonne est plus grande que la largeur cible, le format `wrapped` se comporte de la même manière que `aligned`.

Les formats `html`, `asciidoc`, `latex`, `latex-longtable` et `troff-ms` produisent des tables destinées à être incluses dans des documents utilisant le langage de marques respectif. Ce ne sont pas des documents complets ! Ce n'est pas forcément nécessaire en HTML mais en LaTeX, vous devez avoir une structure de document complet. `latex-longtable` nécessite aussi les paquets LaTeX `longtable` et `booktabs`.

`linestyle`

Positionne le style des lignes de bordure sur `ascii`, `old-ascii` `unicode`. Les abréviations uniques sont autorisées. (Cela signifie qu'une lettre suffit.) La valeur par défaut est `ascii`. Cette option affecte seulement les formats de sortie `aligned` et `wrapped`.

Le style `ascii` utilise les caractères basiques ASCII . Les retours à la ligne dans les données sont représentés par un symbole '+' dans la marge de droite. Si le format `wrapped` est sélectionné, un retour chariot est ajouté à l'affichage pour les valeurs dont la taille à l'affichage est trop importante pour tenir dans une cellule de la colonne associée. Un point ('.') est affiché dans la marge droite de la ligne avant le retour chariot et un autre point est affiché dans la marge gauche de la ligne suivante.

Le style `old-ascii` utilise des caractères basiques ASCII, utilisant le style de formatage utilisé dans PostgreSQL™ 8.4 and et les versions plus anciennes. Les retours à la ligne dans les données sont représentés par un symbole : à la place du séparateur de colonnes placé à gauche. Quand les données sont réparties sur plusieurs lignes sans qu'il y ait de caractère de retour à la ligne dans les données, un symbole ; est utilisé à la place du séparateur de colonne de gauche.

Le style `unicode` utilise les caractères Unicode de dessin de boîte. Les retours à la ligne dans les données sont représentés par un symbole de retour à la ligne dans la marge de droite. Lorsque les données sont réparties sur plusieurs lignes, sans qu'il y ait de caractère de retour à la ligne dans les données, le symbole ellipsis est affiché dans la marge de droite de la première ligne, et également dans la marge de gauche de la ligne suivante.

Quand le paramètre `border` vaut plus que zéro, l'option `linestyle` détermine également les caractères utilisés pour dessiner les lignes de bordure. Les simples caractères ASCII fonctionnent partout, mais les caractères Unicode sont plus jolis sur les affichages qui les reconnaissent.

null

Positionne la chaîne de caractères à afficher à la place d'une valeur null. Par défaut, rien n'est affiché, ce qui peut facilement être confondu avec une chaîne de caractères vide. Par exemple, vous pouvez préférer afficher `\pset null '(null)'`.

numericlocale

Si `valeur` est précisée, elle doit valoir soit `on`, soit `off` afin d'activer ou désactiver l'affichage d'un caractère dépendant de la locale pour séparer des groupes de chiffres à gauche du séparateur décimal. Si `valeur` est omise, la commande bascule entre la sortie numérique classique et celle spécifique à la locale.

pager

Contrôle l'utilisation d'un paginateur pour les requêtes et les affichages de l'aide de psql. Si la variable d'environnement `PAGER` est configurée, la sortie est envoyée via un tube dans le programme spécifié. Sinon, une valeur par défaut dépendant de la plateforme (comme `more`) est utilisée.

Quand l'option `pager` vaut `off`, le paginateur n'est pas utilisé. Quand l'option `pager` vaut `on`, et que cela est approprié, c'est à dire quand la sortie est dirigée vers un terminal, et ne tient pas dans l'écran, le paginateur est utilisé. L'option `pager` peut également être positionnée à `always`, ce qui a pour effet d'utiliser le paginateur pour toutes les sorties terminal, que ces dernières tiennent ou non dans l'écran. `\pset pager` sans préciser `valeur` bascule entre les états "paginateur activé" et "paginateur désactivé".

recordsep

Indique le séparateur d'enregistrement (ligne) à utiliser dans le mode d'affichage non aligné. La valeur par défaut est un caractère de retour chariot.

pager_min_lines

Si `pager_min_lines` est configuré à un numéro supérieur à la hauteur de page, le programme de pagination ne sera pas appelé sauf s'il y a au moins ce nombre de lignes à afficher. La configuration par défaut est 0.

recordsep_zero

Configure le séparateur d'enregistrements pour qu'il utilise un octet zéro dans le format non aligné en sortie.

tableattr (ou T)

Dans le format `HTML`, ceci indique les attributs à placer dans la balise `table` tag. Cela pourrait être par exemple `cellpadding` ou `bgcolor`. Notez que vous ne voulez probablement pas spécifier `border` car c'est pris en compte par `\pset border`. Si `valeur` n'est pas précisée, aucun attribut de `table` n'est positionné.

Dans le format `latex-longtable`, ceci contrôle la largeur proportionnelle de chaque colonne contenant un type de données aligné à gauche. Il est spécifié en tant que liste de valeurs séparées par des espaces blancs, par exemple '`0.2 0.2 0.6`'. Les colonnes en sortie non spécifiées utilisent la dernière valeur indiquée.

title (ou C)

Initialise le titre de la table pour toutes les tables affichées ensuite. Ceci peut être utilisé pour ajouter des balises de description à l'affichage. Si aucun `valeur` n'est donné, le titre n'est pas initialisé.

tuples_only (ou t)

Si `valeur` est spécifiée, elle doit valoir soit `on`, soit `off`, ce qui va activer ou désactiver le mode "tuples seulement". Si `valeur` est omise, la commande bascule entre la sortie normale et la sortie "tuples seulement". La sortie normale comprend des informations supplémentaires telles que les entêtes de colonnes, les titres, et différents pieds. Dans le mode "tuples seulement", seules les données de la table sont affichées.

unicode_border_linestyle

Configure le style d'affichage de la bordure pour le style de ligne `unicode` à soit `single` soit `double`.

unicode_column_linestyle

Configure le style d'affichage de la colonne pour le style de ligne `unicode` à soit `single` soit `double`.

unicode_header_linestyle

Configure le style d'affichage de l'en-tête pour le style de ligne `unicode` à soit `single` soit `double`.

Des exemples d'utilisation de ces différents formats sont disponibles dans la section la section intitulée « Exemples ».

Astuce

Il existe plusieurs raccourcis de commandes pour `\pset`. Voir `\a`, `\C`, `\H`, `\t`, `\T` et `\x`.

\q ou \quit

Quitte le programme psql. Avec un script, seule l'exécution du script est terminée.

\qecho texte [...]

Cette commande est identique à **\echo** sauf que les affichages sont écrits dans le canal d'affichage des requêtes, configuré par **\o**.

\r ou \reset

Réinitialise (efface) le tampon de requêtes.

\s [nomfichier]

Envole l'historique de la ligne de commandes de psql dans *nomfichier*. Si *nomfichier* est omis, l'historique est écrit sur la sortie standard (en utilisant le paginateur si approprié). Cette commande n'est pas disponible si psql a été construit sans le support de Readline.

\set [nom [valeur [...]]]

Initialise la variable *nom* de psql à *valeur* ou, si plus d'une valeur est donnée, à la concaténation de toutes les valeurs. Si seulement un argument est donné, la variable est configurée avec une valeur vide. Pour désinitialiser une variable, utilisez la commande **\unset**.

\set sans arguments affiche le nom et la valeur de toutes les variables psql actuellement configurées.

Les noms de variables valides peuvent contenir des lettres, chiffres et tirets bas. Voir la section **Variables** ci-dessous pour les détails. Les noms des variables sont sensibles à la casse.

Bien que vous puissiez configurer toute variable comme vous le souhaitez, psql traite certaines variables de façon spéciale. Elles sont documentées dans la section sur les variables.



Note

Cette commande est sans relation avec la commande SQL **SET(7)**.

\setenv nom [valeur]

Configure la variable d'environnement *nom* à *valeur*, ou si la *valeur* n'est pas fournie, désinitialise la variable d'environnement. Par exemple :

```
testdb=> \setenv PAGER less
testdb=> \setenv LESS -imx4F
```

\sf[+] description_fonction

Cette commande récupère et affiche la définition d'une fonction sous la forme d'une commande **CREATE OR REPLACE FUNCTION**. La définition est affichée via le canal de sortie courant, tel que défini par **\o**.

La fonction cible peut être spécifiée par son seul nom, ou bien par ses nom et arguments, par exemple, `foo(integer, text)`. Fournir les types des arguments devient obligatoire si plusieurs fonctions portent le même nom.

Si `+` est ajouté à la commande, les numéros de lignes sont affichés, la ligne 1 débutant à partir du corps de la fonction.

\sv[+] view_name

Cette commande récupère et affiche la définition de la vue nommée, dans la forme d'une commande **CREATE OR REPLACE VIEW**. La définition est affichée au travers du canal de sortie actuelle, comme configuré par **\o**.

Si `+` est ajouté au nom de commande, les lignes de sorties sont numérotées à partir de 1.

\t

Bascule l'affichage des en-têtes de nom de colonne en sortie et celle du bas de page indiquant le nombre de lignes. Cette commande est équivalente à **\pset tuples_only** et est fournie pour en faciliter l'accès.

\T options_table

Spécifie les attributs qui seront placés dans le tag `table` pour le format de sortie HTML. Cette commande est équivalente à **\pset tableattr options_table**.

\timing [on | off]

Sans paramètre, affiche le temps pris par chaque instruction SQL, en millisecondes, ou arrête cet affichage. Avec paramètre, force la valeur au paramètre.

\unset nom

Désinitialise (supprime) la variable psql *nom*.

\w ou \write nomfichier, \w ou \write | commande

Place le tampon de requête en cours dans le fichier *nomfichier* ou l'envoie via un tube à la commande shell *commande*.

\watch [seconds]

Exécute en répété le tampon de requête courant (comme `\g`) jusqu'à être interrompu explicitement ou que la requête échoue. Attend le nombre spécifié de secondes (2 par défaut) entre les exécutions. Chaque résultat de requête est affiché avec un en-tête qui inclut la chaîne `\pset title` (si c'est activé), l'heure du début de la requête, et l'intervalle.

`\x [on | off | auto]`

Configure ou bascule le mode étendu de formatage en table. C'est équivalent à `\pset expanded`.

`\z [motif]`

Liste les tables, vues et séquences avec leur droit d'accès associé. Si un *motif* est spécifié, seules les tables, vues et séquences dont le nom correspond au motif sont listées.

Ceci est un alias pour `\dp` (« affichage des droits »).

`\! [commande]`

Lance un shell séparé ou exécute la commande shell *commande*. Les arguments ne sont pas interprétés, le shell les voit tel quel. En particulier, les règles de substitution de variables et les échappements d'antislash ne s'appliquent pas.

`\? [theme]`

Affiche l'aide. Le paramètre optionnel *theme* (par défaut à `commands`) sélectionne les parties de psql à expliquer : `commands` décrit les méta-commandes de psql ; `options` décrit les options en ligne de commande de psql ; et `variables` affiche de l'aide sur les variables de configuration de psql.

motifs

Les différentes commandes `\d` acceptent un paramètre *motif* pour spécifier le(s) nom(s) d'objet à afficher. Dans le cas le plus simple, un motif est seulement le nom exact de l'objet. Les caractères à l'intérieur du motif sont normalement mis en minuscule comme pour les noms SQL ; par exemple, `\dt FOO` affichera la table nommée `foo`. Comme pour les noms SQL, placer des guillemets doubles autour d'un motif empêchera la mise en minuscule. Si vous devez inclure un guillemet double dans un motif, écrivez-le en double en accord avec les règles sur les identifiants SQL. Par exemple, `\dt "FOO" "BAR"` affichera la table nommée `FOO"BAR` (et non pas `foo"bar`). Contrairement aux règles normales pour les noms SQL, vous pouvez placer des guillemets doubles simplement autour d'une partie d'un motif, par exemple `\dt FOO"FOO"BAR` affichera la table nommée `fooFOObar`.

Lorsque le paramètre *motif* est complètement absent, la commande `\d` affiche tous les objets visibles dans le chemin de recherche courant -- cela est équivalent à l'utilisation du motif `*`. (Un objet est dit *visible* si le schéma qui le contient est dans le chemin de recherche et qu'aucun objet de même type et même nom n'apparaît en priorité dans le chemin de recherche. Cela est équivalent à dire que l'objet peut être référencé par son nom sans préciser explicitement le schéma.) Pour voir tous les objets de la base quelle que soit leur visibilité, utilisez le motif `* . *`.

À l'intérieur d'un motif, `*` correspond à toute séquence de caractères (et aussi à aucun) alors que `?` ne correspond qu'à un seul caractère. (Cette notation est comparable à celle des motifs de nom de fichier Unix.) Par exemple, `\dt int*` affiche les tables dont le nom commence avec `int`. Mais à l'intérieur de guillemets doubles, `*` et `?` perdent leurs significations spéciales et sont donc traités directement.

Un motif qui contient un point `(.)` est interprété comme le motif d'un nom de schéma suivi par celui d'un nom d'objet. Par exemple, `\dt foo*.*bar*` affiche toutes les tables dont le nom inclut `bar` et qui sont dans des schémas dont le nom commence avec `foo`. Sans point, le motif correspond seulement avec les objets qui sont visibles dans le chemin de recherche actuel des schémas. De nouveau, un point dans des guillemets doubles perd sa signification spéciale et est traité directement.

Les utilisateurs avancés peuvent utiliser des expressions rationnelles comme par exemple les classes de caractère (`[0-9]` pour tout chiffre). Tous les caractères spéciaux d'expression rationnelle fonctionnent de la façon indiquée dans Section 9.7.3, « Expressions rationnelles POSIX », sauf pour le `.` qui est pris comme séparateur (voir ci-dessus), l'étoile `(*)` qui est transformée en l'expression rationnelle `.*` et `?` qui est transformée en `..`, et `$` qui est une correspondance littérale. Vous pouvez émuler ces caractères si besoin en écrivant `?` pour `..`, `(R+|)` pour `R*` et `(R|)` pour `R?`. `$` n'est pas nécessaire en tant que caractère d'une expression rationnelle car le motif doit correspondre au nom complet, contrairement à l'interprétation habituelle des expressions rationnelles (en d'autres termes, `$` est ajouté automatiquement à votre motif). Écrivez `*` au début et/ou à la fin si vous ne souhaitez pas que le motif soit ancré. Notez qu'à l'intérieur de guillemets doubles, tous les caractères spéciaux des expressions rationnelles perdent leur signification spéciale et sont traités directement. De plus, ces caractères sont traités littéralement dans les motifs des noms d'opérateurs (par exemple pour l'argument de `\do`).

Fonctionnalités avancées

Variables

psql fournit des fonctionnalités de substitution de variable similaire aux shells de commandes Unix. Les variables sont simplement des paires nom/valeur où la valeur peut être toute chaîne, quel que soit sa longueur. Le nom doit consister en des lettres (includant des lettres non latines), des chiffres et des tirets bas.

Pour configurer une variable, utilisez la méta-commande psql `\set`. Par exemple :

```
basetest=> \set foo bar
```

initialise la variable `foo` avec la valeur `bar`. Pour récupérer le contenu de la variable, précédez le nom avec un caractère deux-points, par exemple :

```
basetest=> \echo :foo
bar
```

Ceci fonctionne avec les commandes SQL et les méta-commandes standards. Il y a plus de détails dans la section intitulée « Interpolation SQL », ci-dessous.

Si vous appelez `\set` sans second argument, la variable est initialisée avec une chaîne vide. Pour désinitialiser (ou supprimer) une variable, utilisez la commande `\unset`. Pour afficher les valeurs de toutes les variables,appelez `\set` sans argument.



Note

Les arguments de `\set` sont sujets aux même règles de substitution que les autres commandes. Du coup, vous pouvez construire des références intéressantes comme `\set :foo 'quelquechose'` et obtenir des « liens doux » ou des « variables de variables » comme, respectivement, Perl™ ou PHP™. Malheureusement (ou heureusement ?), on ne peut rien faire d'utile avec ces constructions. D'un autre côté, `\set bar :foo` est un moyen parfaitement valide de copier une variable.

Un certain nombre de ces variables sont traitées d'une façon particulière par psql. Elles représentent certaines configurations d'options pouvant être changées à l'exécution en modifiant la valeur de la variable ou, dans certains cas, représentent un état modifiable de psql. Bien que vous pouvez utiliser ces variables dans d'autres buts, cela n'est pas recommandé, car le comportement du programme pourrait devenir vraiment étrange très rapidement. La convention veut que tous les noms de variables traités spécialement utilisent des lettres ASCII en majuscule (avec en option des chiffres et des tirets bas). Pour s'assurer une compatibilité maximum dans le futur, éviter d'utiliser de tels noms de variables pour votre propre besoin. Voici une liste des variables spéciales :

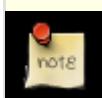
AUTOCOMMIT

Si actif (on, valeur par défaut), chaque commande SQL est automatiquement validée si elle se termine avec succès. Pour suspendre la validation dans ce mode, vous devez saisir une commande SQL **BEGIN** ou **START TRANSACTION**. Lorsqu'elle est désactivée (`off`) ou non initialisée, les commandes SQL ne sont plus validées tant que vous ne lancez pas explicitement **COMMIT** ou **END**. Le mode sans autocommit fonctionne en lançant implicitement un **BEGIN**, juste avant toute commande qui n'est pas déjà dans un bloc de transaction et qui n'est pas elle-même un **BEGIN** ou une autre commande de contrôle de transaction, ou une commande qui ne peut pas être exécutée à l'intérieur d'un bloc de transaction (comme **VACUUM**).



Note

Dans le mode sans autocommit, vous devez annuler explicitement toute transaction échouée en saisissant **ABORT** ou **ROLLBACK**. Gardez aussi en tête que si vous sortez d'une session sans validation, votre travail est perdu.



Note

Le mode auto-commit est le comportement traditionnel de PostgreSQL™ alors que le mode sans autocommit est plus proche des spécifications SQL. Si vous préférez sans autocommit, vous pouvez le configurer dans le fichier `psqlrc` global du système ou dans votre fichier `~/.psqlrc`.

COMP_KEYWORD_CASE

Détermine la casse à utiliser lors de la complétion d'un mot clé SQL. Si c'est configuré à `lower` ou `upper`, le mot complété sera, respectivement, en minuscule ou en majuscule. Si la variable est configurée à `preserve-lower` ou `preserve-upper` (valeur par défaut), le mot complété sera dans la casse du mot déjà saisi, mais les mots qui n'ont pas eu un début de saisie seront complétés, respectivement, soit en minuscule soit en majuscule.

DBNAME

Le nom de la base de données à laquelle vous êtes actuellement connecté. Ceci est configuré à chaque fois que vous vous connectez à une base de données (ainsi qu'au lancement du programme) mais peut être désinitialisé.

ECHO

Si cette variable est initialisée à `all`, toutes les lignes non vides saisies sont envoyées sur la sortie standard tout de suite après leur lecture. (Ceci ne s'applique pas aux lignes lues de façon interactive.) Pour sélectionner ce comportement au lancement du

programme, utilisez l'option **-a**. Si **ECHO** vaut **queries**, psql affiche chaque requête sur la sortie standard comme elle est envoyée au serveur. L'option pour ceci est **-e**. Si elle est configurée à **errors**, seules les requêtes échouées seront affichées sur la sortie standard des erreurs. L'option en ligne de commande pour ceci est **-b**. Si elle n'est pas configurée ou si elle est configurée à **none** (ou toute autre valeur que celles ci-dessus), alors aucune requête n'est affichée.

ECHO_HIDDEN

Quand cette variable est initialisée à **on** et qu'une commande **antislash** est envoyée à la base de données, la requête est d'abord affichée. Cette fonctionnalité vous aide à étudier le fonctionnement interne de PostgreSQL™ et fournir des fonctionnalités similaires dans vos propres programmes. (Pour sélectionner ce comportement au lancement du programme, utilisez l'option **-E**.) Si vous configurez la variable avec la valeur **noexec**, les requêtes sont juste affichées mais ne sont pas réellement envoyées au serveur ni exécutées.

ENCODING

Le codage courant du jeu de caractères du client.

FETCH_COUNT

Si cette variable est un entier positif, les résultats de la requête **SELECT** sont récupérés et affichés en groupe de ce nombre de lignes, plutôt que par le comportement par défaut (récupération de l'ensemble complet des résultats avant l'affichage). Du coup, seule une petite quantité de mémoire est utilisée, quelle que soit la taille de l'ensemble des résultats. Une configuration entre 100 et 1000 est habituellement utilisée lors de l'activation de cette fonctionnalité. Gardez en tête que lors de l'utilisation de cette fonctionnalité, une requête pourrait échouer après avoir affiché quelques lignes.

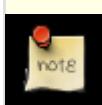


Astuce

Bien que vous puissiez utiliser tout format de sortie avec cette fonctionnalité, le format par défaut, **aligned**, rend mal car chaque groupe de **FETCH_COUNT** lignes sera formaté séparément, modifiant ainsi les largeurs de colonnes suivant les lignes du groupe. Les autres formats d'affichage fonctionnent mieux.

HISTCONTROL

Si cette variable est configurée à **ignorespace**, les lignes commençant avec un espace n'entrent pas dans la liste de l'historique. Si elle est initialisée avec la valeur **ignoredups**, les lignes correspondant aux précédentes lignes de l'historique n'entrent pas dans la liste. Une valeur de **ignoreboth** combine les deux options. Si elle n'est pas initialisée ou si elle est configurée avec **none** (ou toute autre valeur que celles-ci, toutes les lignes lues dans le mode interactif sont sauvegardées dans la liste de l'historique.



Note

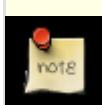
Cette fonctionnalité a été plagiée sur Bash.

HISTFILE

Le nom du fichier utilisé pour stocker l'historique. La valeur par défaut est `~/ .psql_history`. Par exemple, utiliser :

```
\set HISTFILE ~/ .psql_history- :DBNAME
```

dans `~/.psqlrc` fera que psql maintiendra un historique séparé pour chaque base de données.

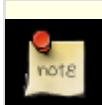


Note

Cette fonctionnalité a été plagiée sans honte à partir de Bash.

HISTSIZE

Le nombre de commandes à stocker dans l'historique des commandes. La valeur par défaut est 500.



Note

Cette fonctionnalité a été plagiée sur Bash.

HOST

L'hôte du serveur de la base de données où vous êtes actuellement connecté. Ceci est configuré à chaque fois que vous vous connectez à une base de données (ainsi qu'au lancement du programme) mais peut être désinitialisé.

IGNOREEOF

Si non initialisé, envoyer un caractère EOF (habituellement **Ctrl+D**) dans une session interactive de psql ferme l'application. Si elle est configurée avec une valeur numérique, ce nombre de caractères EOF est ignoré avant la fin de l'application. Si la

variable est configurée mais n'a pas de valeur numérique, la valeur par défaut est de 10.



Note

Cette fonctionnalité a été plagiée sur Bash.

LASTOID

La valeur du dernier OID affecté, renvoyée à partir d'une commande **INSERT** ou **lo_import**. La validité de cette variable est seulement garantie jusqu'à l'affichage du résultat de la commande SQL suivante.

ON_ERROR_ROLLBACK

Lorsqu'il est actif (on), si une instruction d'un bloc de transaction génère une erreur, cette dernière est ignorée et la transaction continue. Lorsqu'il vaut `interactive`, ces erreurs sont seulement ignorées lors des sessions interactives, mais ne le sont pas lors de la lecture de scripts. Lorsqu'il n'est pas configuré ou quand il vaut `off`, une instruction générant une erreur dans un bloc de transaction annule la transaction complète. Le mode `on_error_rollback-on` fonctionne en exécutant un **SAVE-POINT** implicite pour vous, juste avant chaque commande se trouvant dans un bloc de transaction et annule jusqu'au dernier point de sauvegarde si la commande échoue.

ON_ERROR_STOP

Par défaut, le traitement des commandes continue après une erreur. Quand cette variable est positionnée à `on`, le traitement sera immédiatement arrêté dès la première erreur rencontrée. Dans le mode interactif, psql reviendra à l'invite de commande. Sinon psql quittera en renvoyant le code d'erreur 3 pour distinguer ce cas des conditions d'erreurs fatales, qui utilisent le code 1. Dans tous les cas, tout script en cours d'exécution (le script de haut niveau et tout autre script qui pourrait avoir été appelé) sera terminé immédiatement. Si la chaîne de commande de haut niveau contient plusieurs commandes SQL, le traitement s'arrêtera à la commande en cours.

PART

Le port du serveur de la base de données sur lequel vous êtes actuellement connecté. Ceci est configuré à chaque fois que vous vous connectez à une base de données (ainsi qu'au lancement du programme) mais peut être désinitialisé.

PROMPT1, PROMPT2, PROMPT3

Ils spécifient à quoi doit ressembler l'invite psql. Voir la section intitulée « Invité » ci-dessous.

QUIET

Configurer cette variable à `on` est équivalent à l'option `-q` en ligne de commande. Elle n'est probablement pas très utile en mode interactif.

SHOW_CONTEXT

Cette variable peut être configurée avec les valeurs `never`, `errors` ou `always` pour contrôler si les champs CONTEXT sont affichés dans les messages du serveur. La valeur par défaut est `errors` (signifiant que ce contexte sera affiché dans les messages d'erreur et non pas dans les notes et avertissements). Ce paramètre n'a pas d'effet quand `VERBOSITY` est configuré à `terse`. (Voir aussi `\errverbose`, à utiliser quand vous voulez une version verbose du dernier message d'erreur reçu.)

SINGLELINE

Configurer cette variable à `on` est équivalent à l'option `-S` en ligne de commande.

SINGLESTEP

Configurer cette variable à `on` est équivalent à l'option `-s` en ligne de commande.

USER

L'utilisateur de la base de données où vous êtes actuellement connecté. Ceci est configuré à chaque fois que vous vous connectez à une base de données (ainsi qu'au lancement du programme) mais peut être désinitialisé.

VERBOSITY

Cette variable peut être configurée avec les valeurs `default`, `verbose` (bavard) ou `terse` (succinct) pour contrôler la verbosité des rapports d'erreurs. (Voir aussi `\errverbose` à utiliser quand vous avez besoin d'une version verbeuse de l'erreur que vous venez de récupérer.)

Interpolation SQL

Une fonctionnalité clé des variables psql est que vous pouvez les substituer (« interpolation ») dans des requêtes SQL standards, ainsi qu'en arguments de métacommandes. De plus, psql fournit des fonctionnalités vous assurant que les valeurs des variables utilisées comme constantes et identifiants SQL sont correctement mises entre guillemets. La syntaxe pour l'interpolation d'une valeur sans guillemets est de préfixer le nom de la variable avec le symbole deux-points (:). Par exemple :

```
basetest=> \set foo 'ma_table'
basetest=> SELECT * FROM :foo;
```

envoie alors la requête pour la table `ma_table`. Notez que cela peut être dangereux ; la valeur de la variable est copiée de façon littérale, elle peut même contenir des guillemets non fermés, ou bien des commandes backslash. Vous devez vous assurer que cela a du sens à l'endroit où vous les utilisez.

Lorsqu'une valeur doit être utilisée comme une chaîne SQL littérale ou un identifiant, il est plus sûr de s'arranger pour qu'elle soit entre guillemets. Afin de mettre en guillemets la valeur d'une variable en tant que chaîne SQL littérale, écrivez un caractère deux-points, suivi du nom de la variable entouré par des guillemets simples. Pour mettre entre guillemet la valeur en tant qu'identifiant SQL, écrivez un caractère deux-points suivi du nom de la valeur entouré de guillemets doubles. Ces constructions gèrent correctement les guillemets et autres caractères spéciaux intégrés dans la valeur de la variable. L'exemple précédent peut s'écrire de façon plus sûre ainsi :

```
testdb=> \set foo 'my_table'
testdb=> SELECT * FROM :"foo";
```

L'interpolation de variables ne sera pas réalisée à l'intérieur de littéraux et d'identifiants SQL mis entre guillemets. Du coup, une construction comme '`:foo`' ne fonctionne pas pour avoir un littéral entre guillemets à partir de la valeur d'une variable (il serait même dangereux que cela fonctionne car ça ne peut pas gérer correctement les guillemets embarqués dans la valeur).

Un exemple de l'utilisation de ce mécanisme est la copie du contenu d'un fichier dans la colonne d'une table. Tout d'abord, chargez le fichier dans une variable puis interposez la valeur de la valeur en tant que chaîne de caractères :

```
basetest=> \set contenu `cat mon_fichier.txt`
basetest=> INSERT INTO ma_table VALUES (:`contenu`);
```

(Notez que cela ne fonctionnera pas si le fichier `mon_fichier.txt` contient des octets nuls. psql ne gère pas les octets nuls inclus dans les valeurs de variable.)

Comme les caractères deux-points peuvent légitimement apparaître dans les commandes SQL, une tentative apparente d'interpolation (comme `:nom`, `: 'nom'`, ou `: "nom"`) n'est pas remplacée, sauf si la variable nommée est actuellement positionnée. Dans tous les cas, vous pouvez échapper un caractère deux-points avec un backslash pour le protéger des substitutions.

La syntaxe deux-points pour les variables est du SQL standard pour les langages de requête embarqués, comme ECPG. La syntaxe avec les deux-points pour les tranches de tableau et les conversions de types sont des extensions PostgreSQL™ extensions, qui peut parfois provoquer un conflit avec l'utilisation standard. La syntaxe avec le caractère deux-points pour échapper la valeur d'une variable en tant que chaîne SQL littérale ou identifiant est une extension psql .

Invite

Les invites psql peuvent être personnalisées suivant vos préférences. Les trois variables `PROMPT1`, `PROMPT2` et `PROMPT3` contiennent des chaînes et des séquences d'échappement spéciales décrivant l'apparence de l'invite. L'invite 1 est l'invite normale qui est lancée quand psql réclame une nouvelle commande. L'invite 2 est lancée lorsqu'une saisie supplémentaire est attendue lors de la saisie de la commande parce que la commande n'a pas été terminée avec un point-virgule ou parce qu'un guillemet n'a pas été fermé. L'invite 3 est lancée lorsque vous exécutez une commande SQL `COPY FROM stdin` et que vous devez saisir les valeurs des lignes sur le terminal.

La valeur de la variable prompt sélectionnée est affichée littéralement sauf si un signe pourcentage (%) est rencontré. Suivant le prochain caractère, certains autres textes sont substitués. Les substitutions définies sont :

%M
Le nom complet de l'hôte (avec le nom du domaine) du serveur de la base de données ou `[local]` si la connexion est établie via une socket de domaine Unix ou `[local]:/répertoire/nom`, si la socket de domaine Unix n'est pas dans l'emplacement par défaut défini à la compilation.

%m
Le nom de l'hôte du serveur de la base de données, tronqué au premier point ou `[local]` si la connexion se fait via une socket de domaine Unix.

%>
Le numéro de port sur lequel le serveur de la base de données écoute.

%n
Le nom d'utilisateur de la session. (L'expansion de cette valeur peut changer pendant une session après une commande `SET SESSION AUTHORIZATION`.)

%/
Le nom de la base de données courante.

%~
Comme % / mais l'affichage est un ~ (tilde) si la base de données est votre base de données par défaut.

%#
Si l'utilisateur de la session est un superutilisateur, alors un # sinon un >. (L'expansion de cette valeur peut changer durant une session après une commande **SET SESSION AUTHORIZATION**.)

%P
L'identifiant du processus serveur (PID) pour cette connexion.

%R
In prompt 1 normally =, but ^ if in single-line mode, or ! if the session is disconnected from the database (which can happen if \connect fails). In prompt 2 %R is replaced by a character that depends on why psql expects more input: - if the command simply wasn't terminated yet, but * if there is an unfinished /* ... */ comment, a single quote if there is an unfinished quoted string, a double quote if there is an unfinished quoted identifier, a dollar sign if there is an unfinished dollar-quoted string, or (if there is an unmatched left parenthesis. In prompt 3 %R doesn't produce anything.

%x
État de la Transaction : une chaîne vide lorsque vous n'êtes pas dans un bloc de transaction ou * si vous vous y trouvez, ou ! si vous êtes dans une transaction échouée, ou enfin ? lorsque l'état de la transaction est indéterminé (par exemple à cause d'une rupture de la connexion).

%l
Le numéro de ligne dans la requête courante, en commençant à partir de 1.

%chiffres
Le caractère avec ce code numérique est substitué.

%:nom:
La valeur de la variable *nom* de psql. Voir la section la section intitulée « Variables » pour les détails.

%`commande`
la sortie de la *commande*, similaire à la substitution par « guillemets inverse » classique.

%[... %]
Les invites peuvent contenir des caractères de contrôle du terminal qui, par exemple, modifient la couleur, le fond ou le style du texte de l'invite, ou modifient le titre de la fenêtre du terminal. Pour que les fonctionnalités d'édition de ligne de Readline fonctionnent correctement, les caractères de contrôle non affichables doivent être indiqués comme invisibles en les entourant avec %[et %]. Des pairs multiples de ceux-ci pourraient survenir à l'intérieur de l'invite. Par exemple :

```
basetest=> \set PROMPT1 '%[%033[1;33;40m%]n@%/%R%[%033[0m%]%'
```

a pour résultat une invite en gras (1 ;), jaune sur noir (33 ; 40) sur les terminaux compatibles VT100.

Pour insérer un pourcentage dans votre invite, écrivez %. Les invites par défaut sont '%/%R%# ' pour les invites 1 et 2 et '>' pour l'invite 3.



Note

Cette fonctionnalité a été plagiée sur tcsh.

Édition de la ligne de commande

psql supporte la bibliothèque Readline pour une édition et une recherche simplifiée et conviviale de la ligne de commande. L'historique des commandes est automatiquement sauvegardé lorsque psql quitte et est recharge quand psql est lancé. La complétion par tabulation est aussi supportée bien que la logique de complétion n'ait pas la prétention d'être un analyseur SQL. Les requêtes générées par complétion peuvent aussi interférer avec les autres commandes SQL, par exemple **SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL**. Si pour quelques raisons que ce soit, vous n'aimez pas la complétion par tabulation, vous pouvez la désactiver en plaçant ceci dans un fichier nommé `.inputrc` de votre répertoire personnel :

```
$if psql
set disable-completion on
$endif
```

(Ceci n'est pas une fonctionnalité psql mais Readline. Lisez sa documentation pour plus de détails.)

Environnement

COLUMNS

Si `\pset columns` vaut zéro, contrôle la largeur pour le format `wrapped` et la largeur pour déterminer si une sortie large a besoin du paginateur ou doit être basculé en format vertical dans le mode automatique étendu.

PAGER

Si les résultats d'une requête ne tiennent pas sur l'écran, ils sont envoyés via un tube sur cette commande. Les valeurs typiques sont `more` ou `less`. La valeur par défaut dépend de la plateforme. L'utilisation du paginateur peut être désactivée en configurant `PAGER` à vide ou en utilisant les options relatives au paginateur de la commande `\pset`.

PGDATABASE, PGHOST, PGPORT, PGUSER

Paramètres de connexion par défaut (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

PSQL_EDITOR, EDITOR, VISUAL

Éditeur utilisé par les commandes `\e` et `\ef`. Les variables sont examinées dans l'ordre donné ; la première initialisée est utilisée.

Les éditeurs intégrés par défaut sont `vi` sur les systèmes Unix et `notepad.exe` sur les systèmes Windows.

PSQL_EDITOR_LINENUMBER_ARG

Lorsque les commandes `\e` ou `\ef` sont utilisées avec un argument spécifiant le numéro de ligne, cette variable doit indiquer l'argument en ligne de commande à fournir à l'éditeur de texte. Pour les éditeurs les plus courants, tels qu'`emacs`TM ou `vi`TM, vous pouvez simplement initialiser cette variable avec le signe `+`. Il faut inclure le caractère d'espacement en fin de la valeur de la variable si la syntaxe de l'éditeur nécessite un espace entre l'option à spécifier et le numéro de ligne. Par exemple :

```
PSQL_EDITOR_LINENUMBER_ARG='+'  
PSQL_EDITOR_LINENUMBER_ARG='--line '
```

La valeur par défaut est `+` sur les systèmes Unix (ce qui correspond à la bonne configuration pour l'éditeur par défaut, `vi`, et est utilisable généralement avec la plupart des éditeurs courants) ; par contre, il n'y a pas de valeur par défaut pour les systèmes Windows.

PSQL_HISTORY

Emplacement alternatif pour le fichier d'historique des commandes. L'expansion du symbole `~` est réalisée.

PSQLRC

Emplacement alternatif pour le fichier `.psqlrc` de l'utilisateur. L'expansion du symbole `~` est réalisée.

SHELL

Commande exécutée par la commande `\!`.

TMPDIR

Répertoire pour stocker des fichiers temporaires. La valeur par défaut est `/tmp`.

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQLTM, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque `libpq` (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Fichiers

psqlrc et `~/psqlrc`

Sauf si une option `-X` est fournie, psql tente de lire et exécuter les commandes provenant du fichier global au système (`psqlrc`), puis du fichier utilisateur (`~/psqlrc`) après la connexion à la base de données mais avant d'accepter les commandes interactives. Ces fichiers sont utilisés pour configurer le client et le serveur à votre goût, généralement en utilisant les commandes `\set` et `SET`.

Le fichier de configuration au niveau système est nommé `psqlrc` et est placé dans le répertoire de configuration système de l'installation. Il est facilement identifiable en exécutant `pg_config --sysconfdir`. Par défaut, ce répertoire doit être `../etc/` relatif au répertoire contenant les exécutables PostgreSQLTM. Le nom de ce répertoire peut être configuré explicitement avec la variable d'environnement `PGSYSCONFDIR`.

Le fichier de configuration personnel de l'utilisateur est nommé `.psqlrc` et est placé à la racine du répertoire personnel de l'utilisateur. Sur Windows, qui manque d'un tel concept, le fichier de configuration personnel est nommé `%APPDATA%\postgresql\psqlrc.conf`. L'emplacement du fichier de configuration personnel peut être configuré explicitement via la variable d'environnement `PSQLRC`.

Le fichier niveau système et le fichier de l'utilisateur peuvent être spécifiques à la version de psql en ajoutant un tiret et la ver-

sion mineure ou majeure, par exemple `~/.psqlrc-9.2` ou `~/.psqlrc-9.2.5`. Le fichier dont la version est la plus proche sera lu à la place d'un fichier sans indication de version.

`.psql_history`

L'historique de la ligne de commandes est stocké dans le fichier `~/.psql_history` ou `%APPDATA%\postgresql\psql_history` sur Windows.

L'emplacement du fichier historique peut aussi être configuré explicitement avec la variable d'environnement `PSQL_HISTORY`.

Notes

- psql fonctionne mieux avec des serveurs de la même version ou d'une version majeure plus ancienne. Les commandes anti-slashes peuvent échouer si le serveur est plus récent que psql. Néanmoins, les commandes antislashes de la famille `\d` devraient fonctionner avec tous les serveurs jusqu'à la version 7.4, bien que pas nécessairement avec des serveurs plus récents que psql lui-même. Les fonctionnalités générales d'exécution de commandes SQL et d'affichage des résultats des requêtes devraient aussi fonctionner avec les serveurs d'une version majeure plus récente mais ce n'est pas garanti dans tous les cas.

Si vous voulez utiliser psql pour vous connecter à différentes versions majeures, il est recommandé d'utiliser la dernière version de psql. Autrement, vous pouvez conserver une copie de psql pour chaque version majeure utilisée et vous assurez que la version utilisée correspond au serveur respectif. En pratique, cette complication supplémentaire n'est pas nécessaire.

- Avant PostgreSQL™ 9.6, l'option `-c` impliquait `-X (--no-psqlrc)`; ceci n'est plus le cas.
- Avant PostgreSQL™ 8.4, psql autorisait le premier argument d'une commande antislash à une seule lettre à commencer directement après la commande, sans espace supplémentaire. Maintenant, un espace blanc est requis.

Notes pour les utilisateurs sous Windows

psql est construit comme une « application de type console ». Comme les fenêtres console de windows utilisent un codage différent du reste du système, vous devez avoir une attention particulière lors de l'utilisation de caractères sur 8 bits à l'intérieur de psql. Si psql détecte une page de code problématique, il vous avertira au lancement. Pour modifier la page de code de la console, deux étapes sont nécessaires :

- Configurez la page code en saisissant `cmd.exe /c chcp 1252`. (1252 est une page code appropriée pour l'Allemagne ; remplacez-la par votre valeur.) Si vous utilisez Cygwin, vous pouvez placer cette commande dans `/etc/profile`.
- Configurez la police de la console par `Lucida Console` parce que la police raster ne fonctionne pas avec la page de code ANSI.

Exemples

Le premier exemple montre comment envoyer une commande sur plusieurs lignes d'entrée. Notez le changement de l'invite :

```
basetest=> CREATE TABLE ma_table (
basetest(>   premier integer not NULL default 0,
basetest(>   second text)
basetest-> ;
CREATE TABLE
```

Maintenant, regardons la définition de la table :

```
basetest=> \d ma_table
              Table "ma_table"
 Attribute | Type      | Modifier
-----+-----+-----+
 premier  | integer   | not null default 0
 second   | text      |
```

Maintenant, changeons l'invite par quelque chose de plus intéressant :

```
basetest=> \set PROMPT1 '%n@%m %~%R%# '
peter@localhost basetest=>
```

Supposons que nous avons rempli la table de données et que nous voulons les regarder :

```
peter@localhost basetest=> SELECT * FROM ma_table;
 premier | second
-----+-----
 1 | one
 2 | two
 3 | three
 4 | four
(4 rows)
```

Vous pouvez afficher cette table de façon différente en utilisant la commande \pset :

```
peter@localhost basetest=> \pset border 2
Border style is 2.
peter@localhost basetest=> SELECT * FROM ma_table;
-----+-----+
| premier | second |
-----+-----+
| 1 | one
| 2 | two
| 3 | three
| 4 | four
-----+-----+
(4 rows)

peter@localhost basetest=> \pset border 0
Border style is 0.
peter@localhost basetest=> SELECT * FROM ma_table;
premier second
-----
 1 one
 2 two
 3 three
 4 four
(4 rows)

peter@localhost basetest=> \pset border 1
Border style is 1.
peter@localhost basetest=> \pset format unaligned
Output format is unaligned.
peter@localhost basetest=> \pset fieldsep ","
Field separator is ",".
peter@localhost basetest=> \pset tuples_only
Showing only tuples.
peter@localhost basetest=> SELECT second, first FROM
ma_table;
one,1
two,2
three,3
four,4
```

Vous pouvez aussi utiliser les commandes courtes :

```
peter@localhost basetest=> \a \t \x
Output format is aligned.
Tuples only is off.
Expanded display is on.
peter@localhost basetest=> SELECT * FROM ma_table;
-[ RECORD 1 ]-
first | 1
second | one
-[ RECORD 2 ]-
first | 2
second | two
-[ RECORD 3 ]-
first | 3
second | three
-[ RECORD 4 ]-
```

```
first | 4
second | four
```

En cas de besoin, les résultats de la requête peuvent être affichés dans une représentation croisée avec la commande `\crosstabview` :

```
testdb=> SELECT first, second, first > 2 AS gt2 FROM my_table;
 first | second | gt2
-----+-----+
  1 | one   | f
  2 | two   | f
  3 | three | t
  4 | four  | t
(4 rows)

testdb=> \crosstabview first second
 first | one | two | three | four
-----+-----+-----+-----+
  1 | f   |     |      | 
  2 |     | f   |      | 
  3 |     |     | t   | 
  4 |     |     |     | t
(4 rows)
```

Ce deuxième exemple montre une table de multiplication avec les lignes triées en ordre numérique inverse et les colonnes dans un ordre numérique ascendant indépendant.

```
testdb=> SELECT t1.first as "A", t2.first+100 AS "B", t1.first*(t2.first+100) as "AxB",
testdb(> row_number() over(order by t2.first) AS ord
testdb(> FROM my_table t1 CROSS JOIN my_table t2 ORDER BY 1 DESC
testdb(> \crosstabview "A" "B" "AxB" ord
 A | 101 | 102 | 103 | 104
-----+-----+-----+-----+
 4 | 404 | 408 | 412 | 416
 3 | 303 | 306 | 309 | 312
 2 | 202 | 204 | 206 | 208
 1 | 101 | 102 | 103 | 104
(4 rows)
```

Nom

reindexdb — reindexe une base de données PostgreSQL™

Synopsis

```
reindexdb [option-connexion...] [option...] [ --schema | -S schéma ] ... [ --table | -t table ] ... [ --index | -i index ] ... [nombase]  
reindexdb [option-connexion...] [option...] --all | -a  
reindexdb [option-connexion...] [option...] --system | -s [nombase]
```

Description

reindexdb permet de reconstruire les index d'une base de données PostgreSQL™.

reindexdb est un enrobage de la commande REINDEX(7). Il n'y a pas de différence entre la réindexation des bases de données par cette méthode et par celles utilisant d'autres méthodes d'accès au serveur.

Options

reindexdb accepte les arguments suivants en ligne de commande :

- a, --all
Réindexe toutes les bases de données.
- [-d] base, [--dbname=]base
Spécifie le nom de la base à réindexer. Si cette option n'est pas présente et que l'option -a (ou --all) n'est pas utilisée, le nom de la base est lu à partir de la variable d'environnement PGDATABASE. Si elle n'est pas configurée, le nom de l'utilisateur pour la connexion est utilisé.
- e, --echo
Affiche les commandes que reindexdb génère et envoie au serveur.
- i index, --index=index
Ne recrée que l'index index. Plusieurs indexes peuvent être récrées en même temps en utilisant plusieurs fois l'option -i.
- q, --quiet
N'affiche pas la progression.
- s, --system
Réindexe les catalogues système de la base de données.
- S schema, --schema=schema
Ne réindexe que le schéma schema. Plusieurs schémas peuvent être réindexés en même temps en utilisant plusieurs fois l'option -S.
- t table, --table=table
Ne réindexe que la table table. Plusieurs tables peuvent être réindexées en même temps en utilisant plusieurs fois l'option -t.
- v, --verbose
Affiche des informations détaillées sur le traitement.
- V, --version
Affiche la version de reindexdb, puis quitte.
- ?, --help
Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de reindexdb, puis quitte.

reindexdb accepte aussi les arguments suivants en ligne de commande pour les paramètres de connexion :

- h hôte, --host=hôte
Précise le nom d'hôte de la machine hébergeant le serveur. Si cette valeur débute par une barre oblique ('/' ou slash), elle est utilisée comme répertoire de socket UNIX.
- p port, --port=port

Précise le port TCP ou le fichier de socket UNIX d'écoute.

-U *nom_utilisateur*, **--username**=*nom_utilisateur*
Nom de l'utilisateur à utiliser pour la connexion.

-w, **--no-password**

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier `.pgpass`), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

-W, **--password**

Force reindexdb à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire car reindexdb demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, reindexdb perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option `-W` pour éviter la tentative de connexion.

--maintenance-db=*nom-base-maintenance*

Spécifie le nom de la base de données à laquelle se connecter pour trouver les bases qui vont être réindexées. Si elle n'est pas spécifiée, la base de données `postgres` est utilisée ; si elle n'existe pas, la base `template1` est utilisée.

Environnement

PGDATABASE, PGHOST, PGPORT, PGUSER

Paramètres par défaut pour la connexion

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Diagnostiques

En cas de difficultés, il peut être utile de consulter REINDEX(7) et psql(1), sections présentant les problèmes éventuels et les messages d'erreur.

Le serveur de base de données doit fonctionner sur le serveur cible. Les paramètres de connexion éventuels et les variables d'environnement utilisés par la bibliothèque cliente libpq s'appliquent.

Notes

reindexdb peut avoir besoin de se connecter plusieurs fois au serveur PostgreSQL™. Afin d'éviter de saisir le mot de passe à chaque fois, on peut utiliser un fichier `~/.pgpass`. Voir Section 32.15, « Fichier de mots de passe » pour plus d'informations.

Exemples

Pour réindexer la base de données `test` :

```
$ reindexdb test
```

Pour réindexer la table `foo` et l'index `bar` dans une base de données nommée `abcd` :

```
$ reindexdb --table foo --index bar abcd
```

Voir aussi

REINDEX(7)

Nom

vacuumdb — récupère l'espace inutilisé et, optionnellement, analyse une base de données PostgreSQL™

Synopsis

```
vacuumdb [option-de-connexion...] [option...] [ --table | -t table [( colonne [, ...] )] ] ... [nom_base]  
vacuumdb [options-de-connexion...] [option...] --all | -a
```

Description

vacuumdb est un outil de nettoyage d'une base de données. vacuumdb peut également engendrer des statistiques internes utilisées par l'optimiseur de requêtes de PostgreSQL™.

vacuumdb est une surcouche de la commande VACUUM(7). Il n'y a pas de différence réelle entre exécuter des VACUUM et des ANALYZE sur les bases de données via cet outil et via d'autres méthodes pour accéder au serveur.

Options

vacuumdb accepte les arguments suivants sur la ligne de commande :

- a, --all
Nettoie toutes les bases de données.
- [-d] nom_base, [--dbname=] nom_base
Indique le nom de la base de données à nettoyer ou à analyser. Si aucun nom n'est pas précisé et si -a (ou --all) n'est pas utilisé, le nom de la base de données est récupéré dans la variable d'environnement PGDATABASE. Si cette variable n'est pas initialisée, c'est le nom d'utilisateur précisé pour la connexion qui est utilisé.
- e, --echo
Affiche les commandes que vacuumdb engendre et envoie au serveur.
- f, --full
Exécute un nettoyage « complet ».
- F, --freeze
« Gèle » agressivement les lignes.
- j njobs, --jobs=njobs
Exécute les commandes VACUUM et/ou ANALYZE en parallèle en plaçant njobs commandes simultanément. Cette option réduit la durée du traitement tout en augmentant la charge sur le serveur de bases de données.
vacuumdb ouvrira njobs connexions sur la base de données, donc assurez-vous que votre configuration du paramètre max_connections est suffisamment élevée pour accepter toutes les connexions nécessaires.
Notez que l'utilisation de ce mode avec l'option -f (FULL) pourrait causer des échecs de type deadlock si certains catalogues systèmes sont traités en parallèle.
- q, --quiet
N'affiche pas de message de progression.
- t table [(colonne [, ...])], --table=table [(colonne [, ...])]
Ne nettoie ou n'analyse que la table table. Des noms de colonnes peuvent être précisés en conjonction avec les options --analyze ou --analyze-only. Plusieurs tables peuvent être traitées par VACUUM en utilisant plusieurs fois l'option -t.



Astuce

Lorsque des colonnes sont indiquées, il peut être nécessaire d'échapper les parenthèses. (Voir les exemples plus bas.)

- v, --verbose
Affiche des informations détaillées durant le traitement.
- V, --version
Affiche la version de vacuumdb, puis quitte.

-z, --analyze
Calcule aussi les statistiques utilisées par le planificateur.

-Z, --analyze-only
Calcule seulement les statistiques utilisées par le planificateur (donc pas de VACUUM).

--analyze-in-stages
Calcule seulement les statistiques utilisées par le planificateur (donc pas de VACUUM), comme **--analyze-only**. Effectue plusieurs (pour le moment trois) étapes de calcul avec différents réglages de configuration afin de générer des statistiques utilisables plus rapidement.

Cette option est utile pour calculer les statistiques d'une base qui vient d'être peuplée, que cela soit à partir d'une restauration de sauvegarde ou d'un **pg_upgrade**. Cette option tentera de créer quelques statistiques le plus rapidement possible, pour rendre la base de données utilisable, et ensuite produire les statistiques complètes durant les étapes suivantes.

-?, --help
Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de vacuumdb, puis quitte.

vacuumdb accepte aussi les arguments suivants comme paramètres de connexion :

-h *hôte*, --host=*hôte*
Indique le nom d'hôte de la machine qui héberge le serveur de bases de données. Si la valeur commence par une barre oblique (/), elle est utilisée comme répertoire pour la socket de domaine Unix.

-p *port*, --port=*port*
Indique le port TCP ou le fichier local de socket de domaine Unix sur lequel le serveur attend les connexions.

-U *utilisateur*, --username=*utilisateur*
Nom d'utilisateur pour la connexion.

-w, --no-password
Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier *.pgpass*), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

-W, --password
Force vacuumdb à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire car vacuumdb demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, vacuumdb perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option **-W** pour éviter la tentative de connexion.

--maintenance-db=*nom-base-maintenance*
Spécifie le nom de la base de données à laquelle se connecter pour trouver les bases qui vont être nettoyées. Si elle n'est pas spécifiée, la base de données *postgres* est utilisée ; si elle n'existe pas, la base *template1* est utilisée.

Environnement

PGDATABASE, PGHOST, PGPORT, PGUSER

Paramètres de connexion par défaut.

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Diagnostiques

En cas de difficultés, il peut être utile de consulter VACUUM(7) et psql(1), sections présentant les problèmes éventuels et les messages d'erreur.

Le serveur de base de données doit fonctionner sur le serveur cible. Les paramètres de connexion éventuels et les variables d'environnement utilisés par la bibliothèque cliente libpq s'appliquent.

Notes

vacuumdb peut avoir besoin de se connecter plusieurs fois au serveur PostgreSQL™. Afin d'éviter de saisir le mot de passe à chaque fois, on peut utiliser un fichier *~/.pgpass*. Voir Section 32.15, « Fichier de mots de passe » pour plus d'informations.

Exemples

Pour nettoyer la base de données `test` :

```
$ vacuumdb test
```

Pour nettoyer et analyser une base de données nommée `grossebase` :

```
$ vacuumdb --analyze grossebase
```

Pour nettoyer la seule table `foo` dans une base de données nommée `xyzzy` et analyser la seule colonne `bar` de la table :

```
$ vacuumdb --analyze --verbose --table 'foo(bar)' xyzzy
```

Voir aussi

[VACUUM\(7\)](#)

Applications relatives au serveur PostgreSQL

Cette partie contient des informations de référence concernant les applications et les outils relatifs au serveur PostgreSQL™. Ces commandes n'ont d'utilité que lancées sur la machine sur laquelle le serveur fonctionne. D'autres programmes utilitaires sont listés dans la Applications client de PostgreSQL.

Nom

`initdb` — Créer un nouveau « cluster »

Synopsis

`initdb [option...] [--pgdata | -D] répertoire`

Description

initdb crée une nouvelle grappe de bases de données, ou « cluster », PostgreSQL™. Un cluster est un ensemble de bases de données gérées par une même instance du serveur.

Créer un cluster consiste à :

- créer les répertoires dans lesquels sont stockées les données de la base ;
- créer les tables partagées du catalogue (tables partagées par tout le cluster) ;
- créer les bases de données `template1` et `postgres`.

Lors de la création ultérieure d'une base de données, tout ce qui se trouve dans la base `template1` est copié. (Ce qui implique que tout ce qui est installé dans `template1` est automatiquement copié dans chaque base de données créée par la suite.) La base de données `postgres` est une base de données par défaut à destination des utilisateurs, des outils et des applications tiers.

initdb tente de créer le répertoire de données indiqué. Il se peut que la commande n'est pas les droits nécessaires si le répertoire parent du répertoire de données indiqué est possédé par root. Dans ce cas, pour réussir l'initialisation, il faut créer un répertoire de données vide en tant que root, puis utiliser `chown` pour en donner la possession au compte utilisateur de la base de données. `su` peut alors être utilisé pour prendre l'identité de l'utilisateur de la base de données et exécuter **initdb**.

initdb doit être exécuté par l'utilisateur propriétaire du processus serveur parce que le serveur doit avoir accès aux fichiers et répertoires créés par **initdb**. Comme le serveur ne peut pas être exécuté en tant que root, il est impératif de ne pas lancer **initdb** en tant que root. (En fait, **initdb** refuse de se lancer dans ces conditions.)

initdb initialise la locale et l'encodage de jeu de caractères par défaut du cluster. L'encodage du jeu de caractères, l'ordre de tri (`LC_COLLATE`) et les classes d'ensembles de caractères (`LC_CTYPE`, c'est-à-dire majuscule, minuscule, chiffre) peuvent être configurés séparément pour chaque base de données à sa création. **initdb** détermine ces paramètres à partir de la base de données `template1` qui servira de valeur par défaut pour toutes les autres bases de données.

Pour modifier l'ordre de tri ou les classes de jeu de caractères par défaut, utilisez les options `--lc-collate` et `--lc-ctype`. Les ordres de tri autres que C et POSIX ont aussi un coût en terme de performance. Pour ces raisons, il est important de choisir la bonne locale lors de l'exécution d'**initdb**.

Les catégories de locale restantes peuvent être modifiées plus tard, lors du démarrage du serveur. Vous pouvez aussi utiliser `--locale` pour configurer les valeurs par défaut de toutes les catégories de locale, ceci incluant l'ordre de tri et les classes de jeu de caractères. Toutes les valeurs de locale côté serveur (`lc_*`) peuvent être affichées via la commande **SHOW ALL**. Il y a plus d'informations sur ce point sur Section 23.1, « Support des locales ».

Pour modifier l'encodage par défaut, utilisez l'option `--encoding`. Section 23.3, « Support des jeux de caractères » propose plus d'options.

Options

`-A méthode_auth, --auth=méthode_auth`

Précise la méthode d'authentification utilisée dans `pg_hba.conf` pour les utilisateurs locaux (lignes `host` et `local`). N'utilisez jamais `trust` à moins que vous ne fassiez confiance à tous les utilisateurs locaux de votre système. `trust` reste toutefois la valeur par défaut pour simplifier une installation.

`--auth-host=méthode_auth`

Cette option spécifie la méthode d'authentification pour les utilisateurs définis dans le fichier `pg_hba.conf` et qui peuvent se connecter localement via une connexion TCP/IP (lignes `host`).

`--auth-local=méthode_auth`

Cette option spécifie la méthode d'authentification pour les utilisateurs définis dans le fichier `pg_hba.conf` et qui peuvent se connecter localement via une socket de domaine Unix (lignes `local`).

`-D répertoire, --pgdata=répertoire`

Indique le répertoire de stockage de la grappe de bases de données. C'est la seule information requise par **initdb**. Il est possible d'éviter de préciser cette option en configurant la variable d'environnement PGDATA. Cela permet, de plus, au serveur de bases de données (**postgres**) de trouver le répertoire par cette même variable.

-E codage, --encoding=codage

Définit l'encodage de la base de données modèle (*template*). C'est également l'encodage par défaut des bases de données créées ultérieurement. Cette valeur peut toutefois être surchargée. La valeur par défaut est déduite de la locale. Dans le cas où cela n'est pas possible, SQL_ASCII est utilisé. Les jeux de caractères supportés par le serveur PostgreSQL™ sont décrits dans Section 23.3.1, « Jeux de caractères supportés ».

-k, --data-checksums

Utilise des sommes de contrôle sur les pages de données pour aider à la détection d'une corruption par le système en entrée/sortie qui serait autrement passée sous silence. Activer les sommes de contrôle peut causer une pénalité importante sur les performances. Cette option peut seulement être configurée lors de l'initialisation, et ne peut pas être modifiée après coup. Si elle est activée, les sommes de contrôle sont calculées pour tous les objets de chaque base de données.

--locale=locale

Configure la locale par défaut pour le cluster. Si cette option n'est pas précisée, la locale est héritée de l'environnement d'exécution d'**initdb**. Le support des locales est décrit dans Section 23.1, « Support des locales ».

--lc-collate=locale, --lc-ctype=locale, --lc-messages=locale, --lc-monetary=locale, --lc-numeric=locale, --lc-time=locale

Même principe que **--locale**, mais seule la locale de la catégorie considérée est configurée.

--no-locale

Équivalent à **--locale=C**.

-N, --nosync

Par défaut, **initdb** attendra que tous les fichiers soient correctement écrit sur disque. Cette option permet à **initdb** de quitter sans attendre, ce qui est plus rapide, mais ce qui signifie aussi qu'un crash du système d'exploitation immédiatement après peut aboutir à une corruption du répertoire des données. Cette option n'est réellement utile que pour les tests et ne devrait pas être utilisée lors de la mise en place d'un serveur en production.

--pwfile=nomfichier

Incite **initdb** à lire le mot de passe du superutilisateur à partir d'un fichier. La première ligne du fichier est utilisée comme mot de passe.

-S, --sync-only

Écrit en toute sécurité tous les fichiers de la base sur disque, puis quitte. Ceci ne réalise aucune des opérations normales d'initdb.

-T CFG, --text-search-config=CFG

Définit la configuration par défaut pour la recherche de texte. Voir default_text_search_config pour de plus amples informations.

-U nomutilisateur, --username=nomutilisateur

Précise le nom de l'utilisateur défini comme superutilisateur de la base de données. Par défaut, c'est le nom de l'utilisateur qui lance **initdb**. Le nom du superutilisateur importe peu, mais **postgres** peut être conservé, même si le nom de l'utilisateur système diffère.

-W, --prompt

Force **initdb** à demander un mot de passe pour le superutilisateur de la base de données. Cela n'a pas d'importance lorsqu'aucune authentification par mot de passe n'est envisagée. Dans le cas contraire, l'authentification par mot de passe n'est pas utilisable tant qu'un mot de passe pour le superutilisateur n'est pas défini.

-X répertoire, --xlogdir=répertoire

Définit le répertoire de stockage des journaux de transaction.

D'autres options, moins utilisées, sont disponibles :

-d, --debug

Affiche les informations de débogage du processus amorce et quelques autres messages de moindre intérêt pour le grand public. Le processus amorce est le programme qu'**initdb** lance pour créer les tables catalogues. Cette option engendre une quantité considérable de messages ennuyeux.

-L répertoire

Indique à **initdb** où trouver les fichiers d'entrée nécessaires à l'initialisation du cluster. En temps normal, cela n'est pas nécessaire. Un message est affiché lorsque leur emplacement doit être indiqué de manière explicite.

-n, --noclean

Par défaut, lorsqu'**initdb** rencontre une erreur qui l'empêche de finaliser la création du cluster, le programme supprime tous les fichiers créés avant l'erreur. Cette option désactive le nettoyage. Elle est utile pour le débogage.

D'autres options :

-V, --version

Affiche la version de initdb puis quitte.

-?, --help

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de initdb, puis quitte

Environnement

PGDATA

Indique le répertoire de stockage de la grappe de bases de données ; peut être surchargé avec l'option **-D**.

TZ

Précise le fuseau horaire par défaut de l'instance. Cette valeur doit être un nom complet de fuseau horaire (voir Section 8.5.3, « Fuseaux horaires »).

Cet outil, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Notes

initdb peut aussi être appelé avec **pg_ctl initdb**.

Voir aussi

[postgres\(1\)](#)

Nom

`pg_archivecleanup` — nettoie les archives des journaux de transactions PostgreSQL™

Synopsis

```
pg_archivecleanup [option...] emplacementarchive fichierwalaconserver
```

Description

`pg_archivecleanup` est conçu pour être utilisé avec le paramètre `archive_cleanup_command` pour nettoyer les archives de journaux de transactions quand un serveur standby est utilisé (voir Section 26.2, « Serveurs de Standby par transfert de journaux »). `pg_archivecleanup` peut aussi être utilisé en tant que programme autonome pour nettoyer les archives des journaux de transactions.

Pour configurer un serveur standby à utiliser `pg_archivecleanup`, placez ceci dans le fichier de configuration `recovery.conf` :

```
archive_cleanup_command = 'pg_archivecleanup emplacementarchive %r'
```

où `emplacementarchive` est le répertoire où se trouvent les fichiers à nettoyer.

Lorsqu'il est utilisé dans `archive_cleanup_command`, tous les fichiers WAL précédent logiquement la valeur de l'argument `%r` seront supprimés de `emplacementarchive`. Ceci minimise le nombre de fichiers à conserver tout en préservant la possibilité de redémarrer après un crash. L'utilisation de ce paramètre est approprié si `emplacementarchive` est une aire temporaire pour ce serveur standby particulier. Cela n'est *pas* le cas quand `emplacementarchive` est conçu comme une aire d'archivage sur le long terme ou si plusieurs serveurs standby récupèrent les journaux à partir de ce même emplacement.

Lorsqu'il est utilisé en tant que programme autonome, tous les fichiers WAL qui précèdent logiquement `fichierwalaconserver` seront supprimés de `emplacementarchive`. Dans ce mode, si vous donnez un nom de fichier `.partial` ou `.backup`, alors seul le préfixe du fichier sera utilisé comme `fichierwalaconserver`. Ce traitement d'un nom de fichier `.backup` vous permet de supprimer tous les fichiers WAL archivés avant une sauvegarde de base spécifique, sans erreur. L'exemple suivant supprime tous les fichiers plus anciens que le nom `000000010000003700000010` :

```
pg_archivecleanup -d archive 000000010000003700000010.00000020.backup
pg_archivecleanup:  keep WAL file "archive/000000010000003700000010" and later
pg_archivecleanup:  removing file "archive/00000001000000370000000F"
pg_archivecleanup:  removing file "archive/00000001000000370000000E"
```

`pg_archivecleanup` suppose que `emplacementarchive` est un répertoire accessible en lecture et écriture par l'utilisateur qui exécute le serveur.

Options

`pg_archivecleanup` accepte les arguments suivant en ligne de commande :

- d Affiche plein de messages de debug sur `stderr`.
- n Affiche le nom des fichiers qui auraient été supprimés sur le sortie standard (`stdout`) (permet un test).
- V, --version Affiche la version de `pg_archivecleanup`, puis quitte.
- x *extension* Fournit une extension qui sera supprimé de tous les noms de fichiers avant de décider s'ils doivent être supprimés. Ceci est utile pour nettoyer des archives qui ont été compressés lors du stockage et, de ce fait, ont une extension ajoutée par le programme de compression. Par exemple `-x .gz`.
- ?, --help Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de `pg_archivecleanup`, puis quitte.

Notes

`pg_archivecleanup` est conçu pour fonctionner avec PostgreSQL™ 8.0 et les versions ultérieures lorsqu'il est utilisé comme outil autonome, ou avec PostgreSQL™ et ultérieures quand il est utilisé comme commande de nettoyage des archives.

`pg_archivecleanup` est écrit en C et dispose d'un code facile à modifier, avec des sections désignées de telle façon qu'elles puissent être modifiées pour vos propres besoins.

Exemples

Sur des systèmes Linux ou Unix, vous pourriez utiliser :

```
archive_cleanup_command = 'pg_archivecleanup -d /mnt/standby/archive %r 2>>cleanup.log'
```

où le répertoire d'archivage est situé physiquement sur le serveur standby, pour que le paramètre `archive_command` y accède via NFS mais que les fichiers soient locaux au standby. Cette commande va :

- produire une sortie de débogage `cleanup.log`
- supprimer les fichiers inutiles du répertoire d'archivage

Voir aussi

[pg_standby\(1\)](#)

Nom

`pg_controldata` — afficher les informations de contrôle d'un groupe de bases de données PostgreSQL™

Synopsis

```
pg_controldata [option] [[-D]répertoire_données]
```

Description

`pg_controldata` affiche les informations initialisées lors d'**initdb**, telles que la version du catalogue. Il affiche aussi des informations sur le traitement des WAL et des points de vérification. Cette information, qui porte sur le groupe complet, n'est pas spécifique à une base de données.

Cet outil ne peut être lancé que par l'utilisateur qui a initialisé le groupe. Il est, en effet, nécessaire d'avoir le droit de lire le répertoire des données. Le répertoire des données peut être spécifié sur la ligne de commande ou à l'aide de la variable d'environnement PGDATA. Cet outil accepte les options `-V` et `--version`, qui affiche la version de `pg_controldata` puis arrête l'application. Il accepte aussi les options `-?` et `--help`, qui affichent les arguments acceptés.

Environnement

PGDATA

Emplacement du répertoire de données par défaut

Nom

pg_ctl — initialiser, démarrer, arrêter ou contrôler le serveur PostgreSQL™

Synopsis

```
pg_ctl init[db] [-s] [-D répertoire_données] [-o options-initdb]
start [-w] [-t secondes] [-s] [-D répertoire_données] [-l nomfichier] [-o options] [-p chemin] [-c]
pg_ctl stop [-W] [-t secondes] [-s] [-D répertoire_données] [-m s[mart] | f[ast] | i[mmediate]]
pg_ctl restart [-w] [-t secondes] [-s] [-D répertoire_données] [-c] [-m s[mart] | f[ast] | i[mmediate]] [-o options]
pg_ctl reload [-s] [-D répertoire_données]
pg_ctl status status [-D répertoire_données]
pg_ctl promote [-s] [-D répertoire_données]
pg_ctl kill nom_signal id_processus
pg_ctl register [-N nom_service] [-U nom_utilisateur] [-P mot_de_passe] [-D répertoire_données] [-S a[uto] | d[emand]] [-w] [-t secondes] [-s] [-o options]
pg_ctl unregister [-N nom_service]
```

Description

pg_ctl est un outil qui permet d'initialiser une instance, de démarrer, d'arrêter, ou de redémarrer un serveur PostgreSQL™ (postgres(1)). Il permet également d'afficher le statut d'un serveur en cours d'exécution.

Bien que le serveur puisse être démarré manuellement, pg_ctl encapsule les tâches comme la redirection des traces ou le détachement du terminal et du groupe de processus. Il fournit également des options intéressantes pour contrôler l'arrêt.

Le mode **init** ou **initdb** crée une nouvelle grappe PostgreSQL™. Une grappe est un ensemble de bases contrôlées par une même instance du serveur. Ce mode invoque la commande **initdb**. Voir **initdb(1)** pour les détails.

En mode **start**, un nouveau serveur est démarré. Le serveur est démarré en tâche de fond et l'entrée standard est attachée à /dev/null (sur nul sur Windows). Sur les systèmes Unix, par défaut, la sortie standard et la sortie des erreurs du serveur sont envoyées sur la sortie standard de pg_ctl (pas la sortie des erreurs). La sortie standard de pg_ctl devrait ensuite être redirigée dans un fichier standard ou dans un fichier pipe vers un autre processus comme un outil de rotation de fichiers de trace comme rotatelogs. Dans le cas contraire, **postgres** écrira sa sortie sur le terminal de contrôle. Sur Windows, par défaut, la sortie standard et la sortie des erreurs du serveur sont envoyées au terminal. Les comportements par défaut peuvent être changés en utilisant l'option **-l** pour ajouter la sortie du serveur dans un fichier de trace. L'utilisation de l'option **-l** ou d'une redirection de la sortie est recommandée.

En mode **stop**, le serveur en cours d'exécution dans le répertoire indiqué est arrêté. Trois méthodes différentes d'arrêt peuvent être choisies avec l'option **-m** : le mode « smart » attend la fin de la sauvegarde en ligne (PITR) et la déconnexion de tous les clients. Si le serveur est en mode hot standby, la récupération et la réPLICATION en continu sont arrêtées dès que tous les clients se sont déconnectés. Le mode « fast » (la valeur par défaut) n'attend pas la déconnexion des clients et stoppe la sauvegarde en ligne (PITR). Toutes les transactions actives sont annulées et les clients sont déconnectés. Le serveur est ensuite arrêté. Le mode « immediate » tue tous les processus serveur immédiatement, sans leur laisser la possibilité de s'arrêter proprement. Cela conduit à une récupération au redémarrage.

Le mode **restart** exécute un arrêt suivi d'un démarrage. Ceci permet de modifier les options en ligne de commande de **postgres**. **restart** peut échouer si les chemins relatifs ont été spécifiés sur la ligne de commande au démarrage du serveur.

Le mode **reload** envoie simplement au processus **postgres** un signal SIGHUP. Le processus relit alors ses fichiers de configuration (**postgresql.conf**, **pg_hba.conf**, etc.). Cela permet de modifier les options des fichiers de configuration qui ne requièrent pas un redémarrage complet pour être prises en compte.

Le mode **status** vérifie si un serveur est toujours en cours d'exécution sur le répertoire de données indiqué. Si c'est le cas, le PID et les options en ligne de commande utilisées lors de son démarrage sont affichés. Si le serveur n'est pas en cours d'exécution, le processus retourne une valeur de sortie de 3. Si un répertoire de données n'est pas indiqué, le processus retourne une valeur de sortie de 4.

Dans le mode **promote**, le serveur en attente, fonctionnant à partir du répertoire de données spécifiée, sort de la restauration et commence à opérer en mode lecture/écriture.

Le mode `kill` permet d'envoyer un signal à un processus spécifique. Ceci est particulièrement utile pour Microsoft Windows™, qui ne possède pas de commande `kill`. `--help` permet d'afficher la liste des noms de signaux supportés.

Le mode `register` permet d'enregistrer un service système sur Microsoft Windows™. L'option `-S` permet la sélection du type de démarrage du service, soit « `auto` » (lance le service automatiquement lors du démarrage du serveur) soit « `demand` » (lance le service à la demande).

Le mode `unregister` permet, sur Microsoft Windows™, d'annuler un service système. Ceci annule les effets de la commande `register`.

Options

`-c, --core-file`

Tente d'autoriser la création de fichiers core suite à un arrêt brutal du serveur, sur les plateformes où cette fonctionnalité est disponible, en augmentant la limite logicielle qui en dépend. C'est utile pour le débogage et pour diagnostiquer des problèmes en permettant la récupération d'une trace de la pile d'un processus serveur en échec.

`-D répertoire_données, --pgdata datadir`

Indique l'emplacement des fichiers de configuration de la base de données sur le système de fichiers. Si cette option est omise, la variable d'environnement PGDATA est utilisée.

`-l nomfichier, --log filename`

Ajoute la sortie des traces du serveur dans `nomfichier`. Si le fichier n'existe pas, il est créé. L'umask est configuré à 077, donc l'accès au journal des traces est, par défaut, interdit aux autres utilisateurs.

`-m mode, --mode mode`

Précise le mode d'arrêt. `mode` peut être `smart`, `fast` ou `immediate`, ou la première lettre d'un de ces trois mots. En cas d'omission, `fast` est utilisé.

`-o options`

Indique les options à passer directement à la commande `postgres`.

Les options doivent habituellement être entourées de guillemets simples ou doubles pour s'assurer qu'elles soient bien passées comme un groupe. S'il y a plusieurs appels d'option, elles sont ajoutées les unes aux autres.

`-o options-initdb`

Spécifie les options à passer directement à la commande `initdb`.

Ces options sont habituellement entourées par des guillemets simples ou doubles pour s'assurer qu'elles soient passées groupées.

`-p chemin`

Indique l'emplacement de l'exécutable `postgres`. Par défaut, l'exécutable `postgres` est pris à partir du même répertoire que `pg_ctl` ou, si cela échoue, à partir du répertoire d'installation codé en dur. Il n'est pas nécessaire d'utiliser cette option sauf cas inhabituel, comme lorsque des erreurs concernant l'impossibilité de trouver l'exécutable `postgres` apparaissent.

Dans le mode `init`, cette option indique de manière analogue la localisation de l'exécutable `initdb`.

`-s, --silent`

Affichage des seules erreurs, pas de messages d'information.

`-t, --timeout`

Le nombre maximum de secondes à attendre pour la fin du lancement ou de l'arrêt. La valeur par défaut correspond à la valeur de la variable d'environnement PGCTLTIMEOUT et, si elle n'est pas configurée, à 60 secondes.

`-V, --version`

Affiche la version de `pg_ctl`, puis quitte.

`-w`

Attendre que le démarrage ou l'arrêt se termine. Attendre est l'option par défaut pour les arrêts, mais pas pour les démarrages. Lors d'une attente d'un démarrage, `pg_ctl` tente plusieurs fois de se connecter au serveur. Lors d'une attente d'un arrêt, `pg_ctl` attend que le serveur supprime le fichier PID. Cette option permet d'entrer une passphrase SSL au démarrage. `pg_ctl` renvoie un code d'erreur basé sur le succès du démarrage ou de l'arrêt.

`-W`

Ne pas attendre la fin du démarrage ou de l'arrêt. C'est la valeur par défaut pour les démarrages et redémarrages.

`-?, --help`

Affiche de l'aide sur les arguments en ligne de commande de `pg_ctl`, puis quitte.

Options Windows

- e *source*
Nom de la source d'événement à utiliser par pg_ctl pour tracer dans le journal des événements lors de l'utilisation d'un service Windows. La valeur par défaut est PostgreSQL. Notez que ceci ne contrôle que les traces de pg_ctl ; une fois démarré, le serveur utilise la source d'événement spécifiée par event_source. Si le serveur venait à échouer lors de son démarrage, il pourrait aussi tracer en utilisant la source d'événement par défaut, PostgreSQL.
- N *nom_service*
Nom du service système à enregistrer. Le nom est utilisé à la fois comme nom de service et comme nom affiché.
- P *mot_de_passe*
Mot de passe de l'utilisateur qui démarre le service.
- S *start-type*
Type de démarrage du service système à enregistrer. start-type peut valoir auto ou demand ou la première lettre de ces deux possibilités. Si ce paramètre est omis, la valeur par défaut est auto.
- U *nom_utilisateur*
Nom de l'utilisateur qui démarre le service. Pour les utilisateurs identifiés sur un domaine, on utilise le format DOMAIN\nom_utilisateur.

Environnement

PGCTLTIMEOUT
Limite par défaut du nombre de secondes à attendre pour la fin de l'opération de démarrage ou d'arrêt. Si elle n'est pas configurée, l'attente est de 60 secondes.

PGDATA
Emplacement par défaut du répertoire des données.

pg_ctl, comme la plupart des autres outils PostgreSQL™, utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »). Pour des variables serveurs supplémentaires, voir postgres(1).

Fichiers

postmaster.pid
Ce fichier, situé dans le répertoire des données, est utilisé pour aider pg_ctl à déterminer si le serveur est actuellement en cours d'exécution.

postmaster.opts
Si ce fichier existe dans le répertoire des données, pg_ctl (en mode restart) passe le contenu du fichier comme options de postgres, sauf en cas de surcharge par l'option -o. Le contenu de ce fichier est aussi affiché en mode status.

Exemples

Lancer le serveur

Démarrer un serveur :

```
$ pg_ctl start
```

Démarrer un serveur, avec blocage tant que le serveur n'est pas complètement démarré :

```
$ pg_ctl -w start
```

Pour exécuter le serveur en utilisant le port 5433, et en s'exécutant sans fsync :

```
$ pg_ctl -o "-F -p 5433" start
```

Arrêt du serveur

Pour arrêter le serveur, utilisez :

```
$ pg_ctl stop
```

L'option -m autorise le contrôle sur la façon dont le serveur est arrêté :

```
$ pg_ctl stop -m fast
```

Redémarrage du serveur

Redémarrer le serveur est pratiquement équivalent à l'arrêter puis à le démarrer à nouveau si ce n'est que **pg_ctl** sauvegarde et réutilise les options en ligne de commande qui étaient passées à l'instance précédente. Pour redémarrer le serveur de la façon la plus simple, on utilise :

```
$ pg_ctl restart
```

Redémarrer le serveur, en attendant l'arrêt et le redémarrage :

```
$ pg_ctl -w restart
```

Redémarrer en utilisant le port 5433 et en désactivant fsync après redémarrage :

```
$ pg_ctl -o "-F -p 5433" restart
```

Affichage de l'état du serveur

Exemple de statut affiché à partir de pg_ctl :

```
$ pg_ctl status
```

```
+pg_ctl: server is running (PID: 13718)
+/usr/local/pgsql/bin/postgres "-D" "/usr/local/pgsql/data" "-p" "5433" "-B" "128"
```

C'est la ligne de commande qui sera appelée en mode redémarrage.

Voir aussi

initdb(1), postgres(1)

Nom

`pg_resetxlog` — réinitialiser les WAL et les autres informations de contrôle d'une grappe de bases de données PostgreSQL™

Synopsis

`pg_resetxlog [-f] [-n] [option...] {[[-D] rép_données]}`

Description

`pg_resetxlog` efface les journaux d'écritures anticipées (*Write-Ahead Log* ou WAL) et réinitialise optionnellement quelques autres informations de contrôle stockées dans le fichier `pg_control`. Cette fonction est parfois nécessaire si ces fichiers ont été corrompus. Elle ne doit être utilisée qu'en dernier ressort quand le serveur ne démarre plus du fait d'une telle corruption.

À la suite de cette commande, le serveur doit pouvoir redémarrer. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que la base de données peut contenir des données inconsistantes du fait de transactions partiellement validées. Il est alors opportun de sauvegarder les données, lancer `initdb` et de les recharger. Après cela, les inconsistances doivent être recherchées et le cas échéant corrigées.

Seul l'utilisateur qui a installé le serveur peut utiliser cet outil. Il requiert, en effet, un accès en lecture/écriture au répertoire des données. Pour des raisons de sécurité, `pg_resetxlog` n'utilise pas la variable d'environnement PGDATA. Le répertoire des données doit donc être précisé sur la ligne de commande.

Si `pg_resetxlog` se plaint de ne pas pouvoir déterminer de données valides pour `pg_control`, vous pouvez malgré tout le forcer à continuer en spécifiant l'option `-f` (force). Dans ce cas, des valeurs probables sont substituées aux données manquantes. La plupart des champs correspondent mais une aide manuelle pourrait être nécessaire pour le prochain OID, le prochain TID et sa date, le prochain identifiant multi-transaction et son décalage, l'adresse de début des journaux de transactions. Ces champs peuvent être configurés en utilisant les options indiquées ci-dessus. Si vous n'êtes pas capable de déterminer les bonnes valeurs pour tous ces champs, `-f` peut toujours être utilisé mais la base de données récupérée doit être traitée avec encore plus de suspicion que d'habitude : une sauvegarde immédiate et un rechargement sont impératifs. *Ne pas exécuter d'opérations de modifications de données dans la base avant de sauvegarder ; ce type d'action risque de faire empirer la corruption.*

Options

`-f`

Force `pg_resetxlog` à continuer même s'il ne peut pas déterminer de données valides pour `pg_control`, comme expliquées ci-dessus.

`-n`

L'option `-n` (pas d'opération) demande à `pg_resetxlog` d'afficher les valeurs reconstruites à partir de `pg_control` et les valeurs à modifier, puis quitte sans faire aucune modification. C'est principalement un outil de débogage, mais il peut être utilisé aussi comme outil de vérification avant d'autoriser `pg_resetxlog` à réaliser des modifications.

`-V, --version`

Affiche les informations de version, puis quitte.

`-?, --help`

Affiche l'aide, puis quitte.

Les options suivantes sont seulement nécessaires quand `pg_resetxlog` est incapable de déterminer les valeurs appropriées lors de la lecture de `pg_control`. Des valeurs sûres peuvent être déterminées comme décrit ci-dessous. Pour les valeurs prenant des arguments numériques, les valeurs hexadécimales peuvent être précisées en utilisant le préfixe `0x`.

`-c xid,xid`

Configure manuellement le plus ancien et le plus récent identifiant de transaction pour lesquels le temps de validation peut être retrouvé.

Une valeur sûre pour la plus ancienne transaction dont le temps de validation peut être retrouvé (première partie) peut être déterminée en recherchant le numéro de fichier le plus petit numériquement dans le sous-répertoire `pg_commit_ts` du répertoire principal des données. De la même manière, une valeur sûre pour l'identifiant de transaction le plus récent dont le temps de validation peut être retrouvé (deuxième partie) peut être déterminé en recherchant le nom de fichier le plus grand numériquement dans le même répertoire. Les noms de fichiers sont en hexadécimal.

`-e xid_epoch`

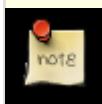
Configure manuellement l'epoch du prochain identifiant de transaction.

L'epoch de l'identifiant de transaction n'est pas enregistré actuellement dans la base de données, en dehors du champ configuré par **pg_resetxlog**, donc n'importe quelle valeur fonctionnera. Vous pourriez avoir besoin d'ajuster cette valeur pour assurer que les systèmes de réPLICATION comme Slony-I et Skytools fonctionnent correctement -- dans ce cas, une valeur appropriée est récupérable à partir de l'état de la base de données répliquée.

-l xlogfile

Configure manuellement l'adresse de démarrage du WAL.

L'adresse de démarrage du WAL devrait être plus grosse que le nom des segments WAL existant actuellement dans le sous-répertoire `pg_xlog` sous le répertoire principal de données. Ces noms sont aussi en hexadécimal et sont composés de trois parties. La première partie est l'`« identifiant de la ligne de temps »` et devrait être généralement identique. Par exemple, si `000000010000032000004A` est la plus grande entrée dans `largest entry in pg_xlog`, utilisez `-l 000000010000032000004B` ou plus haut.



Note

pg_resetxlog recherche lui-même les fichiers dans `pg_xlog` et choisit une configuration par défaut pour `-l` au-dessus du dernier nom de fichier existant. De ce fait, un ajustement manuel de `-l` est seulement nécessaire si vous connaissez des fichiers de segments WAL qui ne sont pas actuellement présents dans `pg_xlog`, comme les entrées d'une archive hors-ligne ou si le contenu de `pg_xlog` a été entièrement perdu.

-m mxid,mxid

Configure manuellement le plus ancien et le prochain identifiants de multitransaction.

Une valeur sûre pour le prochain identifiant de multitransaction (première partie) peut être déterminée en recherchant le nom de fichier le plus élevé numériquement dans le sous-répertoire `pg_multixact/offsets` du répertoire principal des données, en ajoutant 1, puis en multipliant par 65536 (0x10000). De la même façon, une valeur sûre pour l'identifiant de multitransaction le plus ancien (deuxième partie de `-m`) peut être déterminée en recherchant le nom de fichier le moins élevé numériquement dans le même répertoire et en multipliant par 65536. Les noms de fichier sont en hexadécimal, donc la façon la plus simple de le faire est de spécifier la valeur en option en hexadécimal et d'ajouter quatre zéros.

-o oid

Configure manuellement le prochain OID.

Il n'existe pas de façon simple de déterminer le prochain OID, celui qui se trouve après le numéro le plus élevé dans la base de données. Heureusement, ce n'est pas critique de configurer correctement ce paramètre.

-O mxoff

Configure manuellement le prochain décalage de multitransaction.

Une valeur sûre peut être déterminée en recherchant le nom de fichier le plus élevé numériquement dans le sous-répertoire `pg_multixact/members` du répertoire principal des données, en ajoutant 1, puis en multipliant par 52352 (0xCC80). Les noms de fichier sont en hexadécimal. Il n'existe pas de recette simple telle que celles fournies pour les autres options avec l'ajout de zéros.

-x xid

Configure manuellement la prochain identifiant de transaction.

Une valeur sûre peut être déterminée en recherchant le nom de fichier le plus élevé numériquement dans le sous-répertoire `pg_clog` du répertoire principal des données, en ajoutant 1, puis en multipliant par 1048576 (0x100000). Notez que les noms de fichier sont en hexadécimal. Il est généralement plus simple de spécifier la valeur de l'option en hexadécimal. Par exemple, si `0011` est l'entrée la plus élevée dans `pg_clog`, `-x 0x1200000` fonctionnera (cinq zéros à l'arrière fournissent le bon multiplicateur).

Notes

Cette commande ne doit pas être utilisée quand le serveur est en cours d'exécution. **pg_resetxlog** refusera de démarrer s'il trouve un fichier verrou du serveur dans le répertoire de données. Si le serveur s'est arrêté brutalement, un fichier verrou pourrait être toujours présent. Dans ce cas, vous pouvez supprimer le fichier verrou pour permettre l'exécution de **pg_resetxlog**. Mais avant de faire cela, assurez-vous qu'aucun processus serveur n'est toujours en cours d'exécution.

pg_resetxlog fonctionne seulement avec les serveurs de la même version majeure.

Voir aussi

`pg_controldata(1)`

Nom

`pg_rewind` — synchronise le répertoire des données de PostgreSQL™ avec un autre répertoire de données

Synopsis

```
pg_rewind [option...] { -D | --target-pgdata } directory { --source-pgdata=répertoire | -source-server=chaine_de_connexion }
```

Description

`pg_rewind` est un outil qui permet de synchroniser une instance PostgreSQL avec une copie de cette même instance, à postériori de la séparation des timelines. Le scénario classique consiste à réactiver un ancien serveur primaire, après une bascule, en tant que serveur secondaire répliqué depuis le nouveau serveur primaire.

Le résultat est le même que lorsqu'on remplace le répertoire de données cible avec celui de la source. Seuls les blocs modifiés des fichiers des relations déjà existants sont copiés, tous les autres fichiers sont copiés intégralement, fichiers de configurations compris. L'avantage de `pg_rewind` par rapport à la réalisation d'une nouvelle sauvegarde de base, ou l'utilisation d'un outil tel que `rsync`, est que `pg_rewind` n'a pas besoin de lire tous les blocs non modifiés des fichiers de l'ancienne instance. Cela rend l'opération éminemment plus rapide lorsqu'on est face à une volumétrie conséquente et qu'il y a peu de différences entre les deux instances.

`pg_rewind` inspecte l'historique de la timeline de l'instance source et de l'instance cible pour déterminer à quel moment a eu lieu la séparation, et s'attend à trouver tous les fichiers WAL jusqu'au moment de la bascule dans le répertoire `pg_xlog`. Le point de divergence peut être trouvé soit sur la ligne de temps cible, soit sur la ligne de temps source, soit sur leur ancêtre commun. Dans un scénario de bascule classique, où l'instance cible a été arrêtée peu après le changement, cela ne pose aucun problème. En revanche, si l'instance cible a travaillé un certain temps après le changement, les anciens fichiers WAL peuvent ne plus être présents dans le répertoire `pg_xlog`. Dans ce cas, ils peuvent être copiés à la main depuis les fichiers WAL archivés vers le répertoire `pg_xlog` ou récupérés au démarrage en configurant le fichier `recovery.conf`. L'utilisation de `pg_rewind` n'est pas limitée au failover : un serveur standby peut être promu, écrire quelques transactions, puis transformé de nouveau en standby avec cet outil.

Lorsque l'instance cible est démarrée pour la première fois après avoir utilisé `pg_rewind`, elle va se mettre en mode de restauration (`recovery`) et va rejouer tous les fichiers WAL générés par l'instance source depuis la bascule. Si certains fichiers WAL ne sont plus disponibles sur la source lorsque `pg_rewind` est en cours, ils ne peuvent donc plus être copiés par la session `pg_rewind`. Il est alors nécessaire de faire en sorte qu'ils puissent être disponibles lorsque le serveur cible sera démarré. Cela est possible en créant un fichier `recovery.conf` dans le répertoire principal cible des données, en utilisant le paramètre `restore_command` de manière appropriée.

`pg_rewind` nécessite que l'instance cible ait l'option `wal_log_hints` activée dans le fichier de configuration `postgresql.conf` ou que les sommets de contrôle sur les données aient été activés lorsque l'instance a été initialisée par la commande `initdb`. Aucune de ces options n'est active par défaut. Le paramètre `full_page_writes` doit lui aussi être activé. Il l'est par défaut.

Options

`pg_rewind` accepte les arguments suivants en ligne de commande :

-D *répertoire*, --target-pgdata=*répertoire*

Cette option définit le répertoire de données cible qui va être synchronisé avec le répertoire source. Cette option requiert que le serveur source ait été arrêté proprement.

--source-pgdata=*répertoire*

Cette option définit le répertoire de données source qui va être synchronisé avec le répertoire cible. Si cette option est utilisée, l'instance source doit être arrêtée proprement.

--source-server=*chaine de connexion*

Définit une chaîne de connexion libpq permettant d'accéder à l'instance PostgreSQL™ source de façon à pouvoir la synchroniser avec la cible. Cette option requiert l'utilisation d'une connexion standard avec un utilisateur disposant de l'attribut SUPERUSER. L'instance source doit être opérationnelle et ne doit pas être en mode de restauration (recovery).

-n, --dry-run

Réalise toutes les opérations sans modifier le répertoire cible.

-P, --progress

Permet d'activer les traces. Activer cette option vous fournira les informations au fil de l'eau sur l'avancée de la copie des données depuis l'instance source.

--debug

Affiche les détails de la sortie debug, ce qui est surtout utile aux développeurs qui corrigent pg_rewind.

-V, --version

Affiche les informations concernant la version, puis quitte.

-?, --help

Affiche l'aide, puis quitte.

Environnement

Lorsque l'option `--source-server` est utilisée, pg_rewind utilise aussi les variables d'environnement supportées par la bibliothèque libpq (voir Section 32.14, « Variables d'environnement »).

Notes

Fonctionnement

L'idée de base est de copier toutes les modifications de fichiers au niveau système de fichiers de l'instance source vers l'instance cible :

1. Parcourir les journaux de transactions de l'instance cible, en commençant du dernier checkpoint avant le moment où l'historique de timeline de l'instance source a dévié de celle de l'instance cible. Pour chaque enregistrement dans les journaux de transactions, enregistrer chaque bloc de données modifié. Ceci a pour résultat une liste de tous les blocs de données modifiés dans l'instance cible, après la séparation avec l'instance source.
2. Copier tous les blocs modifiés de l'instance source vers l'instance cible, soit en utilisant un accès direct au système de fichiers (`--source-pgdata`) soit en SQL (`--source-server`).
3. Copier tous les autres fichiers, tels que `pg_clog` et les fichiers de configuration de l'instance source vers l'instance cible (sauf les fichiers des relations).
4. Appliquer les enregistrements des journaux de transactions provenant de l'instance source, en commençant à partir du checkpoint créé au moment du failover. (En fait, pg_rewind n'applique pas les journaux de transactions. Il crée simplement un fichier `backup_label` qui fera en sorte que PostgreSQL™ démarre en rejouant les enregistrements des journaux de transactions à partir de ce checkpoint.)

Nom

`pg_test_fsync` — déterminer la configuration de `wal_sync_method` la plus rapide pour PostgreSQL™

Synopsis

`pg_test_fsync [option...]`

Description

`pg_test_fsync` a pour but de donner une idée raisonnable de la configuration la plus rapide de `wal_sync_method` sur votre système spécifique, ainsi que de fournir des informations de diagnostiques dans le cas où un problème d'entrées/sorties est identifié. Néanmoins, les différences montrées par `pg_test_fsync` pourraient ne pas faire de grosses différences sur une utilisation réelle de la base de données, tout spécialement quand de nombreux serveurs de bases de données ne sont pas limitées en performance par les journaux de transactions. `pg_test_fsync` rapporte la durée moyenne d'opération d'une synchronisation de fichiers en microsecondes pour chaque configuration possible de `wal_sync_method`, qui peut aussi être utilisé pour informer des efforts à optimiser la valeur de `commit_delay`.

Options

`pg_test_fsync` accepte les options suivantes en ligne de commande :

`-f, --filename`

Spécifie le nom du fichier où écrire les données de tests. Ce fichier doit être dans le même système de fichiers que le répertoire `pg_xlog`. (`pg_xlog` contient les fichiers WAL.) La valeur par défaut est de placer `pg_test_fsync.out` dans le répertoire courant.

`-s, --secs-per-test`

Indique le nombre de secondes de chaque test. Plus la durée est importante, et plus la précision du test est importante, mais plus cela prendra du temps. La valeur par défaut est de cinq secondes, ce qui permet au programme de terminer en moins de deux minutes.

`-v, --version`

Affiche la version de `pg_test_fsync`, puis quitte.

`-?, --help`

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de `pg_test_fsync`, puis quitte.

Voir aussi

`postgres(1)`

Nom

pg_test_timing — mesure de l'impact du chronométrage

Synopsis

```
pg_test_timing [option...]
```

Description

pg_test_timing est un outil qui mesure l'impact du chronométrage sur votre système et confirme que l'horloge système ne prend jamais de retard. Les systèmes qui sont lents pour collecter des données chronométrées peuvent donner des résultats moins précis pour la commande **EXPLAIN ANALYSE**.

Options

pg_test_timing accepte les options de ligne de commande suivantes :

-d durée, --duration=durée

Indique la durée du test, en secondes. Des durées plus longues ont une précision bien meilleure, et ont plus de chances de détecter des problèmes avec les horloges systèmes qui prennent du retard. La durée par défaut du test est de 3 secondes.

-V, --version

Affiche la version de pg_test_timing puis termine.

-?, --help

Affiche l'aide concernant les arguments de la commande pg_test_timing, puis termine.

Utilisation

Interprétation des résultats

De bons résultats montreront que la plupart (>90%) des appels individuels de chronométrage prendront moins d'une microseconde. La moyenne de l'impact par boucle sera même plus basse, sous 100 nanosecondes. L'exemple ci-dessous tiré d'un système Intel i7-860 utilisant une source d'horloge TSC montre d'excellentes performances :

```
Testing timing overhead for 3 seconds.
Per loop time including overhead: 35.96 nsec
Histogram of timing durations:
< usec    % of total      count
  1        96.40465    80435604
  2         3.59518    2999652
  4         0.00015       126
  8         0.00002       13
 16         0.00000        2
```

Notez que différentes unités sont utilisées pour le temps par boucle et les temps figurant dans l'histogramme. La boucle peut avoir une résolution de quelques nanosecondes (nsec), alors que les appels individuels de chronométrage peuvent seulement descendre jusqu'à une microseconde (usec).

Mesure de l'impact du chronométrage sur l'exécuteur

Lorsque l'exécuteur de requêtes exécute une instruction **EXPLAIN ANALYSE**, les opérations individuelles sont également chronométrées comme affiché par la sortie de la commande. L'impact supplémentaire de votre système peut être vérifié en comptant les lignes avec l'application psql :

```
CREATE TABLE t AS SELECT * FROM generate_series(1,100000);
\timing
SELECT COUNT(*) FROM t;
EXPLAIN ANALYZE SELECT COUNT(*) FROM t;
```

Le système i7-860 mesuré effectue la requête de comptage en 9,8 ms alors que la commande **EXPLAIN ANALYSE** prend 16,6 ms, chaque version traitant 100 000 lignes. Cette différence de 6,8 ms signifie que l'incidence du chronométrage par ligne est de

68 ns, à peu près le double de l'estimation de pg_test_timing. Même cette relative petite incidence fait que l'instruction complète prend presque 70% de temps en plus. Sur des requêtes plus substantielles, l'impact du chronométrage serait moins problématique.

Modification de la source du chronométrage

Sur certains systèmes Linux récents, il est possible de modifier l'horloge source utilisée pour collecter les données chronométrées à n'importe quel moment. Un second exemple montre le ralentissement possible d'un passage à l'horloge plus lente acpi_pm, sur le même système utilisé pour les résultats rapides ci-dessus :

```
# cat /sys/devices/system/clocksource/clocksource0/available_clocksource
tsc hpet acpi_pm
# echo acpi_pm > /sys/devices/system/clocksource/clocksource0/current_clocksource
# pg_test_timing
Per loop time including overhead: 722.92 nsec
Histogram of timing durations:
< usec % of total count
  1    27.84870    1155682
  2    72.05956    2990371
  4     0.07810      3241
  8     0.01357       563
 16     0.00007        3
```

Dans cette configuration, la même commande **EXPLAIN ANALYSE** que ci-dessus prend 115,9 ms. Soit un impact de 1061 nsec du chronométrage, à nouveau un petit multiple de ce qui est mesuré directement par cet utilitaire. Autant d'impact du chronométrage signifie que la requête actuelle elle-même prend une petite fraction du temps constaté, la plupart de celui-ci étant consommé par l'impact du chronométrage. Dans cette configuration, tous les totaux de la commande **EXPLAIN ANALYSE** entraînant beaucoup d'opérations chronométrées seront significativement augmentés par cet impact du chronomètre.

FreeBSD permet également de modifier à la volée la source du chronométrage, et il trace au démarrage l'information concernant l'horloge sélectionnée :

```
# dmesg | grep "Timecounter"
Timecounter "ACPI-fast" frequency 3579545 Hz quality 900
Timecounter "i8254" frequency 1193182 Hz quality 0
Timecounters tick every 10.000 msec
Timecounter "TSC" frequency 2531787134 Hz quality 800
# sysctl kern.timecounter.hardware=TSC
kern.timecounter.hardware: ACPI-fast -> TSC
```

D'autres systèmes peuvent n'autoriser la modification de la source du chronométrage qu'au démarrage. Sur les plus vieux systèmes Linux, le paramètre noyau « clock » est la seule manière d'effectuer ce type de modification. Et même sur certains systèmes plus récents, la seule option disponible pour une source d'horloge est « jiffies ». Jiffies est la plus vieille implémentation Linux d'horloge logicielle, qui peut avoir une bonne résolution lorsqu'elle s'appuie sur une horloge matérielle suffisamment rapide, comme dans cet exemple :

```
$ cat /sys/devices/system/clocksource/clocksource0/available_clocksource
jiffies
$ dmesg | grep time.c
time.c: Using 3.579545 MHz WALL PM GTOD PIT/TSC timer.
time.c: Detected 2400.153 MHz processor.
$ pg_test_timing
Testing timing overhead for 3 seconds.
Per timing duration including loop overhead: 97.75 ns
Histogram of timing durations:
< usec % of total count
  1    90.23734    27694571
  2     9.75277    2993204
  4     0.00981      3010
  8     0.00007       22
 16     0.00000        1
 32     0.00000        1
```

Horloge matérielle et exactitude du chronométrage

Collectionner des données chronométrées précises est normalement effectué sur des ordinateurs en utilisant des horloges matérielles ayant différents niveaux de précision. Avec certains matériaux, le système d'exploitation peut transmettre le temps de

l'horloge système presque directement aux programmes. Une horloge système peut aussi provenir d'une puce qui fournit simplement des interruptions périodiques, des tic-tac à intervalles réguliers. Dans les deux cas, le noyau des systèmes d'exploitation fournit une source d'horloge qui masque ces détails. Mais la précision de cette source d'horloge et la vitesse à laquelle elle peut renvoyer des résultats est fonction du matériel sous-jacent.

Une gestion du temps inexacte peut entraîner une instabilité du système. Testez tous les changements de source d'horloge avec soin. Les réglages par défaut des systèmes d'exploitation sont parfois effectués pour favoriser la fiabilité sur la précision. Et si vous utilisez une machine virtuelle, examinez les sources d'horloge compatibles recommandées avec elle. Le matériel virtuel fait face à des difficultés additionnelles pour émuler des horloges, et il existe souvent des réglages par système d'exploitation suggérés par les vendeurs.

La source d'horloge Time Stamp Counter (TSC) est la plus précise disponible sur la génération actuelle de CPU. C'est la manière préférentielle pour suivre le temps système lorsqu'elle est supportée par le système d'exploitation et que l'horloge TSC est fiable. Il existe plusieurs sources possibles pour qu'une horloge TSC échoue à fournir une source de temps précise, la rendant non fiable. Les plus vieux systèmes peuvent avoir une horloge TSC qui varie en fonction de la température du CPU, la rendant inutilisable pour le chronométrage. Essayer d'utiliser une horloge TSC sur certains vieux CPU multi-coeurs peut renvoyer des temps qui sont incohérents entre les multiples coeurs. Ceci peut résulter en des temps qui reculent, un problème que ce programme vérifie. Et même des systèmes plus récents peuvent échouer à fournir des chronométrages TSC précis avec des configurations très agressives en matière d'économie d'énergie.

Les systèmes d'exploitation plus récents peuvent vérifier ces problèmes connus avec l'horloge TSC et basculer vers une source plus lente, plus stable lorsqu'elles sont vues. Si votre système supporte le temps TSC mais ne l'utilise pas par défaut, c'est qu'il peut être désactivé pour une bonne raison. Et certains systèmes d'exploitation peuvent ne pas détecter correctement tous les problèmes possibles, ou autoriseront l'utilisation de l'horloge TSC y compris dans des situations où il est reconnu qu'elle n'est pas fiable.

La source High Precision Event Timer (HPET) est l'horloge préférée sur les systèmes où elle est disponible et que TSC n'est pas fiable. La puce horloge elle-même est programmable pour permettre une résolution allant jusqu'à 100 nanosecondes, mais vous pouvez ne pas constater autant de précision avec votre horloge système.

L'Advanced Configuration and Power Interface (ACPI) fournit un Power Timer (PIT), le real-time clock (RTC), l'horloge Advanced Programmable Interrupt Controller (APIC), et l'horloge Cyclone. Ces chronomètres visent une résolution de l'ordre de la milliseconde.

Voir aussi

EXPLAIN(7)

Nom

`pg_upgrade` — met à jour une instance du serveur PostgreSQL™

Synopsis

```
pg_upgrade -b ancien_repertoire_executables -B nouveau_repertoire_executables -d ancien_repertoire_donnees -D nouveau_repertoire_donnees [option...]
```

Description

`pg_upgrade` (antérieurement connu sous le nom `pg_migrator`) permet de mettre à jour les fichiers de données vers une version plus récente de PostgreSQL™ sans la sauvegarde et le rechargement de données typiquement requis pour les mises à jour d'une version majeure vers une autre, par exemple d'une version 8.4.7 à la version majeure courante de PostgreSQL™. Il n'est pas nécessaire pour les mises à jour mineures, par exemple de la version 9.0.1 à la version 9.0.4.

Les sorties de version majeures de PostgreSQL ajoutent régulièrement de nouvelles fonctionnalités qui changent souvent la structure des tables système, mais le format interne des données stockées change rarement. `pg_upgrade` utilise ce fait pour effectuer des mises à jour rapides en créant de nouvelles tables systèmes et en réutilisant les anciens fichiers de données. Si jamais une future version majeure devait modifier le format d'enregistrement des données de telle sorte que l'ancien format des données soit illisible, `pg_upgrade` ne pourrait pas être utilisé pour ces mises à jour. (La communauté essaiera d'éviter de telles situations.)

`pg_upgrade` fait de son mieux pour être sûr que la nouvelle et l'ancienne instances soient compatibles au niveau binaire, par exemple en vérifiant que les options de compilation sont compatibles, y compris le format 32/64 bits des binaires. Il est également important que les modules externes soient aussi compatibles au plan binaire, bien que ceci ne puisse être vérifié par `pg_upgrade`.

`pg_upgrade` supporte les mises à jour à partir de la version 8.4.X et suivantes jusqu'à la version majeure courante de PostgreSQL™, y compris les images et sorties alpha.

Options

`pg_upgrade` accepte les arguments de ligne de commande suivants :

- b *repertoire_executables*, --old-bindir=*repertoire_executables*
l'ancien répertoire des exécutables PostgreSQL ; variable d'environnement PGBINOLD
- B *repertoire_executables*, --new-bindir=*repertoire_executables*
le nouveau répertoire des exécutables PostgreSQL ; variable d'environnement PGBINNEW
- c, --check
uniquement la vérification des instances, ne modifie aucune donnée
- d *repertoire_donnees*, --old-datadir=*repertoire_donnees*
répertoire de données de l'ancienne instance ; variable d'environnement PGDATAOLD
- D *repertoire_donnees*, --new-datadir=*repertoire_donnees*
répertoire de données de la nouvelle instance ; variable d'environnement PGDATANEW
- j, --jobs
nombres de processus ou threads simultanés à utiliser
- k, --link
utiliser des liens physiques au lieu de copier les fichiers vers la nouvelle instance
- o *options*, --old-options *options*
options à passer directement à l'ancienne commande **postgres** ; les invocations multiples de cette option sont cumulées
- O *options*, --new-options *options*
options à passer directement à la nouvelle commande **postgres** ; les invocations multiples de cette commande sont cumulées
- p *port*, --old-port=*port*
le numéro de port de l'ancienne instance ; variable d'environnement PGPORTOLD
- P *port*, --new-port=*port*
le numéro de port de la nouvelle instance ; variable d'environnement PGPORTNEW

```
-r, --retain
    conserver les fichiers SQL et de traces y compris après avoir terminé avec succès

-U username, --username=username
    nom d'utilisateur de l'instance d'installation ; variable d'environnement PGUSER

-v, --verbose
    activer la trace interne verbeuse

-V, --version
    afficher les informations de version, puis quitter

-?, --help
    afficher l'aide, puis quitter
```

Usage

Ci-dessous les étapes pour effectuer une mise à jour avec pg_upgrade :

1. Si nécessaire, déplacez l'ancienne instance

Si vous utilisez un répertoire d'installation spécifique par version, exemple /opt/PostgreSQL/9.1, vous n'avez pas besoin de déplacer l'ancienne instance. Les installateurs graphiques utilisent tous des répertoires d'installation spécifiques par version.

Si votre répertoire d'installation n'est pas spécifique par version, par exemple /usr/local/pgsql, il est nécessaire de déplacer le répertoire d'installation courant de PostgreSQL de telle manière à ce qu'il n'interfère pas avec la nouvelle installation de PostgreSQL™. Une fois que le serveur courant PostgreSQL™ est éteint, il est sans danger de renommer le répertoire d'installation de PostgreSQL ; en supposant que l'ancien répertoire est /usr/local/pgsql, vous pouvez faire :

```
mv /usr/local/pgsql /usr/local/pgsql.old
```

pour renommer le répertoire.

2. Pour les installations à partir des sources, construisez la nouvelle version

Construisez la nouvelle version de PostgreSQL à partir des sources avec des options de **configure** qui sont compatibles avec l'ancienne instance. pg_upgrade utilisera **pg_controldata** pour s'assurer que l'ensemble des configurations sont compatibles avant de commencer la mise à jour.

3. Installez les nouveaux binaires PostgreSQL

Installez les binaires du nouveau serveur et les fichiers associés. Par défaut, pg_upgrade est inclus dans une installation.

Pour les installations à partir des sources, si vous souhaitez installer le nouveau serveur dans un répertoire personnalisé, utilisez la variable **prefix** :

```
make prefix=/usr/local/pgsql.new install
```

4. Initialisez la nouvelle instance PostgreSQL

Initialisez la nouvelle instance en utilisant la commande **initdb**. À nouveau, utilisez des options de la commande **initdb** compatibles avec l'ancienne instance. Beaucoup d'installateurs pré-construits effectuent cette étape automatiquement. Il n'est pas nécessaire de démarrer la nouvelle instance.

5. Installez les fichiers objets partagés personnalisés

Installez l'ensemble des fichiers objets partagés personnalisés (ou DLL) utilisés par l'ancienne instance dans la nouvelle instance, par exemple pgcrypto.so, qu'ils soient tirés de contrib ou d'autres sources. N'installez pas les définitions des schémas, par exemple **CREATE EXTENSION pgcrypto**, car ceux-ci seront mis à jour à partir de l'ancienne instance. Aussi, tous les fichiers de recherche plein texte personnalisés (dictionnaires, synonymes, thésaurus, termes courants) doivent être copiés vers la nouvelle instance.

6. Ajuster l'authentification

pg_upgrade se connectera à l'ancien et au nouveau serveur plusieurs fois, aussi vous pourriez avoir besoin de positionner l'authentification sur **peer** ou d'utiliser un fichier **~/.pgpass** (voir Section 32.15, « Fichier de mots de passe »).

7. Arrêtez les deux serveurs

Assurez vous que les deux serveurs sont arrêtés en utilisant, sur Unix par exemple :

```
pg_ctl -D /opt/PostgreSQL/8.4 stop
pg_ctl -D /opt/PostgreSQL/9.0 stop
```

ou sur Windows, en utilisant les noms de services corrects :

```
NET STOP postgresql-8.4
NET STOP postgresql-9.0
```

Les serveurs standby par réPLICATION en flux et par copie des journaux peuvent rester en fonctionnement jusqu'à une étape ultérieure.

8. Préparez la mise à jour d'un serveur standby

Si vous mettez à jour des serveurs standbys (comme indiqué dans la section Étape 10), vérifiez que les anciens serveurs standby sont à jour en utilisant pg_controldata sur l'ancien serveur primaire et l'ancien serveur standby. Vérifiez que les valeurs « Latest checkpoint location » sont identiques sur tous les serveurs. (Il y aura une différence si les anciens serveurs standbys ont été arrêtés avant l'ancien serveur primaire.)

De plus, en cas de mise à jour des serveurs standbys, modifiez le paramètre wal_level dans le fichier postgresql.conf sur la nouvelle instance maître pour que sa valeur corresponde à celle utilisée sur l'ancienne instance.

9. Lancez pg_upgrade

Lancez toujours le binaire pg_upgrade du nouveau serveur, pas celui de l'ancien. pg_upgrade exige la spécification des anciens et des nouveaux répertoires de données et des exécutables (bin). Vous pouvez aussi indiquer des valeurs pour les utilisateurs et les ports, et si vous voulez que les données soient liées plutôt que copiées (par défaut ce dernier).

Si vous utilisez le mode lien, la mise à jour sera beaucoup plus rapide (pas de copie de fichiers) et utilisera moins d'espace disque, mais vous ne serez plus en mesure d'accéder à votre ancienne instance une fois que la nouvelle instance sera démarrée après la mise à jour. Le mode lien exige également que le répertoire de données de l'ancienne et de la nouvelle instance soient dans le même système de fichiers. (Les tablespaces et pg_xlog peuvent être sur des systèmes de fichiers différents.) Voir pg_upgrade --help pour une liste complète des options.

L'option --jobs permet l'utilisation de plusieurs coeurs CPU pour copier ou lier des fichiers, et pour sauvegarder et recharger les schémas des bases de données en parallèle ; un bon chiffre pour commencer est le maximum du nombre de coeurs CPU et des tablespaces. Cette option peut réduire dramatiquement le temps pour mettre à jour un serveur avec plusieurs bases de données s'exécutant sur une machine multiprocesseur.

Pour les utilisateurs Windows, vous devez être connecté avec un compte administrateur, et lancer un shell sous l'utilisateur postgres en positionnant le chemin correct :

```
RUNAS /USER:postgres "CMD.EXE"
SET PATH=%PATH%;C:\Program Files\PostgreSQL\9.0\bin;
```

puis lancez pg_upgrade avec les répertoires entre guillemets, par exemple :

```
pg_upgrade.exe
--old-datadir "C:/Program Files/PostgreSQL/8.4/data"
--new-datadir "C:/Program Files/PostgreSQL/9.0/data"
--old-bindir "C:/Program Files/PostgreSQL/8.4/bin"
--new-bindir "C:/Program Files/PostgreSQL/9.0/bin"
```

Une fois démarré, pg_upgrade vérifiera que les deux instances sont compatibles avant d'effectuer la mise à jour. Vous pouvez utiliser pg_upgrade --check pour effectuer uniquement la vérification, y compris si l'ancien serveur est actuellement en fonctionnement. pg_upgrade --check mettra également en évidence les ajustements manuels nécessaires que vous aurez besoin de faire après la mise à jour. Si vous désirez utiliser le mode lien, vous devriez indiquer l'option --link avec l'option --check pour activer les vérifications spécifiques au mode lien. pg_upgrade doit avoir le droit d'écrire dans le répertoire courant.

Évidemment, personne ne doit accéder aux instances pendant la mise à jour. pg_upgrade lance par défaut les serveurs sur le port 50432 pour éviter les connexions non désirées de clients. Vous pouvez utiliser le même numéro de port pour les deux instances lors d'une mise à jour car l'ancienne et la nouvelle instance ne fonctionneront pas en même temps. Cependant, lors de la vérification d'un ancien serveur en fonctionnement, l'ancien et le nouveau numéros de port doivent être différents.

Si une erreur survient lors de la restauration du schéma de la base de données, **pg_upgrade** quittera et vous devrez revenir à l'ancienne instance comme décrit ci-dessous (Étape 16). Pour réessayer **pg_upgrade**, vous aurez besoin de modifier l'ancienne instance de telle manière que la restauration du schéma par pg_upgrade réussisse. Si le problème est un module contrib, vous pourriez avoir besoin de désinstaller le module contrib de l'ancienne instance et le réinstaller dans la nouvelle instance après la mise à jour, en supposant que le module n'est pas utilisé pour stocker des données utilisateur.

10. Mettez à jour les serveurs standby par réPLICATION en flux et copie de journaux

Si vous avez des serveurs standby par réPLICATION continue (voir Section 26.2.5, « Streaming Replication ») ou par copie des journaux de transactions (voir Section 26.2, « Serveurs de Standby par transfert de journaux »), suivez les étapes ci-dessous pour les mettre à jour. Vous ne lancerez pas pg_upgrade sur les serveurs standby, mais plutôt rsync. Ne démarrez encore aucun serveurs.

a. Installez les nouveaux binaires PostgreSQL sur les serveurs standy

Assurez-vous que les nouveaux binaires et fichiers de support sont installés sur tous les serveurs standby.

b. Assurez vous que les nouveaux répertoires de données sur les serveurs standby n'existent pas

Assurez vous que les nouveaux répertoires de données sur les serveurs standby n'existent pas ou sont vides. Si initdb a été lancé, détruisez les répertoires de données des serveurs standby.

c. Installez les fichiers objets partagés personnalisés

Installez les mêmes fichiers objets partagés personnalisés sur les nouveaux serveurs standby que vous avez installé sur la nouvelle instance maître.

d. Arrêtez les serveurs standby

Si les serveurs standby sont encore lancés, arrêtez les maintenant en utilisant les instructions ci-dessus.

e. Sauvegardez les fichiers de configuration

Sauvegardez tous les fichiers de configuration des serveurs standby que vous avez besoin de conserver, par exemple postgresql.conf, recovery.conf, dans la mesure où ceux-ci seront réécrits ou supprimés dans l'étape suivante.

f. Lancez rsync

À partir d'un répertoire qui est au-dessus du répertoire de l'ancienne et de la nouvelle instances, lancez ceci pour chaque esclave :

```
rsync --archive --delete --hard-links --size-only ancien_pgdata nouveau_pgdata
repertoire_distant
```

où ancien_pgdata et nouveau_pgdata sont relatifs au répertoire courant, et repertoire_distant est *au-dessus* des ancien et nouveau répertoires des instances sur le serveur standby. Les anciens et nouveaux chemins relatifs doivent correspondre sur le serveur maître et le serveur standby. Consultez les pages du manuel de rsync pour des détails sur la manière de spécifier le répertoire distant, par exemple hotestandby: /opt/PostgreSQL. rsync sera rapide lorsque l'option --link de pg_upgrade est utilisée car il créera des liens physiques sur le serveur distant plutôt que de transférer les données utilisateur. Malheureusement, rsync copie les fichiers associés aux tables temporaires et aux tables non journalisées alors que ce n'est pas utile.

Si vous avez des tablespaces, vous aurez besoin de lancer une commande rsync similaire pour chaque répertoire de tablespace. Si vous avez déplacé pg_xlog en dehors des répertoires de données, rsync doit être lancé aussi sur ces répertoires.

g. Configurez les serveurs standby par réPLICATION en flux et par copie de fichiers

Configurez les serveurs pour les copies des fichiers de transactions. (Vous n'avez pas besoin d'exécuter les fonctions pg_start_backup() et pg_stop_backup() ou effectuer une sauvegarde des fichiers car les esclaves sont toujours synchronisés avec le maître.)

11. Restaurez pg_hba.conf

Si vous avez modifié pg_hba.conf, restaurez cette configuration d'origine. Il peut être aussi nécessaire d'ajuster d'autres fichiers de configuration dans la nouvelle instance pour correspondre à l'ancienne instance, par exemple postgresql.conf.

12. Démarrez le nouveau serveur

Le nouveau serveur peut maintenant être démarré en toute sécurité, puis les autres serveurs standby synchronisés avec rsync.

13. Traitements après mise à jour

Si des traitements après mise à jour sont nécessaires, pg_upgrade affichera des avertissements lors de son travail. Il générera également des scripts qui devront être lancés par l'administrateur. Les scripts se connecteront à chaque base de données qui ont besoin de traitements après mise à jour. Chaque script devrait être lancé comme suit :

```
psql --username postgres --file script.sql postgres
```

Les scripts peuvent être lancés dans n'importe quel ordre et détruits une fois terminés.



Attention

Généralement, il n'est pas sûr d'accéder des tables référencées dans les scripts de reconstruction avant la fin de leurs traitements ; le faire pourrait entraîner des résultats incorrects ou de médiocres performances. Les tables non référencées dans les scripts de reconstruction peuvent être accédées immédiatement.

14. Statistiques

Parce que les statistiques de l'optimiseur ne sont pas transférées par **pg_upgrade**, vous serez invités à lancer une commande pour regénérer les statistiques à la fin de la mise à jour. Vous pourriez avoir besoin de positionner les paramètres de connexion pour qu'ils correspondent à votre nouvelle instance.

15. Détruire les anciennes instances

Une fois que vous êtes satisfait de la mise à jour, vous pouvez détruire les répertoires de données des anciennes instances en lançant le script indiqué par **pg_upgrade** à la fin de son traitement. (La destruction automatique n'est pas possible si vous avez défini des tablespaces personnalisés dans l'ancien répertoire de données.) Vous pouvez également supprimer les anciens répertoires d'installation (par exemple bin, share).

16. Revenir à l'ancienne instance

Si, après avoir lancé **pg_upgrade**, vous désirez revenir à l'ancienne instance, il y a plusieurs options :

- Si vous avez lancé **pg_upgrade** avec l'option **--check**, aucune modification n'a été faite à l'ancienne instance et vous pouvez la réutiliser à tout moment.
- Si vous avez lancé **pg_upgrade** avec l'option **--link**, les fichiers de données sont partagés par l'ancienne et la nouvelle instances. Si vous avez démarré la nouvelle instance, le nouveau serveur a écrit dans ces fichiers partagés et il n'est pas sain d'utiliser l'ancienne instance.
- Si vous avez lancé **pg_upgrade sans** l'option **--link** ou n'avez pas encore démarré le nouveau serveur, l'ancienne instance n'a pas été modifiée excepté, si la liaison a commencé, un suffixe .old a été ajouté à \$PGDATA/global/pg_control. Pour réutiliser l'ancienne instance, supprimez l'éventuel suffixe .old du fichier \$PGDATA/global/pg_control ; vous pouvez alors redémarrer l'ancienne instance.

Notes

pg_upgrade ne supporte pas la mise à jour des bases de données contenant des types de données reg* suivant référençant des OID : regproc, regprocedure, regoper, regoperator, regconfig et regdictionary. Par contre, une donnée de type regtype peut être mis à jour.

Tous les échecs, reconstructions et réindexations seront reportés par pg_upgrade s'ils affectent votre installation ; les scripts d'après mise à jour pour reconstruire les tables et index seront générés automatiquement. Si vous essayez d'automatiser la mise à jour de plusieurs instances, vous devriez constater que les instances avec des schémas de bases de données identiques ont besoin des mêmes étapes après mise à jour ; car les étapes après mise à jour sont basées sur les schémas des bases de données, et pas sur les données utilisateurs.

Pour les déploiements de tests, créez uniquement une copie du schéma de l'ancienne instance, insérez des données de tests, et faites la mise à jour.

Si vous effectuez la mise à jour d'une instance PostgreSQL™ avant la version 9.2 qui utilise un répertoire contenant uniquement

un fichier de configuration, vous devez indiquer l'emplacement réel du répertoire de données à pg_upgrade, et indiquer l'emplacement du répertoire de configuration du serveur, exemple -d /repertoire_donnees_reel -o '-D /repertoire_configuration'.

Si vous utilisez un ancien serveur avec une version antérieure à la 9.1 qui utilise un répertoire de socket unix qui n'est pas celui par défaut ou un emplacement par défaut qui est différent de celui de la nouvelle instance, positionnez PGHOST pour qu'il pointe sur la socket de l'ancien serveur. (Ceci n'est pas applicable sous Windows.)

Si vous souhaitez utiliser le mode lien et ne voulez pas que votre ancienne instance ne soit modifiée lorsque la nouvelle instance est démarré, faites une copie de l'ancienne instance et faites la mise à jour à partir de cette copie. Pour faire une copie valide de l'ancienne instance, utilisez **rsync** pour effectuer une copie grossière de l'ancienne instance lancée, puis arrêtez l'ancien serveur et lancez **rsync --checksum** à nouveau pour mettre à jour la copie dans un état cohérent avec tous les changements. (L'option --checksum est nécessaire car **rsync** n'a une granularité sur les dates de modification de fichiers que d'une seconde.) Vous pourriez souhaiter exclure certains fichiers, par exemple postmaster.pid, comme documenté à Section 25.3.3, « Effectuer une sauvegarde de base avec l'API bas niveau ». Si votre système de fichiers supporte les images de système de fichiers ou la fonctionnalité Copy-On-Write, vous pouvez utiliser ces fonctionnalités pour faire une sauvegarde de l'ancienne instance et des tablespaces, bien que l'image et les copies doivent être créées simultanément ou lorsque le serveur de bases de données est éteint.

Voir aussi

[initdb\(1\)](#), [pg_ctl\(1\)](#), [pg_dump\(1\)](#), [postgres\(1\)](#)

Nom

`pg_xlogdump` — affiche une version lisible du contenu des fichiers WAL (journaux de transactions) d'une instance PostgreSQL™

Synopsis

```
pg_xlogdump [option...] [startseg [endseg] ]
```

Description

`pg_xlogdump` affiche une version lisible des journaux de transaction (appelés aussi fichiers WAL), ce qui peut être très utile pour le debugging ou l'apprentissage.

Cet utilitaire peut seulement être lancé par l'utilisateur qui a installé l'instance car il nécessite un accès en lecture seule sur le répertoire principale des données.

Options

Les options suivantes de la ligne de commande vérifient l'emplacement et le format de la sortie :

startseg

On commence à lire au niveau du segment de journal spécifié. Implicitement, cela détermine le chemin dans lequel les fichiers vont être cherchés et la timeline à utiliser.

endseg

On arrête de lire au niveau du segment de journal spécifié.

`-b, --bkp-details`

Permet de renvoyer des informations détaillées sur les blocs de sauvegarde.

`-e end, --end=end`

Arrête la lecture à une position dans le journal spécifié, au lieu de lire jusqu'à la fin du flux.

`-f, --follow`

Après avoir atteint la fin d'un fichier WAL valide, la commande vérifie toutes les secondes si un nouveau fichier WAL est apparu.

`-n limite, --limit=limite`

Affiche seulement le nombre spécifié d'enregistrements, puis s'arrête.

`-p chemin, --path=chemin`

Indique un répertoire où recherche les segments de journaux de transactions ou un répertoire contenant un sous-répertoire `pg_xlog` qui contient ces fichiers. Par défaut, l'outil recherche dans le répertoire courant, dans le sous-répertoire `pg_xlog` du répertoire courant et dans le sous-répertoire `pg_xlog` du répertoire ciblé par PGDATA.

`-r rmgr, --rmgr=rmgr`

N'affiche que les enregistrements générés par le gestionnaire de ressources spécifié. Si `list` est positionné comme un nom, alors cela affiche la liste des gestionnaires valides, puis quitte.

`-s début, --start=début`

Position dans le journal où l'on commence à lire. Par défaut, la lecture commence au premier enregistrement valide trouvé dans le fichier le plus ancien trouvé.

`-t timeline, --timeline=timeline`

La timeline des journaux depuis laquelle on lit les enregistrements. Le comportement par défaut prendra la valeur trouvée dans `startseg`, s'il est spécifié, sinon la valeur par défaut sera 1.

`-V, --version`

Affiche la version de `pg_xlogdump`, puis quitte.

`-x xid, --xid=xid`

N'affiche que les enregistrements balisés avec l'identifiant de transaction donné.

`-z, --stats[=enregistrement]`

Affiche un résumé des statistiques (nombre, taille des enregistrements et bloc complet) au lieu des enregistrements individuels. En option, il peut générer les statistiques par enregistrement plutôt que par gestionnaire de ressources.

-?, --help

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de pg_xlogdump puis quitte.

Notes

Les résultats peuvent être erronés lorsque le serveur est démarré.

Seule la timeline spécifiée est affichée (ou celle par défaut s'il n'y en a pas de spécifiée). Les enregistrements des autres timelines sont ignorés.

pg_xlogdump ne peut pas lire les fichiers suffixés par `.partial`. Si ces fichiers ont tout de même besoin d'être lus, le suffixe `.partial` doit être retiré du nom du fichier.

Voir aussi

Section 30.5, « Vue interne des journaux de transaction »

Nom

postgres — Serveur de bases de données PostgreSQL™

Synopsis

postgres [*option...*]

Description

postgres est le serveur de bases de données PostgreSQL™. Pour qu'une application cliente puisse accéder à une base de données, elle se connecte (soit via le réseau soit localement) à un processus **postgres** en cours d'exécution. L'instance **postgres** démarre ensuite un processus serveur séparé pour gérer la connexion.

Une instance **postgres** gère toujours les données d'un seul cluster. Un cluster est un ensemble de bases de données stocké à un même emplacement dans le système de fichiers (le « répertoire des données »). Plus d'un processus **postgres** peut être en cours d'exécution sur un système à un moment donné, s'ils utilisent des répertoires différents et des ports de communication différents (voir ci-dessous). Quand **postgres** se lance, il a besoin de connaître l'emplacement du répertoire des données. Cet emplacement doit être indiquée par l'option **-D** ou par la variable d'environnement PGDATA ; il n'y a pas de valeur par défaut. Typiquement, **-D** ou PGDATA pointe directement vers le répertoire des données créé par initdb(1). D'autres dispositions de fichiers possibles sont discutés dans Section 19.2, « Emplacement des fichiers ». Un répertoire de données est créé avec initdb(1).

Par défaut, **postgres** s'exécute en avant-plan et affiche ses messages dans le flux standard des erreurs. En pratique, **postgres** devrait être exécuté en tant que processus en arrière-plan, par exemple au lancement.

La commande **postgres** peut aussi être appelé en mode mono-utilisateur. L'utilisation principal de ce mode est lors du « bootstrap » utilisé par initdb(1). Quelque fois, il est utilisé pour du débogage et de la récupération suite à un problème (mais noter qu'exécuter un serveur en mode mono-utilisateur n'est pas vraiment convenable pour déboguer le serveur car aucune communication inter-processus réaliste et aucun verrouillage n'interviennent.) Quand il est appelé en mode interactif à partir du shell, l'utilisateur peut saisir des requêtes et le résultat sera affiché à l'écran mais dans une forme qui est plus utile aux développeurs qu'aux utilisateurs. Dans le mode mono-utilisateur, la session ouverte par l'utilisateur sera configurée avec l'utilisateur d'identifiant 1 et les droits implicites du superutilisateur lui sont donnés. Cet utilisateur n'a pas besoin d'exister, donc le mode mono-utilisateur peut être utilisé pour récupérer manuellement après certains types de dommages accidentels dans les catalogues systèmes.

Options

postgres accepte les arguments suivants en ligne de commande. Pour une discussion détaillée des options, consultez Chapitre 19, Configuration du serveur. Vous pouvez éviter de saisir la plupart de ces options en les initialisant dans le fichier de configuration. Certaines options (sûres) peuvent aussi être configurées à partir du client en cours de connexion d'une façon dépendante de l'application, configuration qui ne sera appliquée qu'à cette session. Par exemple si la variable d'environnement PGOPTIONS est configurée, alors les clients basés sur libpq passeront cette chaîne au serveur qui les interprétera comme les options en ligne de commande de **postgres**.

Général

- B *ntampons*
Configure le nombre de tampons partagés utilisés par les processus serveur. La valeur par défaut de ce paramètre est choisi automatiquement par initdb. Indiquer cette option est équivalent à configurer le paramètre shared_buffers.
- c *nom=valeur*
Configure un paramètre d'exécution nommé. Les paramètres de configuration supportés par PostgreSQL™ sont décrits dans Chapitre 19, Configuration du serveur. La plupart des autres options en ligne de commande sont en fait des formes courtes d'une affectation de paramètres. -c peut apparaître plusieurs fois pour configurer différents paramètres.
- C *nom*
Affiche la valeur d'un paramètre d'exécution nommé, puis quitte. (Voir l'option -c ci-dessus pour les détails.) Cela peut être utilisé sur un serveur en cours d'exécution, et renvoie les valeurs du postgresql.conf, modifiées par tout paramètre fourni lors de cet appel. Cela ne reflète pas les paramètres fournis lors de la création de l'instance.
- d *niveau-débogage*
Cette option a pour but de permettre aux autres programmes d'interagir avec un outil comme pg_ctl(1) pour récupérer des valeurs de configuration. Les applications utilisateurs devraient plutôt utiliser la commande SHOW(7) ou la vue pg_settings.

Configure le niveau de débogage. Plus haute est sa valeur, plus importante seront les traces écrites dans les journaux. Les valeurs vont de 1 à 5. Il est aussi possible de passer `-d 0` pour une session spécifique qui empêchera le niveau des traces serveur du processus **postgres** parent d'être propagé jusqu'à cette session.

-D *repdonnées*

Indique le répertoire des fichier(s) de configuration. Voir Section 19.2, « Emplacement des fichiers » pour les détails.

-e

Configure le style de date par défaut à « European », c'est-à-dire l'ordre DMY pour les champs en entrée. Ceci cause aussi l'affichage de la date avant le mois dans certains formats de sortie de date. Voir Section 8.5, « Types date/heure » pour plus d'informations.

-F

Désactive les appels `fsync` pour améliorer les performances au risque de corrompre des données dans l'idée d'un arrêt brutal du système. Spécifier cette option est équivalent à désactiver le paramètre de configuration `fsync`. Lisez la documentation détaillée avant d'utiliser ceci !

-h *hôte*

Indique le nom d'hôte ou l'adresse IP sur lequel **postgres** attend les connexions TCP/IP d'applications clientes. La valeur peut aussi être une liste d'adresses séparées par des virgules ou * pour indiquer l'attente sur toutes les interfaces disponibles. Une valeur vide indique qu'il n'attend sur aucune adresse IP, auquel cas seuls les sockets de domaine Unix peuvent être utilisés pour se connecter au serveur. Par défaut, attend les connexions seulement sur `localhost`. Spécifier cette option est équivalent à la configurer dans le paramètre `listen_addresses`.

-i

Autorise les clients distants à se connecter via TCP/IP (domaine Internet). Sans cette option, seules les connexions locales sont autorisées. Cette option est équivalent à la configuration du paramètre `listen_addresses` à * dans `postgresql.conf` ou via `-h`.

Cette option est obsolète car il ne permet plus l'accès à toutes les fonctionnalités de `listen_addresses`. Il est généralement mieux de configurer directement `listen_addresses`.

-k *directory*

Indique le répertoire de la socket de domaine Unix sur laquelle **postgres** est en attente des connexions des applications clients. Ce paramètre peut aussi contenir une liste de répertoires séparés par des virgules. Une valeur vide précise que le serveur ne doit pas écouter à des sockets de domaine Unix, auquel cas seul les sockets TCP/IP pourront être utilisés pour se connecter. La valeur par défaut est habituellement `/tmp`, mais cela peut être changé au moment de la compilation. Spécifier cette option est équivalent à configurer le paramètre `unix_socket_directories`.

-l

Active les connexions sécurisées utilisant SSL. PostgreSQL™ doit avoir été compilé avec SSL pour que cette option soit disponible. Pour plus d'informations sur SSL, référez-vous à Section 18.9, « Connexions tcp/ip sécurisées avec ssl ».

-N *max-connections*

Initialise le nombre maximum de connexions clientes que le serveur acceptera. La valeur par défaut de ce paramètre est choisi automatiquement par `initdb`. Indiquer cette option est équivalent à configurer le paramètre `max_connections`.

-o *extra-options*

Les options en ligne de commande indiquées dans `extra-options` sont passées à tous les processus serveur exécutés par ce processus **postgres**.

Les espaces dans `extra-options` sont considérés comme séparant les arguments, sauf s'ils sont échappés avec un anti-slash (\) ; écrire \\ pour représenter un antislash littéral. Plusieurs arguments peuvent aussi être spécifiés avec plusieurs utilisations de -o.

Cette option est obsolète ; toutes les options en ligne de commande des processus serveur peuvent être spécifiées directement sur la ligne de commande de **postgres**.

-p *port*

Indique le port TCP/IP ou l'extension du fichier socket de domaine Unix sur lequel **postgres** attend les connexions des applications clientes. Par défaut, la valeur de la variable d'environnement PGPORT environnement ou, si cette variable n'est pas configurer, la valeur connue à la compilation (habituellement 5432). Si vous indiquez un port autre que celui par défaut, alors toutes les applications clientes doivent indiquer le même numéro de port soit dans les options en ligne de commande soit avec PGPORT.

-s

Affiche une information de temps et d'autres statistiques à la fin de chaque commande. Ceci est utile pour créer des rapports de performance ou pour configurer finement le nombre de tampons.

-S *work-mem*

Indique la quantité de mémoire à utiliser par les tris internes et par les hachages avant d'utiliser des fichiers disque temporaires. Voir la description du paramètre `work_mem` dans Section 19.4.1, « Mémoire ».

-V, --version

Affiche la version de postgres, puis quitte.

--nom=valeur

Configure un paramètre à l'exécution ; c'est une version courte de `-c`.

--describe-config

Cette option affiche les variables de configuration internes du serveur, leurs descriptions et leurs valeurs par défaut dans un format **COPY** délimité par des tabulations. Elle est conçue principalement pour les outils d'administration.

-?, --help

Affiche l'aide des arguments en ligne de commande sur postgres, puis quitte.

Options semi-internes

Les options décrites ici sont utilisées principalement dans un but de débogage et pouvant quelque fois aider à la récupération de bases de données très endommagées/ Il n'y a aucune raison pour les utiliser dans la configuration d'un système en production. Elles sont listées ici à l'intention des développeurs PostgreSQL™. De plus, une de ces options pourrait disparaître ou changer dans le futur sans avertissement.

-f { s | i | o | b | t | n | m | h }

Interdit l'utilisation de parcours et de méthode de jointure particulières. `s` et `i` désactivent respectivement les parcours séquentiels et d'index, `o`, `b` et `t` désactivent respectivement les parcours d'index seul, les parcours d'index bitmap et les parcours de TID alors que `n`, `m` et `h` désactivent respectivement les jointures de boucles imbriquées, jointures de fusion et de hachage.

Ni les parcours séquentiels ni les jointures de boucles imbriquées ne peuvent être désactivés complètement ; les options `-fs` et `-fn` ne font que décourager l'optimiseur d'utiliser ce type de plans.

-n

Cette option est présente pour les problèmes de débogage du genre mort brutal d'un processus serveur. La stratégie habituelle dans cette situation est de notifier tous les autres processus serveur qu'ils doivent se terminer, puis réinitialiser la mémoire partagée et les sémaphores. Tout ceci parce qu'un processus serveur errant peut avoir corrompu certains états partagés avant de terminer. Cette option spécifie seulement que **postgres** ne réinitialisera pas les structures de données partagées. Un développeur système avec quelques connaissances peut utiliser un débogueur pour examiner l'état de la mémoire partagée et des sémaphores.

-O

Autorise la modification de la structure des tables système. C'est utilisé par **initdb**.

-P

Ignore les index système lors de la lecture des tables système (mais les met à jour lors de la modification des tables). Ceci est utile lors de la récupération d'index système endommagés.

-t pa[rserv] | pl[anner] | e[xecutor]

Affiche les statistiques en temps pour chaque requête en relation avec un des modules majeurs du système. Cette option ne peut pas être utilisée avec l'option `-s`.

-T

Cette option est présente pour les problèmes de débogage du genre mort brutal d'un processus serveur. La stratégie habituelle dans cette situation est de notifier tous les autres processus serveur qu'ils doivent se terminer, puis réinitialiser la mémoire partagée et les sémaphores. Tout ceci parce qu'un processus serveur errant peut avoir corrompu certains états partagés avant de terminer. Cette option spécifie seulement que **postgres** arrêtera tous les autres processus serveur en leur envoyant le signal **SIGSTOP** mais ne les arrêtera pas. Ceci permet aux développeurs système de récupérer manuellement des « core dumps » de tous les processus serveur.

-v protocole

Indique le numéro de version utilisé par le protocole interface/moteur pour une session particulière. Cette option est uniquement utilisée en interne.

-W secondes

Un délai de ce nombre de secondes survient quand un nouveau processus serveur est lancé, une fois la procédure d'authentification terminée. Ceci a pour but de permettre au développeur d'attacher un débogueur au processus serveur.

Options en mode mono-utilisateur

Les options suivantes s'appliquent uniquement en mode mono-utilisateur (voir la section intitulée « Mode simple utilisateur »).

--single

Sélectionne le mode mono-utilisateur. Cette option doit être la première sur la ligne de commande.

base

Indique le nom de la base à accéder. Il doit être le dernier argument. Si elle est omise, le nom de l'utilisateur est utilisé par défaut.

-E

Affiche toutes les commandes sur la sortie standard avant de les exécuter.

-j

Utilise un point-virgule suivi par deux retours à la ligne, plutôt qu'une seule comme marqueur de fin de commande.

-r fichier

Envie toute la sortie des traces du serveur dans *fichier*. Cette option est seulement honorée quand elle est fournie en tant qu'option de ligne de commande.

Environnement

PGCLIENTENCODING

Jeu de caractères utilisé par défaut par tous les clients. (Les clients peuvent surcharger ce paramètre individuellement.) Cette valeur est aussi configurable dans le fichier de configuration.

PGDATA

Emplacement du répertoire des données par défaut

PGDATESTYLE

Valeur par défaut du paramètre en exécution datestyle. (Cette variable d'environnement est obsolète.)

PGPORT

Numéro de port par défaut (à configurer de préférence dans le fichier de configuration)

Diagnostiques

Un message d'erreur mentionnant `semget` ou `shmget` indique probablement que vous devez configurer votre noyau pour fournir la mémoire partagée et les sémaphores adéquates. Pour plus de discussion, voir Section 18.4, « Gérer les ressources du noyau ». Vous pouvez aussi repousser la configuration du noyau en diminuant `shared_buffers` pour réduire la consommation de la mémoire partagée utilisée par PostgreSQL™, et/ou en diminuant `max_connections` pour réduire la consommation de sémaphores.

Un message d'erreur suggérant qu'un autre serveur est déjà en cours d'exécution devra vous demander une vérification attentive, par exemple en utilisant la commande `ps` should be checked carefully, for example by using the command

```
$ ps ax | grep postgres
```

ou

```
$ ps -ef | grep postgres
```

suivant votre système. Si vous êtes certain qu'il n'y a aucun serveur en conflit, vous pouvez supprimer le fichier verrou mentionné dans le message et tenter de nouveau.

Un message d'erreur indiquant une incapacité à se lier à un port indique que ce port est déjà utilisé par des processus autres que PostgreSQL™. Vous pouvez aussi obtenir cette erreur si vous quittez `postgres` et le relancez immédiatement en utilisant le même port ; dans ce cas, vous devez tout simplement attendre quelques secondes pour que le système d'exploitation ferme bien le port avant de tenter de nouveau. Enfin, vous pouvez obtenir cette erreur si vous indiquez un numéro de port que le système considère comme réservé. Par exemple, beaucoup de versions d'Unix considèrent les numéros de port sous 1024 comme de « confiance » et permettent seulement leur accès par le superutilisateur Unix.

Notes

L'outil `pg_ctl(1)` est utilisable pour lancer et arrêter le serveur `postgres` de façon sûre et confortable.

Si possible, *ne pas* utiliser `SIGKILL` pour tuer le serveur `postgres` principal. Le fait empêchera `postgres` de libérer les ressources système (c'est-à-dire mémoire partagée et sémaphores) qu'il détient avant de s'arrêter. Ceci peut poser problèmes lors du lance-

ment d'un **postgres** frais.

Pour terminer le serveur **postgres** normalement, les signaux SIGTERM, SIGINT ou SIGQUIT peuvent être utilisés. Le premier attendra que tous les clients terminent avant de quitter, le second forcera la déconnexion de tous les clients et le troisième quittera immédiatement sans arrêt propre. Ce dernier amènera une récupération lors du redémarrage.

Le signal SIGHUP rechargera les fichiers de configuration du serveur. Il est aussi possible d'envoyer SIGHUP à un processus serveur individuel mais ce n'est pas perceptible.

Pour annuler une requête en cours d'exécution, envoyez le signal SIGINT au processus exécutant cette commande. Pour tuer un processus serveur de façon propre, envoyez le signal SIGTERM à ce processus. Voir aussi pg_cancel_backend et pg_terminate_backend dans Section 9.26.2, « Fonctions d'envoi de signal du serveur » pour leur équivalents appelables avec une requête SQL.

Le serveur **postgres** utilise aussi SIGQUIT pour dire à ses processus-fils de terminer sans le nettoyage habituel. Ce signal *ne doit pas* être envoyé par les utilisateurs. Il est aussi déconseillé d'envoyer SIGKILL à un processus serveur -- le serveur **postgres** principal interprétera ceci comme un arrêt brutal et forcera tous les autres processus serveur à quitter dans le cas d'une procédure standard de récupération après arrêt brutal.

Bogues

Les options -- ne fonctionneront pas sous FreeBSD et OpenBSD. Utilisez -c à la place. C'est un bogue dans les systèmes d'exploitation affectés ; une prochaine version de PostgreSQL™ fournira un contournement si ce n'est pas corrigé.

Mode simple utilisateur

Pour démarrer un serveur en mode mono-utilisateur, utilisez une commande comme

```
postgres --single -D /usr/local/pgsql/data autres-options ma_base
```

Fournissez le bon chemin vers le répertoire des bases avec l'option -D ou assurez-vous que la variable d'environnement PGDATA est configurée. De plus, spécifiez le nom de la base particulière avec laquelle vous souhaitez travailler.

Habituellement, le serveur en mode mono-utilisateur traite le retour chariot comme le terminateur d'une saisie ; il n'y a pas le concept du point-virgule contrairement à psql. Pour saisir une commande sur plusieurs lignes, vous devez saisir un antislash juste avant un retour chariot, sauf pour le dernier. L'antislash et le retour à la ligne qui suit sont supprimés de la saisie en entrée. Notez que ceci survient même à l'intérieur d'un chaîne littérale ou d'un commentaire.

Si vous utilisez l'option en ligne de commande -j, un seul retour à la ligne ne suffira pas à terminer la saisie. Dans ce cas, il faut utiliser la séquence point-virgule - retour à la ligne - retour à la ligne. Autrement dit, saisir un point-virgule suivi d'une ligne entièrement vide. La séquence antislash - retour à la ligne n'est pas traitée spécialement dans ce mode. Encore une fois, il n'y a aucune intelligence sur une séquence apparaissant à l'intérieur d'une chaîne littérale ou d'un commentaire.

Dans les modes de saisie, si vous saisissez un point-virgule qui ne se trouve ni avant ni partie prenant d'une fin de saisie, il est considéré comme un séparateur de commande. Quand vous saisissez une fin de commande, les différentes requêtes saisies seront exécutées dans la même transaction.

Pour quitter la session, saisissez EOF (habituellement, **Control+D**). Si vous avez saisi du texte depuis la fin de la commande précédente, alors EOF sera pris comme une fin de commande et un autre EOF sera nécessaire pour quitter.

Notez que le serveur en mode mono-utilisateur ne fournit pas de fonctionnalités avancées sur l'édition de lignes (par exemple, pas d'historique des commandes). De plus, le mode mono-utilisateur ne lance pas de processus en tâche de fond, comme par exemple les checkpoints automatiques ou la réPLICATION.

Exemples

Pour lancer **postgres** en tâche de fond avec les valeurs par défaut, saisissez :

```
$ nohup postgres >logfile 2>&1 </dev/null &
```

Pour lancer **postgres** avec un port spécifique, e.g. 1234 :

```
$ postgres -p 1234
```

Pour se connecter à ce serveur avec psql, indiquez le numéro de port avec l'option -p :

```
$ psql -p 1234
```

ou de configurer la variable d'environnement PGPORT :

```
$ export PGPORT=1234
$ psql
```

Les paramètres nommés peuvent être configurés suivant deux façons :

```
$ postgres -c work_mem=1234
$ postgres --work-mem=1234
```

Ces deux formes surchargent le paramétrage qui pourrait exister pour `work_mem` dans `postgresql.conf`. Notez que les tirets bas dans les noms de paramètres sont écrits avec soit des tirets bas soit des tirets sur la ligne de commande. Sauf pour les expériences à court terme, il est probablement mieux de modifier le paramétrage dans `postgresql.conf` que de se baser sur une option en ligne de commande.

Voir aussi

[initdb\(1\)](#), [pg_ctl\(1\)](#)

Nom

postmaster — Serveur de bases de données PostgreSQL™

Synopsis

postmaster [*option...*]

Description

postmaster est un alias obsolète de **postgres**.

Voir aussi

postgres(1)

Partie VII. Internes

Cette partie contient des informations diverses utiles aux développeurs.

Chapitre 49. Présentation des mécanismes internes de PostgreSQL



Auteur

Ce chapitre est extrait de sim98, mémoire de maîtrise (Master's Thesis) de Stefan Simkovics. Cette maîtrise a été préparée à l'université de technologie de Vienne sous la direction du professeur (O.Univ.Prof.Dr.) Georg Gottlob et de l'assistante d'université (Univ.Ass.) Mag. Katrin Seyr.

Ce chapitre présente la structure interne du serveur PostgreSQL™. La lecture des sections qui suivent permet de se faire une idée de la façon dont une requête est exécutée ; les opérations internes ne sont pas décrites dans le détail. Ce chapitre a, au contraire, pour but d'aider le lecteur à comprendre la suite des opérations effectuées sur le serveur depuis la réception d'une requête jusqu'au retour des résultats.

49.1. Chemin d'une requête

Ceci est un rapide aperçu des étapes franchies par une requête pour obtenir un résultat.

1. Une connexion au serveur est établie par une application. Elle transmet une requête et attend le retour des résultats.
2. L'étape d'analyse (*parser stage*) vérifie la syntaxe de la requête et crée un *arbre de requête* (*query tree*).
3. Le système de réécriture (*rewrite system*) recherche les *règles* (stockées dans les *catalogues système*) à appliquer à l'arbre de requête. Il exécute les transformations indiquées dans le *corps des règles* (*rule bodies*).

La réalisation des *vues* est une application du système de réécriture. Toute requête utilisateur impliquant une vue (c'est-à-dire une *table virtuelle*), est réécrite en une requête qui accède aux *tables de base*, en fonction de la *définition de la vue*.

4. Le *planificateur/optimiseur* (*planner/optimizer*) transforme l'arbre de requête (réécrit) en un *plan de requête* (*query plan*) passé en entrée de l'exécuteur.

Il crée tout d'abord tous les *chemins* possibles conduisant au résultat. Ainsi, s'il existe un index sur une relation à parcourir, il existe deux chemins pour le parcours. Le premier consiste en un simple parcours séquentiel, le second utilise l'index. Le coût d'exécution de chaque chemin est estimé ; le chemin le moins coûteux est alors choisi. Ce dernier est étendu en un plan complet que l'exécuteur peut utiliser.

5. L'exécuteur traverse récursivement les étapes de l'*arbre de planification* (*plan tree*) et retrouve les lignes en fonction de ce plan. L'exécuteur utilise le *système de stockage* lors du parcours des relations, exécute les *tris* et *jointures*, évalue les *qualifications* et retourne finalement les lignes concernées.

Les sections suivantes présentent en détail les éléments brièvement décrits ci-dessus.

49.2. Établissement des connexions

PostgreSQL™ est écrit suivant un simple modèle client/serveur « processus par utilisateur ». Dans ce modèle, il existe un *processus client* connecté à un seul *processus serveur*. Comme le nombre de connexions établies n'est pas connu à l'avance, il est nécessaire d'utiliser un *processus maître* qui lance un processus serveur à chaque fois qu'une connexion est demandée. Ce processus maître s'appelle *postgres* et écoute les connexions entrantes sur le port TCP/IP indiqué. À chaque fois qu'une demande de connexion est détectée, le processus *postgres* lance un nouveau processus serveur. Les tâches du serveur communiquent entre elles en utilisant des *sémaphores* et de la *mémoire partagée* pour s'assurer de l'intégrité des données lors d'accès simultanés aux données.

Le processus client est constitué de tout programme comprenant le protocole PostgreSQL™ décrit dans le Chapitre 51, Protocole client/serveur. De nombreux clients s'appuient sur la bibliothèque C libpq, mais il existe différentes implantations indépendantes du protocole, tel que le pilote Java JDBC.

Une fois la connexion établie, le processus client peut envoyer une requête au serveur (*backend*). La requête est transmise en texte simple, c'est-à-dire qu'aucune analyse n'a besoin d'être réalisée au niveau de l'*interface* (client). Le serveur analyse la requête, crée un *plan d'exécution*, exécute le plan et renvoie les lignes trouvées au client par la connexion établie.

49.3. Étape d'analyse

L'étape d'analyse est constituée de deux parties :

- l'*analyseur*, défini dans `gram.y` et `scan.l`, est construit en utilisant les outils Unix `bison` et `flex` ;
- le *processus de transformation* fait des modifications et des ajouts aux structures de données renvoyées par l'analyseur.

49.3.1. Analyseur

L'analyseur doit vérifier que la syntaxe de la chaîne de la requête (arrivée comme un texte) est valide. Si la syntaxe est correcte, un *arbre d'analyse* est construit et renvoyé, sinon une erreur est renvoyée. Les analyseur et vérificateur syntaxiques sont développés à l'aide des outils Unix bien connus `bison` et `flex`.

L'*analyseur lexical*, défini dans le fichier `scan.l`, est responsable de la reconnaissance des *identificateurs*, des *mots clés SQL*, etc. Pour chaque mot clé ou identificateur trouvé, un *jeton* est engendré et renvoyé à l'analyseur.

L'analyseur est défini dans le fichier `gram.y` et consiste en un ensemble de *règles de grammaire* et en des *actions* à exécuter lorsqu'une règle est découverte. Le code des actions (qui est en langage C) est utilisé pour construire l'arbre d'analyse.

Le fichier `scan.l` est transformé en fichier source C `scan.c` en utilisant le programme `flex` et `gram.y` est transformé en `gram.c` en utilisant `bison`. Après avoir réalisé ces transformations, un compilateur C normal peut être utilisé pour créer l'analyseur. Il est inutile de modifier les fichiers C engendrés car ils sont écrasés à l'appel suivant de `flex` ou `bison`.



Note

Les transformations et compilations mentionnées sont normalement réalisées automatiquement en utilisant les *makefile* distribués avec les sources de PostgreSQL™.

La description détaillée de `bison` ou des règles de grammaire données dans `gram.y` dépasse le cadre de ce document. Il existe de nombreux livres et documentations en relation avec `flex` et `bison`. Il est préférable d'être familier avec `bison` avant de commencer à étudier la grammaire donnée dans `gram.y`, au risque de ne rien y comprendre.

49.3.2. Processus de transformation

L'étape d'analyse crée un arbre d'analyse qui n'utilise que les règles fixes de la structure syntaxique de SQL. Il ne fait aucune recherche dans les catalogues système. Il n'y a donc aucune possibilité de comprendre la sémantique détaillée des opérations demandées. Lorsque l'analyseur a fini, le *processus de transformation* prend en entrée l'arbre résultant de l'analyseur et réalise l'interprétation sémantique nécessaire pour connaître les tables, fonctions et opérateurs référencés par la requête. La structure de données construite pour représenter cette information est appelée *l'arbre de requête*.

La séparation de l'analyse brute et de l'analyse sémantique résulte du fait que les recherches des catalogues système ne peuvent se dérouler qu'à l'intérieur d'une transaction. Or, il n'est pas nécessaire de commencer une transaction dès la réception d'une requête. L'analyse brute est suffisante pour identifier les commandes de contrôle des transactions (**BEGIN**, **ROLLBACK**, etc.). Elles peuvent de plus être correctement exécutées sans analyse complémentaire. Lorsqu'il est établi qu'une vraie requête doit être gérée (telle que **SELECT** ou **UPDATE**), une nouvelle transaction est démarrée si aucune n'est déjà en cours. Ce n'est qu'à ce moment-là que le processus de transformation peut être invoqué.

La plupart du temps, l'arbre d'une requête créé par le processus de transformation a une structure similaire à l'arbre d'analyse brute mais, dans le détail, de nombreuses différences existent. Par exemple, un nœud `FuncCall` dans l'arbre d'analyse représente quelque chose qui ressemble syntaxiquement à l'appel d'une fonction. Il peut être transformé soit en nœud `FuncExpr` soit en nœud `Aggref` selon que le nom référencé est une fonction ordinaire ou une fonction d'agrégat. De même, des informations sur les types de données réels des colonnes et des résultats sont ajoutées à l'arbre de la requête.

49.4. Système de règles de PostgreSQL™

PostgreSQL™ supporte un puissant *système de règles* pour la spécification des *vues* et des *mises à jour de vues* ambiguës. À l'origine, le système de règles de PostgreSQL™ était constitué de deux implantations :

- la première, qui fonctionnait au *niveau des lignes*, était implantée profondément dans l'*exécuteur*. Le système de règles était appelé à chaque fois qu'il fallait accéder une ligne individuelle. Cette implantation a été supprimée en 1995 quand la dernière version officielle du projet Berkeley Postgres™ a été transformée en Postgres95™ ;
- la deuxième implantation du système de règles est une technique appelée *réécriture de requêtes*. Le *système de réécriture* est un module qui existe entre l'*étape d'analyse* et le *planificateur/optimiseur*. Cette technique est toujours implantée.

Le système de réécriture de requêtes est vu plus en détails dans le Chapitre 39, Système de règles. Il n'est donc pas nécessaire d'en parler ici. Il convient simplement d'indiquer qu'à la fois l'entrée et la sortie du système sont des arbres de requêtes. C'est-à-dire qu'il n'y a pas de changement dans la représentation ou le niveau de détail sémantique des arbres. La réécriture peut être imaginée comme une forme d'expansion de macro.

49.5. Planificateur/Optimiseur

La tâche du *planificateur/optimiseur* est de créer un plan d'exécution optimal. En fait, une requête SQL donnée (et donc, l'arbre d'une requête) peut être exécutée de plusieurs façons, chacune arrivant au même résultat. Si ce calcul est possible, l'optimiseur de la requête examinera chacun des plans d'exécution possibles pour sélectionner le plan d'exécution estimé comme le plus rapide.



Note

Dans certaines situations, examiner toutes les façons d'exécuter une requête prend beaucoup de temps et de mémoire. En particulier, lors de l'exécution de requêtes impliquant un grand nombre de jointures. Pour déterminer un plan de requête raisonnable (mais pas forcément optimal) en un temps raisonnable, PostgreSQL™ utilise un *Genetic Query Optimizer* (voir Chapitre 58, Optimiseur génétique de requêtes (*Genetic Query Optimizer*)) dès lors que le nombre de jointures dépasse une certaine limite (voir `geqo_threshold`).

La procédure de recherche du planificateur fonctionne avec des structures de données appelés *chemins*, simples représentations minimales de plans ne contenant que l'information nécessaire au planificateur pour prendre ses décisions. Une fois le chemin le moins coûteux déterminé, un *arbre plan* est construit pour être passé à l'exécuteur. Celui-ci représente le plan d'exécution désiré avec suffisamment de détails pour que l'exécuteur puisse le lancer. Dans le reste de cette section, la distinction entre chemins et plans est ignorée.

49.5.1. Engendrer les plans possibles

Le planificateur/optimiseur commence par engendrer des plans de parcours de chaque relation (table) individuelle utilisée dans la requête. Les plans possibles sont déterminés par les index disponibles pour chaque relation. Un parcours séquentiel de relation étant toujours possible, un plan de parcours séquentiel est systématiquement créé. Soit un index défini sur une relation (par exemple un index B-tree) et une requête qui contient le filtre `relation.attribut OPR constante`. Si `relation.attribut` correspond à la clé de l'index B-tree et `OPR` est un des opérateurs listés dans la *classe d'opérateurs* de l'index, un autre plan est créé en utilisant l'index B-tree pour parcourir la relation. S'il existe d'autres index et que les restrictions de la requête font correspondre une clé à un index, d'autres plans sont considérés. Des plans de parcours d'index sont également créés pour les index dont l'ordre de tri peut correspondre à la clause `ORDER BY` de la requête (s'il y en a une), ou dont l'ordre de tri peut être utilisé dans une jointure de fusion (cf. plus bas).

Si la requête nécessite de joindre deux, ou plus, relations, les plans de jointure des relations sont considérés après la découverte de tous les plans possibles de parcours des relations uniques. Les trois stratégies possibles de jointure sont :

- *jointure de boucle imbriquée (nested loop join)* : la relation de droite est parcourue une fois pour chaque ligne trouvée dans la relation de gauche. Cette stratégie est facile à implanter mais peut être très coûteuse en temps. (Toutefois, si la relation de droite peut être parcourue à l'aide d'un index, ceci peut être une bonne stratégie. Il est possible d'utiliser les valeurs issues de la ligne courante de la relation de gauche comme clés du parcours d'index à droite.)
- *jointure de fusion (merge join)* : chaque relation est triée selon les attributs de la jointure avant que la jointure ne commence. Puis, les deux relations sont parcourues en parallèle et les lignes correspondantes sont combinées pour former des lignes jointes. Ce type de jointure est plus intéressant parce que chaque relation n'est parcourue qu'une seule fois. Le tri requis peut être réalisé soit par une étape explicite de tri soit en parcourant la relation dans le bon ordre en utilisant un index sur la clé de la jointure ;
- *jointure de hachage (hash join)* : la relation de droite est tout d'abord parcourue et chargée dans une table de hachage en utilisant ses attributs de jointure comme clés de hachage. La relation de gauche est ensuite parcourue et les valeurs appropriées de chaque ligne trouvée sont utilisées comme clés de hachage pour localiser les lignes correspondantes dans la table.

Quand la requête implique plus de deux relations, le résultat final doit être construit à l'aide d'un arbre d'étapes de jointure, chacune à deux entrées. Le planificateur examine les séquences de jointure possibles pour trouver le moins cher.

Si la requête implique moins de `geqo_threshold` relations, une recherche quasi-exhaustive est effectuée pour trouver la meilleure séquence de jointure. Le planificateur considère préférentiellement les jointures entre paires de relations pour lesquelles existe une clause de jointure correspondante dans la qualification `WHERE` (i.e. pour lesquelles existe une restriction de la forme `where rel1.attr1=rel2.attr2`). Les paires jointes pour lesquelles il n'existe pas de clause de jointure ne sont considérées que lorsqu'il n'y a plus d'autre choix, c'est-à-dire qu'une relation particulière n'a pas de clause de jointure avec une autre relation. Tous les plans possibles sont créés pour chaque paire jointe considérée par le planificateur. C'est alors celle qui est (estimée) la moins

coûteuse qui est choisie.

Lorsque `geqo_threshold` est dépassé, les séquences de jointure sont déterminées par heuristique, comme cela est décrit dans Chapitre 58, Optimiseur génétique de requêtes (*Genetic Query Optimizer*). Pour le reste, le processus est le même.

L'arbre de plan terminé est composé de parcours séquentiels ou d'index des relations de base, auxquels s'ajoutent les nœuds des jointures en boucle, des jointures de tri fusionné et des jointures de hachage si nécessaire, ainsi que toutes les étapes auxiliaires nécessaires, telles que les nœuds de tri ou les nœuds de calcul des fonctions d'agrégat. La plupart des types de nœud de plan ont la capacité supplémentaire de faire une *sélection* (rejet des lignes qui ne correspondent pas à une condition booléenne indiquée) et une *projection* (calcul d'un ensemble dérivé de colonnes fondé sur des valeurs de colonnes données, par l'évaluation d'expressions scalaires si nécessaire). Une des responsabilités du planificateur est d'attacher les conditions de sélection issues de la clause `WHERE` et le calcul des expressions de sortie requises aux nœuds les plus appropriés de l'arbre de plan.

49.6. Exécuteur

L'*exécuteur* prend le plan créé par le planificateur/optimiseur et l'exécute récursivement pour extraire l'ensemble requis de lignes. Il s'agit principalement d'un mécanisme de pipeline en demande-envoi. Chaque fois qu'un nœud du plan est appelé, il doit apporter une ligne supplémentaire ou indiquer qu'il a fini d'envoyer des lignes.

Pour donner un exemple concret, on peut supposer que le nœud supérieur est un nœud `MergeJoin`. Avant de pouvoir faire une fusion, deux lignes doivent être récupérées (une pour chaque sous-plan). L'*exécuteur* s'appelle donc récursivement pour exécuter les sous-plans (en commençant par le sous-plan attaché à l'arbre gauche). Le nouveau nœud supérieur (le nœud supérieur du sous-plan gauche) est, par exemple, un nœud `Sort` (NdT : Tri) et un appel récursif est une nouvelle fois nécessaire pour obtenir une ligne en entrée. Le nœud fils de `Sort` pourrait être un nœud `SeqScan`, représentant la lecture réelle d'une table. L'exécution de ce nœud impose à l'*exécuteur* de récupérer une ligne à partir de la table et de la retourner au nœud appelant. Le nœud `Sort` appelle de façon répétée son fils pour obtenir toutes les lignes à trier. Quand l'entrée est épuisée (indiqué par le nœud fils renvoyant un `NULL` au lieu d'une ligne), le code de `Sort` est enfin capable de renvoyer sa première ligne en sortie, c'est-à-dire le premier suivant l'ordre de tri. Il conserve les lignes restantes en mémoire de façon à les renvoyer dans le bon ordre en réponse à des demandes ultérieures.

Le nœud `MergeJoin` demande de la même façon la première ligne à partir du sous-plan droit. Ensuite, il compare les deux lignes pour savoir si elles peuvent être jointes ; si c'est le cas, il renvoie la ligne de jointure à son appelant. Au prochain appel, ou immédiatement, s'il ne peut pas joindre la paire actuelle d'entrées, il avance sur la prochaine ligne d'une des deux tables (suivant le résultat de la comparaison), et vérifie à nouveau la correspondance. Éventuellement, un des sous-plans est épuisé et le nœud `MergeJoin` renvoie `NULL` pour indiquer qu'il n'y a plus de lignes jointes à former.

Les requêtes complexes peuvent nécessiter un grand nombre de niveaux de nœuds pour les plans, mais l'approche générale est la même : chaque nœud est exécuté et renvoie sa prochaine ligne en sortie à chaque fois qu'il est appelé. Chaque nœud est responsable aussi de l'application de toute expression de sélection ou de projection qui lui a été confiée par le planificateur.

Le mécanisme de l'*exécuteur* est utilisé pour évaluer les quatre types de requêtes de base en SQL : **SELECT**, **INSERT**, **UPDATE** et **DELETE**. Pour **SELECT**, le code de l'*exécuteur* de plus haut niveau a uniquement besoin d'envoyer chaque ligne renvoyée par l'arbre plan de la requête vers le client. Pour **INSERT**, chaque ligne renvoyée est insérée dans la table cible indiquée par **INSERT**. Cela se fait dans un nœud spécial haut niveau du plan appelé `ModifyTable`. (Une simple commande **INSERT ... VALUES** crée un arbre plan trivial constitué d'un seul nœud, `Result`, calculant une seule ligne de résultat, et `ModifyTable` au-dessus pour réaliser l'insertion. Mais **INSERT ... SELECT** peut demander la pleine puissance du mécanisme de l'*exécuteur*.) Pour **UPDATE**, le planificateur s'arrange pour que chaque ligne calculée inclue toutes les valeurs mises à jour des colonnes, plus le *TID* (tuple ID ou l'identifiant de la ligne) de la ligne de la cible originale ; cette donnée est envoyée dans un nœud `ModifyTable`, qui utilise l'information pour créer une nouvelle ligne mise à jour et marquer l'ancienne ligne comme supprimée. Pour **DELETE**, la seule colonne renvoyée par le plan est le *TID*, et `ModifyTable` node utilise simplement le *TID* pour visiter chaque ligne cible et la marquer comme supprimée.

Chapitre 50. Catalogues système

Les catalogues système représentent l'endroit où une base de données relationnelle stocke les métadonnées des schémas, telles que les informations sur les tables et les colonnes, et des données de suivi interne. Les catalogues système de PostgreSQL™ sont de simples tables. Elles peuvent être supprimées et recréées. Il est possible de leur ajouter des colonnes, d'y insérer et modifier des valeurs, et de mettre un joyeux bazar dans le système. En temps normal, l'utilisateur n'a aucune raison de modifier les catalogues système, il y a toujours des commandes SQL pour le faire. (Par exemple, **CREATE DATABASE** insère une ligne dans le catalogue pg_database -- et crée physiquement la base de données sur le disque.) Il y a des exceptions pour certaines opérations particulièrement ésoptiques, mais la plupart d'entre elles ont été mises à disposition sous la forme de commandes SQL. De ce fait, la modification directe des catalogues systèmes est de moins en moins vrai.

50.1. Aperçu

Tableau 50.1, « Catalogues système » liste les catalogues système. Une documentation plus détaillée des catalogues système suit.

La plupart des catalogues système sont recopier de la base de données modèle lors de la création de la base de données et deviennent alors spécifiques à chaque base de données. Un petit nombre de catalogues sont physiquement partagés par toutes les bases de données d'une installation de PostgreSQL™. Ils sont indiqués dans les descriptions des catalogues.

Tableau 50.1. Catalogues système

Nom du catalogue	Contenu
pg_aggregate	fonctions d'agrégat
pg_am	méthodes d'accès aux index
pg_amop	opérateurs des méthodes d'accès
pg_amproc	procédures de support des méthodes d'accès
pg_attrdef	valeurs par défaut des colonnes
pg_attribute	colonnes des tables (« attributs »)
pg_authid	identifiants d'autorisation (rôles)
pg_auth_members	relations d'appartenance aux identifiants d'autorisation
pg_cast	conversions de types de données (<i>cast</i>)
pg_class	tables, index, séquences, vues (« relations »)
pg_collation	collationnement (information locale)
pg_constraint	contraintes de vérification, contraintes uniques, contraintes de clés primaires, contraintes de clés étrangères
pg_conversion	informations de conversions de codage
pg_database	bases de données du cluster PostgreSQL™
pg_db_role_setting	configuration par rôle et par base de données
pg_default_acl	droits par défaut sur des types d'objets
pg_depend	dépendances entre objets de la base de données
pg_description	descriptions ou commentaires des objets de base de données
pg_enum	définitions des labels et des valeurs des enum
pg_event_trigger	triggers sur événement
pg_extension	extensions installées
pg_foreign_data_wrapper	définitions des wrappers de données distantes
pg_foreign_server	définitions des serveurs distants
pg_foreign_table	informations supplémentaires sur les tables distantes
pg_index	informations supplémentaires des index
pg_inherits	hiérarchie d'héritage de tables
pg_init_privs	droits initiaux des objets

Nom du catalogue	Contenu
pg_language	langages d'écriture de fonctions
pg_largeobject	pages de données pour les « Large Objects »
pg_largeobject_metadata	métadonnées pour les « Large Objects »
pg_namespace	schémas
pg_opclass	classes d'opérateurs de méthodes d'accès
pg_operator	opérateurs
pg_opfamily	familles d'opérateurs de méthodes d'accès
pg_pltemplate	données modèles pour les langages procéduraux
pg_policy	politiques de sécurité niveau ligne
pg_proc	fonctions et procédures
pg_range	informations sur les types d'intervalles de données
pg_replication_origin	origines de réPLICATION enregistrées
pg_rewrite	règles de réécriture de requêtes
pg_seclabel	labels de sécurité sur les objets d'une base de données
pg_shdepend	dépendances sur les objets partagés
pg_shdescription	commentaires sur les objets partagés
pg_shseclabel	labels de sécurité sur des objets partagés
pg_statistic	statistiques de l'optimiseur de requêtes
pg_tablespace	tablespaces du cluster de bases de données
pg_transform	transformations (conversions de types de données vers les langages procéduraux)
pg_trigger	déclencheurs
pg_ts_config	configuration de la recherche plein texte
pg_ts_config_map	configuration de la recherche plein texte pour la correspondance des lexèmes (<i>token</i>)
pg_ts_dict	dictionnaires de la recherche plein texte
pg_ts_parser	analyseurs de la recherche plein texte
pg_ts_template	modèles de la recherche plein texte
pg_type	types de données
pg_user_mapping	correspondance d'utilisateurs sur des serveurs distants

50.2. pg_aggregate

Le catalogue pg_aggregate stocke les informations concernant les fonctions d'agrégat. Une fonction d'agrégat est une fonction qui opère sur un ensemble de données (typiquement une colonne de chaque ligne qui correspond à une condition de requête) et retourne une valeur unique calculée à partir de toutes ces valeurs. Les fonctions d'agrégat classiques sont sum (somme), count (compteur) et max (plus grande valeur). Chaque entrée de pg_aggregate est une extension d'une entrée de pg_proc. L'entrée de pg_proc contient le nom de l'agrégat, les types de données d'entrée et de sortie, et d'autres informations similaires aux fonctions ordinaires.

Tableau 50.2. Les colonnes de pg_aggregate

Nom	Type	Références	Description
aggfnoid	regproc	pg_proc.oid	OID pg_proc de la fonction d'agrégat
aggkind	char		Type d'agrégat : n pour les agrégats « normaux » (standards), o pour les agrégats d'« ensemble trié », ou h pour les agrégats d'« ensembles hypothétiques »
aggnumdirectargs	int2		Nombre d'arguments directs (non agrégés) d'un ensemble trié ou d'un ensemble hypothétique, comp-

Nom	Type	Références	Description
			tant un tableau variadique comme un seul argument. Si cette valeur est égale à <i>pronargs</i> , l'agrégat doit être variadique et le tableau variadique décrit aussi les arguments agrégés ainsi que les arguments directs finaux. Toujours à 0 pour les agrégats standards.
<i>aggtransfn</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	Fonction de transition
<i>aggfinalfn</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	Fonction finale (0 s'il n'y en a pas)
<i>aggcombinefn</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	Fonction combine (zero s'il n'y en a pas)
<i>aggserialfn</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	Fonction de sérialisation (zero s'il n'y en a pas)
<i>aggdeserialfn</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	Fonction de déserialisation (zero s'il n'y en a pas)
<i>aggmtransfn</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	Fonction de transition en avant pour le mode d'agrégat avec déplacement (zéro sinon)
<i>aggminvtransfn</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	Fonction de transition inverse pour le mode d'agrégat avec déplacement (zéro sinon)
<i>aggmfinafn</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	Fonction finale pour le mode d'agrégat avec déplacement (zéro sinon)
<i>aggfinaleextra</i>	bool		Vrai pour passer des arguments supplémentaires à <i>aggfinalfn</i>
<i>aggmfinafn</i>	bool		Vrai pour passer des arguments supplémentaires à <i>aggmfinafn</i>
<i>aggsortop</i>	oid	.oi <code>pg_operator.oid</code>	Opérateur de tri associé (0 s'il n'y en a pas)
<i>aggtranstype</i>	oid	<code>pg_type.oid</code>	Type de la donnée interne de transition (état) de la fonction d'agrégat
<i>aggtransspace</i>	int4		Taille moyenne approximative (en octets) des données de l'état de transition, ou zéro pour utiliser une estimation par défaut
<i>aggmtranstype</i>	oid	<code>pg_type.oid</code>	Type de données de la transition interne (état) de la fonction d'agrégat pour le mode d'agrégat avec déplacement (zéro sinon)
<i>aggmtransspace</i>	int4		Taille moyenne approximative (en octets) des données d'état de transition pour le mode d'agrégat avec déplacement ou zéro pour utiliser une estimation par défaut
<i>agginitval</i>	text		Valeur initiale de la fonction de transition. C'est un champ texte qui contient la valeur initiale dans sa représentation externe en chaîne de caractères. Si ce champ est NULL, la valeur d'état de transition est initialement NULL.
<i>aggminitval</i>	text		La valeur initiale de l'état de transition pour le mode d'agrégat avec déplacement. C'est un champ texte contenant la valeur initiale dans sa représentation externe sous forme de chaîne. Si ce champ est NULL, la valeur de l'état de transition commence avec NULL.

Les nouvelles fonctions d'agrégat sont enregistrées avec la commande CREATE AGGREGATE(7). La Section 36.10, « Agrégats utilisateur » fournit de plus amples informations sur l'écriture des fonctions d'agrégat et sur la signification des fonctions de transition.

50.3. pg_am

Le catalogue pg_am stocke les informations concernant les méthodes d'accès aux relations. On trouve une ligne par méthode

d'accès supportée par le système. Actuellement, seuls les index ont des méthodes d'accès. Ce qui concerne les méthodes d'accès aux index est discuté en détails dans Chapitre 59, Définition de l'interface des méthodes d'accès aux index.

Tableau 50.3. Colonnes de pg_am

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>amname</i>	name		Nom de la méthode d'accès
<i>amhandler</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	OID de la fonction gestionnaire responsable de la fourniture des informations sur la méthode d'accès
<i>amtype</i>	char		Actuellement toujours à <code>i</code> pour indiquer une méthode d'accès à un index. D'autres valeurs pourraient être autorisées dans le futur.



Note

Avant PostgreSQL™ 9.6, pg_am contenait plusieurs colonnes supplémentaires représentant des propriétés des méthodes d'accès aux index. Ces données sont maintenant uniquement visibles au niveau du code C. Néanmoins, `pg_index_column_has_property()` et les fonctions relatives ont été ajoutées pour permettre aux requêtes SQL d'inspecter les propriétés des méthodes d'accès aux index. Voir Tableau 9.62, « Fonctions d'information du catalogue système ».

50.4. pg_amop

Le catalogue pg_amop stocke les informations concernant les opérateurs associés aux familles d'opérateurs des méthodes d'accès aux index. Il y a une ligne pour chaque opérateur membre d'une famille. Un membre d'une famille peut être soit un opérateur de *recherche* soit un opérateur de *tri*. Un opérateur peut apparaître dans plus d'une famille, mais ne peut pas apparaître dans plus d'une position à l'intérieur d'une famille.

Tableau 50.4. Colonnes de pg_amop

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>amopfamily</i>	oid	<code>.oi pg_opfamilyid</code>	La famille d'opérateur
<i>amoplefttype</i>	oid	<code>pg_type.oid</code>	Type de données en entrée, côté gauche, de l'opérateur
<i>amoprighttype</i>	oid	<code>pg_type.oid</code>	Type de données en entrée, côté droit, de l'opérateur
<i>amopstrategy</i>	int2		Numéro de stratégie d'opérateur
<i>amoppurpose</i>	char		But de l'opérateur, soit <code>s</code> pour recherche soit <code>o</code> pour tri
<i>amopopr</i>	oid	<code>.oi pg_operatorid</code>	OID de l'opérateur
<i>amopmethod</i>	oid	<code>pg_am.oid</code>	Méthode d'accès à l'index pour cette famille d'opérateur
<i>amopsortfamily</i>	oid	<code>.oi pg_opfamilyid</code>	La famille d'opérateur B-tree utilisée par cette entrée pour trier s'il s'agit d'un opérateur de tri ; zéro s'il s'agit d'un opérateur de recherche

Un opérateur de « recherche » indique qu'un index de cet opérateur peut être utilisé pour rechercher toutes les lignes satisfaisant une clause `WHERE colonne_indexé opérateur constante`. Cet opérateur doit évidemment renvoyer un booléen et le

type de l'entrée gauche doit correspondre au type de données de la colonne de l'index.

Un opérateur de « tri » indique qu'un index de cette famille d'opérateur peut être parcouru pour renvoyer les lignes dans l'ordre représenté par une clause ORDER BY *colonne_indexé opérateur constante*. Cet opérateur peut renvoyer tout type de données triable, bien que le type de l'entrée gauche doit correspondre au type de données de la colonne de l'index. La sémantique exacte de la clause ORDER BY est spécifié par la colonne *amopsortfamily* qui doit référencer une famille d'opérateur B-tree pour le type de résultat de l'opérateur.



Note

Actuellement, il est supposé que l'ordre de tri pour un opérateur de tri est celui par défaut de la famille d'opérateur référencée, c'est-à-dire ASC NULLS LAST. Ceci pourrait changer en ajoutant des colonnes supplémentaires pour y indiquer explicitement les options de tri.

Une entrée dans *amopmethod* doit correspondre au opfmETHOD de sa famille d'opérateur parent (l'inclusion de *amopmethod* à ce niveau est une dénormalisation intentionnelle de la structure du catalogue pour des raisons de performance). De plus, *amoplefttype* et *amoprighttype* doivent correspondre aux champs *oprleft* et *oprright* de l'entrée pg_operator référencée.

50.5. pg_amproc

Le catalogue pg_amproc stocke les informations concernant les procédures de support associées aux familles d'opérateurs de méthodes d'accès. Il y a une ligne pour chaque procédure de support appartenant à une famille.

Tableau 50.5. Colonnes de pg_amproc

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>amprocfamily</i>	oid	.oi pg_opfamilyid	La famille d'opérateur
<i>amproclefttype</i>	oid	pg_type.oid	Type de données en entrée, côté gauche, de l'opérateur associé
<i>amprocrighttype</i>	oid	pg_type.oid	Type de données en entrée, côté droit, de l'opérateur associé
<i>amprocnum</i>	int2		Numéro de procédure de support
<i>amproc</i>	regproc	pg_proc.oid	OID de la procédure

On interprète habituellement les champs *amproclefttype* et *amprocrighttype* comme identifiant les types de données des côtés gauche et droit d'opérateur(s) supporté(s) par une procédure particulière. Pour certaines méthodes d'accès, ils correspondent aux types de données en entrée de la procédure elle-même. Il existe une notion de procédures de support par « défaut » pour un index, procédures pour lesquelles *amproclefttype* et *amprocrighttype* sont tous deux équivalents à l'*opcintype* de la classe d'opérateur de l'index.

50.6. pg_attrdef

Le catalogue pg_attrdef stocke les valeurs par défaut des colonnes. Les informations principales des colonnes sont stockées dans pg_attribute (voir plus loin). Seules les colonnes pour lesquelles une valeur par défaut est explicitement indiquée (quand la table est créée ou quand une colonne est ajoutée) ont une entrée dans pg_attrdef.

Tableau 50.6. Colonnes de pg_attrdef

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>adrelid</i>	oid	pg_class.oid	La table à laquelle appartient la colonne
<i>adnum</i>	int2	pg_attribute.attnum	Numéro de la colonne
<i>adbin</i>	pg_node_tree		Représentation interne de la valeur par défaut de la co-

Nom	Type	Références	Description
			lonne
<i>adsrc</i>	text		Représentation lisible de la valeur par défaut

Le champ *adsrc* est historique. Il est préférable de ne pas l'utiliser parce qu'il ne conserve pas de trace des modifications qui peuvent affecter la représentation de la valeur par défaut. La compilation inverse du champ *adbin* (avec `pg_get_expr` par exemple) est une meilleure façon d'afficher la valeur par défaut.

50.7. pg_attribute

Le catalogue `pg_attribute` stocke les informations concernant les colonnes des tables. Il y a exactement une ligne de `pg_attribute` par colonne de table de la base de données. (Il y a aussi des attributs pour les index et, en fait, tous les objets qui possèdent des entrées dans `pg_class`.)

Le terme attribut, équivalent à colonne, est utilisé pour des raisons historiques.

Tableau 50.7. Colonnes de `pg_attribute`

Nom	Type	Références	Description
<i>attrelid</i>	oid	<code>pg_class.oid</code>	La table à laquelle appartient la colonne
<i>attname</i>	name		Le nom de la colonne
<i>atttypid</i>	oid	<code>pg_type.oid</code>	Le type de données de la colonne
<i>attstatttarget</i>	int4		Contrôle le niveau de détail des statistiques accumulées pour la colonne par <code>ANALYZE(7)</code> . Une valeur 0 indique qu'aucune statistique ne doit être collectée. Une valeur négative indique d'utiliser l'objectif de statistiques par défaut. Le sens exact d'une valeur positive dépend du type de données. Pour les données scalaires, <i>attstatttarget</i> est à la fois le nombre de « valeurs les plus courantes » à collecter et le nombre d'histogrammes à créer.
<i>attlen</i>	int2		Une copie de <code>pg_type.typplen</code> pour le type de la colonne.
<i>attnum</i>	int2		Le numéro de la colonne. La numérotation des colonnes ordinaires démarre à 1. Les colonnes système, comme les <i>oid</i> , ont des numéros négatifs arbitraires.
<i>attndims</i>	int4		Nombre de dimensions, si la colonne est de type tableau, sinon 0. (Pour l'instant, le nombre de dimensions des tableaux n'est pas contrôlé, donc une valeur autre que 0 indique que « c'est un tableau ».)
<i>attcacheoff</i>	int4		Toujours -1 sur disque, mais peut être mis à jour lorsque la ligne est chargée en mémoire, pour mettre en cache l'emplacement de l'attribut dans la ligne.
<i>atttypmod</i>	int4		Stocke des données spécifiques au type de données précisé lors de la création de la table (par exemple, la taille maximale d'une colonne de type <code>varchar</code>). Il est transmis aux fonctions spécifiques au type d'entrée de données et de vérification de taille. La valeur est généralement -1 pour les types de données qui n'ont pas besoin de <i>atttypmod</i> .
<i>attbyval</i>	bool		Une copie de <code>pg_type.typbyval</code> du type de la colonne.
<i>attstorage</i>	char		Contient normalement une copie de

Nom	Type	Références	Description
			pg_type.typstorage du type de la colonne. Pour les types de données TOASTables, cette valeur peut être modifiée après la création de la colonne pour en contrôler les règles de stockage.
<i>attalign</i>	char		Une copie de pg_type.typalign du type de la colonne.
<i>attnotnull</i>	bool		Indique une contrainte de non-nullité de colonne. Il est possible de changer cette colonne pour activer ou désactiver cette contrainte.
<i>atthasdef</i>	bool		Indique que la colonne a une valeur par défaut. Dans ce cas, il y a une entrée correspondante dans le catalogue pg_attrdef pour définir cette valeur.
<i>attisdropped</i>	bool		Indique que la colonne a été supprimée et n'est plus valide. Une colonne supprimée est toujours présente physiquement dans la table, mais elle est ignorée par l'analyseur de requête et ne peut être accédée en SQL.
<i>attislocal</i>	bool		La colonne est définie localement dans la relation. Une colonne peut être simultanément définie localement et héritée.
<i>attinhcount</i>	int4		Nombre d'ancêtres directs de la colonne. Une colonne qui a au moins un ancêtre ne peut être ni supprimée ni renommée.
<i>attcollation</i>	oid	.o pg_collationid	Le collationnement défini de la colonne, ou zéro si la colonne n'est pas un type de données collationnable.
<i>attacl</i>	aclitem[]		Droits d'accès niveau colonne, s'il y en a qui ont été spécifiquement accordés à cette colonne
<i>attoptions</i>	text[]		Options au niveau colonne, en tant que chaînes du type « motclé=valeur »
<i>attfdwoptions</i>	text[]		Options du wrapper de données distances, au niveau colonne, en tant que chaînes du type « keyword=value »

Dans l'entrée pg_attribute d'une colonne supprimée, *atttypid* est réinitialisée à 0 mais *attlen* et les autres champs copiés à partir de pg_type sont toujours valides. Cet arrangement est nécessaire pour s'adapter à la situation où le type de données de la colonne supprimée a été ensuite supprimé et qu'il n'existe donc plus de ligne pg_type. *attlen* et les autres champs peuvent être utilisés pour interpréter le contenu d'une ligne de la table.

50.8. pg_authid

Le catalogue pg_authid contient les informations concernant les identifiants pour les autorisations d'accès aux bases de données (rôles). Un rôle englobe les concepts d'« utilisateur » et de « groupe ». Un utilisateur est essentiellement un rôle qui a l'attribut de connexion (*rolcanlogin*). Tout rôle (avec ou sans *rolcanlogin*) peut avoir d'autres rôles comme membres ; voir pg_auth_members.

Comme ce catalogue contient les mots de passe, il ne doit pas être lisible par tout le monde. pg_roles est une vue, lisible par tout le monde, de pg_authid qui masque le champ du mot de passe.

Chapitre 21, Rôles de la base de données contient des informations détaillées sur les utilisateurs et sur la gestion des droits.

Comme l'identité des utilisateurs est identique pour tout le cluster de bases de données, pg_authid est partagé par toutes les bases du cluster ; il n'existe qu'une seule copie de pg_authid par cluster, non une par base de données.

Tableau 50.8. Colonnes de pg_authid

Nom	Type	Description
<i>oid</i>	oid	Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné ex-

Nom	Type	Description
		plicitemment)
<i>rolname</i>	name	Nom du rôle
<i>rolsuper</i>	bool	Le rôle est superutilisateur
<i>rolall</i>	bool	Le rôle hérite automatiquement des droits des rôles dont il est membre
<i>rolcreaterole</i>	bool	Le rôle peut créer d'autres rôles
<i>rolcreatedb</i>	bool	Le rôle peut créer des bases de données
<i>rolcanlogin</i>	bool	Le rôle peut se connecter, c'est-à-dire qu'il peut être donné comme identifiant d'autorisation de session.
<i>rolreplication</i>	bool	Le rôle est un rôle de réPLICATION. Ce type de rôle peut initier des connexions de réPLICATION et créer/supprimer des slots de réPLICATION.
<i>rolconnlimit</i>	int4	Pour les rôles qui peuvent se connecter, indique le nombre maximum de connexions concurrentes que le rôle peut initier. -1 signifie qu'il n'y a pas de limite.
<i>rolpassword</i>	text	Le mot de passe (éventuellement chiffré) ; NULL si aucun. Si le mot de passe est chiffré, cette colonne commence par la chaîne md5 suivi par un hachage md5 hexadécimal sur 32 caractères. Le hachage md5 correspondra au mot de passe de l'utilisateur concaténé à son nom. Par exemple si l'utilisateur joe a le mot de passe xyzzy, PostgreSQL™ enregistrera le hachage md5 du mot xyzzyjoe). Un mot de passe qui ne suit pas ce format est supposé non chiffré.
<i>rolvaliduntil</i>	timestamptz	Date d'expiration du mot de passe (utilisée uniquement pour l'authentification par mot de passe) ; NULL si indéfiniment valable

50.9. pg_auth_members

Le catalogue pg_auth_members contient les relations d'appartenance entre les rôles. Tout ensemble non circulaire d'appartenances est autorisé.

Parce que les identités de l'utilisateur sont valables sur l'ensemble du cluster, pg_auth_members est partagé par toutes les bases de données d'un cluster : il n'existe qu'une seule copie de pg_auth_members par cluster, pas une par base de données.

Tableau 50.9. Colonnes de pg_auth_members

Nom	Type	Références	Description
<i>roleid</i>	oid	<i>pg_authid.oid</i>	Identifiant d'un rôle qui a un membre
<i>member</i>	oid	<i>pg_authid.oid</i>	Identifiant d'un rôle qui est membre d'un <i>roleid</i>
<i>grantor</i>	oid	<i>pg_authid.oid</i>	Identifiant du rôle qui a autorisé cette appartenance
<i>admin_option</i>	bool		Vrai si <i>member</i> peut donner l'appartenance à <i>roleid</i> aux autres

50.10. pg_cast

Le catalogue pg_cast stocke les chemins de conversion de type de donnée, qu'il s'agisse de ceux par défaut ou ceux définis par un utilisateur.

pg_cast ne représente pas toutes les conversions de type que le système connaît, seulement celles qui ne peuvent pas se déduire à partir de règles génériques. Par exemple, la conversion entre un domaine et son type de base n'est pas représentée explicitement dans pg_cast. Autre exception importante : « les conversions automatiques d'entrée/sortie », celles réalisées en utilisant les propres fonctions d'entrée/sortie du type de données pour convertir vers ou à partir du text ou des autres types de chaînes de caractères, ne sont pas représentées explicitement dans pg_cast.

Tableau 50.10. Colonnes de pg_cast

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>castsource</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	OID du type de données source
<i>casttarget</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	OID du type de données cible
<i>castfunc</i>	oid	<i>pg_proc.oid</i>	OID de la fonction à utiliser pour réaliser la conversion. 0 si la méthode ne requiert pas une fonction.
<i>castcontext</i>	char		Indique dans quel contexte la conversion peut être utilisée. e si seules les conversions explicites sont autorisées (avec CAST ou ::). a si les conversions implicites lors de l'affectation à une colonne sont autorisées, en plus des conversions explicites. i si les conversions implicites dans les expressions sont autorisées en plus des autres cas.
<i>castmethod</i>	char		Indique comment la conversion est effectuée. f signifie que la fonction indiquée dans le champ <i>castfunc</i> est utilisée. i signifie que les fonctions d'entrée/sortie sont utilisées. b signifie que les types sont binairement coercibles, et que par conséquent aucune conversion n'est nécessaire.

Les fonctions de transtypage listées dans pg_cast doivent toujours prendre le type source de la conversion comme type du premier argument et renvoyer le type de destination de la conversion comme type de retour. Une fonction de conversion peut avoir jusqu'à trois arguments. Le deuxième argument, s'il est présent, doit être de type integer ; il reçoit le modificateur de type associé avec le type de destination ou 1 s'il n'y en a pas. Le troisième argument, s'il est présent, doit être de type boolean ; il reçoit true si la conversion est une conversion explicite, false sinon.

Il est possible de créer une entrée pg_cast dans laquelle les types source et cible sont identiques si la fonction associée prend plus d'un argument. De telles entrées représentent les « fonctions de forçage de longueur » qui forcent la validité des valeurs de ce type pour une valeur particulière du modificateur de type.

Quand une entrée pg_cast possède des types différents pour la source et la cible et une fonction qui prend plus d'un argument, le transtypage et le forçage de longueur s'effectuent en une seule étape. Lorsqu'une telle entrée n'est pas disponible, le forçage vers un type qui utilise un modificateur de type implique deux étapes, une de transtypage, l'autre pour appliquer le modificateur.

50.11. pg_class

Le catalogue pg_class liste les tables, et à peu près tout ce qui contient des colonnes ou ressemble de près ou de loin à une table. Cela inclut les index (mais il faut aussi aller voir dans pg_index), les séquences, les vues, les vues matérialisées, les types composites et les tables TOAST ; voir *relkind*. Par la suite, lorsque l'on parle de « relation », on sous-entend tous ces types d'objets. Les colonnes ne sont pas toutes significatives pour tous les types de relations.

Tableau 50.11. Colonnes de pg_class

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>relname</i>	name		Nom de la table, vue, index, etc.
<i>relnamespace</i>	oid	<i>pg_namespace.oid</i>	OID du namespace qui contient la relation.
<i>reltype</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	OID du type de données qui correspond au type de ligne de la table, s'il y en a un. 0 pour les index qui n'ont pas d'entrée dans pg_type.
<i>reloftype</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	Pour les tables typées, l'OID du type composite sous-jacent. Sinon, 0 dans tous les autres cas.

Nom	Type	Références	Description
<i>relowner</i>	oid	<i>pg_authid.oid</i>	Propriétaire de la relation.
<i>relam</i>	oid	<i>pg_am.oid</i>	S'il s'agit d'un index, OID de la méthode d'accès utilisée (B-tree, hash, etc.)
<i>relfilenode</i>	oid		Nom du fichier disque de la relation ; zéro signifie que c'est une relation « mapped » dont le nom de fichier est déterminé par un statut de bas niveau.
<i>reltablespace</i>	oid	<i>pg_tablespace.oid</i>	Le <i>tablespace</i> dans lequel est stocké la relation. Si 0, il s'agit du <i>tablespace</i> par défaut de la base de données. (Sans intérêt si la relation n'est pas liée à un fichier disque.)
<i>relpages</i>	int4		Taille du fichier disque, exprimée en pages (de taille BLCKSZ). Ce n'est qu'une estimation utilisée par le planificateur. Elle est mise à jour par les commandes VACUUM , ANALYZE et quelques commandes DDL comme CREATE INDEX .
<i>reltuples</i>	float4		Nombre de lignes de la table. Ce n'est qu'une estimation utilisée par le planificateur. Elle est mise à jour par les commandes VACUUM , ANALYZE et quelques commandes DDL comme CREATE INDEX .
<i>relallvisible</i>	int4		Nombre de pages marquées entièrement visibles dans la carte de visibilité de la table. Ceci n'est qu'une estimation utilisée par le planificateur. Elle est mise à jour par VACUUM , ANALYZE et quelques commandes DDL comme CREATE INDEX .
<i>reltoastrelid</i>	oid	<i>pg_class.oid</i>	OID de la table TOAST associée à cette table. 0 s'il n'y en a pas. La table TOAST stocke les attributs de grande taille « hors ligne » dans une table secondaire.
<i>relhasindex</i>	bool		Vrai si c'est une table et qu'elle possède (ou possédait encore récemment) quelque index.
<i>relisshared</i>	bool		Vrai si cette table est partagée par toutes les bases de données du cluster. Seuls certains catalogues système (comme <i>pg_database</i>) sont partagés.
<i>relopersistence</i>	char		p = table permanente, u = table non tracée dans les journaux de transactions, t = table temporaire
<i>relkind</i>	char		r = table ordinaire, i = index, S = séquence, v = vue, m = vue matérialisée, c = type composite, t = table TOAST, f = table distante.
<i>relnatts</i>	int2		Nombre de colonnes utilisateur dans la relation (sans compter les colonnes système). Il doit y avoir le même nombre d'entrées dans <i>pg_attribute</i> . Voir aussi <i>pg_attribute.attnum</i> .
<i>relchecks</i>	int2		Nombre de contraintes de vérification (CHECK) sur la table ; voir le catalogue <i>pg_constraint</i> .
<i>relhasoids</i>	bool		Vrai si un OID est engendré pour chaque ligne de la relation.
<i>relhaspkey</i>	bool		Vrai si la table a (ou a eu) une clé primaire.
<i>relhasrules</i>	bool		Vrai si la table contient (ou a contenu) des règles ; voir le catalogue <i>pg_rewrite</i> .
<i>relhastriggers</i>	bool		Vrai si la table a (ou a eu) des triggers ; voir le catalogue <i>pg_trigger</i>
<i>rowsecurity</i>	boolean	<i>.relrowsecuri</i> <i>pg_classty</i>	Vrai si la sécurité niveau ligne est activée sur la table
<i>relhassubclass</i>	bool		Vrai si au moins une table hérite ou a hérité de la table considérée.

Nom	Type	Références	Description
<i>relrowsecurity</i>	bool		Vrai si la table a la sécurité niveau ligne activée ; voir le catalogue pg_policy
<i>relforcerowsecurity</i>	bool		Vrai si la sécurité niveau ligne (si activée) s'appliquera aussi au propriétaire de la table ; voir le catalogue pg_policy
<i>reliispopulated</i>	bool		Vrai si la relation est peuplée (ceci est vrai pour toutes les relations autres que certaines vues matérialisées)
<i>relreplident</i>	char		Colonnes utilisées pour former une « identité de répliquant » pour les lignes : d = par défaut (clé primaire, si présente), n = rien, f = toutes les colonnes i = index avec indisreplident configuré, ou par défaut
<i>relfrozenxid</i>	xid		Tous les ID de transaction avant celui-ci ont été remplacés par un ID de transaction permanent (« frozen »). Ceci est utilisé pour déterminer si la table doit être nettoyée (VACUUM) pour éviter un bouclage des ID de transaction (<i>ID wraparound</i>) ou pour compacter pg_clog. 0 (InvalidTransactionId) si la relation n'est pas une table.
<i>relminmxid</i>	xid		Tous les identifiants MultiXact avant celui-i ont été remplacés par un identifiant de transaction dans cette table. Ceci est utilisé pour tracer si la table a besoin d'être traitée par le VACUUM pour empêcher un bouclage des identifiants MultiXact ou pour permettre à pg_multixact d'être réduits. Cette colonne vaut zéro (InvalidTransactionId) si la relation n'est pas une table.
<i>relacl</i>	aclitem[]		Droits d'accès ; voir GRANT(7) et REVOKE(7) pour plus de détails.
<i>reloptions</i>	text[]		Options spécifiques de la méthode d'accès, représentées par des chaînes du type « motclé=valeur »

Plusieurs des drapeaux booléens dans pg_class sont maintenus faiblement : la valeur true est garantie s'il s'agit du bon état, mais elle pourrait ne pas être remise à false immédiatement quand la condition n'est plus vraie. Par exemple, *relhasindex* est configurée par CREATE INDEX mais n'est jamais remise à false par DROP INDEX. C'est VACUUM qui le fera *relhasindex* s'il découvre que la table n'a pas d'index. Cet arrangement évite des fenêtres de vulnérabilité et améliore la concurrence.

50.12. pg_event_trigger

Le catalogue pg_event_trigger enregistre les triggers sur événement. Voir Chapitre 38, Déclencheurs (triggers) sur évènement pour plus d'informations.

Tableau 50.12. Colonnes de pg_event_trigger

Nom	Type	Références	Description
<i>evtname</i>	name		Nom du trigger (doit être unique)
<i>evtevent</i>	name		Identifie l'événement pour lequel ce trigger se déclenche
<i>evtowner</i>	oid	pg_authid.oid	Propriétaire du trigger d'événement
<i>evtfoeid</i>	oid	pg_proc.oid	La fonction à appeler
<i>evtenabled</i>	char		Contrôle le mode session_replication_role dans lequel ce trigger d'événement se déclenche. O = le trigger se déclenche dans les modes « origin » et « local », D = le trigger est désactivé, R = le

Nom	Type	Références	Description
			trigger se déclenche dans le mode « replica », A = le trigger se déclenche toujours.
<code>evttags</code>	<code>text[]</code>		Balises de commande pour lesquelles ce trigger va se déclencher. Si NULL, le déclenchement de ce trigger n'est pas restreint sur la base de la balise de commande.

50.13. pg_collation

Le catalogue pg_collation décrit les collationnements disponibles, qui sont essentiellement des correspondances entre un nom SQL et des catégories de locales du système d'exploitation. Voir Section 23.2, « Support des collations » pour plus d'informations.

Tableau 50.13. Colonnes de pg_collation

Nom	Type	Références	Description
<code>oid</code>	<code>oid</code>		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<code>collname</code>	<code>name</code>		Nom du collationnement (unique par schéma et encodage)
<code>collnamespace</code>	<code>oid</code>	<code>pg_namespace.oid</code>	L'OID du schéma contenant ce collationnement
<code>collowner</code>	<code>oid</code>	<code>pg_authid.oid</code>	Propriétaire du collationnement
<code>collencoding</code>	<code>int4</code>		Encodage pour lequel le collationnement est disponible. -1 s'il fonctionne pour tous les encodages
<code>collcollate</code>	<code>name</code>		<code>LC_COLLATE</code> pour ce collationnement
<code>collctype</code>	<code>name</code>		<code>LC_CTYPE</code> pour ce collationnement

Notez que la clé unique de ce catalogue est (`collname`, `collencoding`, `collnamespace`) et non pas seulement (`collname`, `collnamespace`). PostgreSQL™ ignore habituellement tous les collationnements qui n'ont pas de colonne `collencoding` égale soit à l'encodage de la base de données en cours ou -1. La création de nouvelles entrées de même nom qu'une autre entrée dont `collencoding` vaut -1 est interdite. Du coup, il suffit d'utiliser un nom SQL qualifié du schéma (`schéma.nom`) pour identifier un collationnement bien que cela ne soit pas unique d'après la définition du catalogue. Ce catalogue a été défini ainsi car initdb le remplit au moment de l'initialisation de l'instance avec les entrées pour toutes les locales disponibles sur le système, donc il doit être capable de contenir les entrées de tous les encodages qui pourraient être utilisés dans l'instance.

Dans la base de données template0, il pourrait être utile de créer les collationnements dont l'encodage ne correspond pas à l'encodage de la base de données car ils pourraient correspondre aux encodages de bases de données créées par la suite à partir de ce modèle de base de données. Cela doit être fait manuellement actuellement.

50.14. pg_constraint

Le catalogue pg_constraint stocke les vérifications, clés primaires, clés uniques, étrangères et d'exclusion des tables. (Les contraintes de colonnes ne sont pas traitées de manière particulière. Elles sont équivalentes à des contraintes de tables.) Les contraintes NOT NULL sont représentées dans le catalogue pg_attribute, pas ici.

Les triggers de contraintes définies par des utilisateurs (créés avec **CREATE CONSTRAINT TRIGGER**) ont aussi une entrée dans cette table.

Les contraintes de vérification de domaine sont également stockées dans ce catalogue.

Tableau 50.14. Colonnes de pg_constraint

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>connname</i>	name		Nom de la contrainte (pas nécessairement unique !)
<i>connnamespace</i>	oid	.o pg_namespaceid	OID du <i>namespace</i> qui contient la contrainte.
<i>contype</i>	char		c = contrainte de vérification, f = contrainte de clé étrangère, p = contrainte de clé primaire, u = contrainte d'unicité, t = contrainte trigger, x = contrainte d'exclusion
<i>condefferrable</i>	bool		La contrainte peut-elle être retardée (<i>deferrable</i>) ?
<i>condeferred</i>	bool		La contrainte est-elle retardée par défaut ?
<i>convalidated</i>	bool		La contrainte a-t-elle été validée ? actuellement, peut seulement valoir false pour les clés étrangères et les contraintes CHECK
<i>conrelid</i>	oid	pg_class.oid	Table à laquelle appartient la contrainte ; 0 si ce n'est pas une contrainte de table.
<i>contypid</i>	oid	pg_type.oid	Domaine auquel appartient la contrainte ; 0 si ce n'est pas une contrainte de domaine.
<i>conindid</i>	oid	pg_class.oid	L'index qui force cette contrainte (unique, clé primaire, clé étrangère, d'exclusion) ; sinon 0
<i>confrelid</i>	oid	pg_class.oid	Si c'est une clé étrangère, la table référencée ; sinon 0
<i>confupdtype</i>	char		Code de l'action de mise à jour de la clé étrangère : a = no action, r = restrict, c = cascade, n = set null, d = set default
<i>confdeltype</i>	char		Code de l'action de suppression de clé étrangère : a = no action, r = restrict, c = cascade, n = set null, d = set default
<i>confmatchtype</i>	char		Type de concordance de la clé étrangère : f = full, p = partial, s = simple
<i>conislocal</i>	bool		Cette contrainte est définie localement dans la relation. Notez qu'une contrainte peut être définie localement et héritée simultanément
<i>coninhcount</i>	int4		Le nombre d'ancêtres d'héritage directs que cette contrainte possède. Une contrainte avec un nombre non nul d'ancêtres ne peut être ni supprimée ni renommée.
<i>connoall</i>	bool		Cette contrainte est définie localement pour la relation. C'est une contrainte non héritable.
<i>conkey</i>	int2[]	.a .tt .nu pg_attributem	S'il s'agit d'une contrainte de table (incluant les clés étrangères mais pas les triggers de contraintes), liste des colonnes contraintes
<i>confkey</i>	int2[]	.a .tt .nu pg_attributem	S'il s'agit d'une clé étrangère, liste des colonnes référencées
<i>conpfeqop</i>	oid[]	.oi pg_operatord	S'il s'agit d'une clé étrangère, liste des opérateurs d'égalité pour les comparaisons clé primaire/clé

Nom	Type	Références	Description
			étrangère
<i>conppeqop</i>	oid[]	.oi pg_operatord	S'il s'agit d'une clé étrangère, liste des opérateurs d'égalité pour les comparaisons clé primaire/clé primaire
<i>confreqop</i>	oid[]	.oi pg_operatord	S'il s'agit d'une clé étrangère, liste des opérateurs d'égalité pour les comparaisons clé étrangère/clé étrangère
<i>conexclop</i>	oid[]	.oi pg_operatord	Si une contrainte d'exclusion, liste les opérateurs d'exclusion par colonne
<i>conbin</i>	pg_node_tree		S'il s'agit d'une contrainte de vérification, représentation interne de l'expression
<i>consrc</i>	text		S'il s'agit d'une contrainte de vérification, représentation compréhensible de l'expression

Dans le cas d'une contrainte d'exclusion, *conkey* est seulement utile pour les éléments constraints qui sont de simples références de colonnes. Dans les autres cas, un zéro apparaît dans *conkey* et l'index associé doit être consulté pour découvrir l'expression contrainte. (du coup, *conkey* a le même contenu que *pg_index.indkey* pour l'index.)



Note

consrc n'est pas actualisé lors de la modification d'objets référencés ; par exemple, il ne piste pas les renommages de colonnes. Plutôt que se fier à ce champ, il est préférable d'utiliser `pg_get_constraintdef()` pour extraire la définition d'une contrainte de vérification.



Note

`pg_class.relchecks` doit accepter le même nombre de contraintes de vérification pour chaque relation.

50.15. pg_conversion

Le catalogue pg_conversion décrit les procédures de conversion de codage. Voir la commande CREATE CONVERSION(7) pour plus d'informations.

Tableau 50.15. Colonnes de pg_conversion

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>connname</i>	name		Nom de la conversion (unique au sein d'un <i>namespace</i>)
<i>connnamespace</i>	oid	.o pg_namespaceid	OID du <i>namespace</i> qui contient la conversion.
<i>conowner</i>	oid	<code>pg_authid.oid</code>	Propriétaire de la conversion
<i>conforencoding</i>	int4		ID du codage source
<i>contoencoding</i>	int4		ID du codage de destination
<i>conproc</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	Procédure de conversion
<i>condefault</i>	bool		Vrai s'il s'agit de la conversion par défaut

50.16. pg_database

Le catalogue pg_database stocke les informations concernant les bases de données disponibles. Celles-ci sont créées avec la commande CREATE DATABASE(7). Consulter le Chapitre 22, Administration des bases de données pour les détails sur la signification de certains paramètres.

Contrairement à la plupart des catalogues système, pg_database est partagé par toutes les bases de données d'un cluster : il n'y a qu'une seule copie de pg_database par cluster, pas une par base.

Tableau 50.16. Colonnes de pg_database

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>datname</i>	name		Nom de la base de données
<i>datdba</i>	oid	pg_authid.oid	Propriétaire de la base, généralement l'utilisateur qui l'a créée
<i>encoding</i>	int4		Encodage de la base de données (la fonction pg_encoding_to_char() peut convertir ce nombre en nom de l'encodage)
<i>datcollate</i>	name		LC_COLLATE pour cette base de données
<i>datctype</i>	name		LC_CTYPE pour cette base de données
<i>datistemplate</i>	bool		Si vrai, alors cette base de données peut être clonée par tout utilisateur ayant l'attribut CREATEDB ; si faux, seuls les superutilisateurs et le propriétaire de la base de données peuvent la cloner.
<i>datallowconn</i>	bool		Si ce champ est faux, alors personne ne peut se connecter à cette base de données. Ceci est utilisé pour interdire toute modification de la base template0.
<i>datconnlimit</i>	int4		Nombre maximum de connexions concurrentes autorisées sur la base de données. -1 indique l'absence de limite.
<i>datlastsysoid</i>	oid		Dernier OID système de la base de données ; utile en particulier pour pg_dump.
<i>datfrozenxid</i>	xid		Tous les ID de transaction avant celui-ci ont été remplacés par un ID de transaction permanent (« frozen »). Ceci est utilisé pour déterminer si la table doit être nettoyée (VACUUM) pour éviter un bouclage des ID de transaction (<i>ID wraparound</i>) ou pour compacter pg_clog. C'est la valeur minimale des valeurs par table de pg_class.relfrozenxid.
<i>datminmxid</i>	xid		Tous les identifiants MultiXact avant celui-i ont été remplacés par un identifiant de transaction dans cette table. Ceci est utilisé pour tracer si la base de données a besoin d'être traitée par le VACUUM pour empêcher un bouclage des identifiants MultiXact ou pour permettre à pg_multixact d'être réduit. Il s'agit aussi de la valeur minimale des valeurs de pg_class.relminmxid pour chaque table.
<i>dattablespace</i>	oid	pg_tablespace.oid	Le <i>tablespace</i> par défaut de la base de données. Dans cette base de données, toutes les tables pour lesquelles pg_class.reltablespace vaut 0 sont stockées dans celui-ci ; en particulier, tous les catalogues système non partagés s'y trouvent.
<i>dataacl</i>	aclitem[]		Droits d'accès ; voir GRANT(7) et REVOKE(7) pour les détails.

50.17. pg_db_role_setting

Le catalogue pg_db_role_setting enregistre les valeurs par défaut qui ont été configurées pour les variables de configuration, pour chaque combinaison de rôle et de base.

Contrairement à la plupart des catalogues systèmes, pg_db_role_setting est partagé parmi toutes les bases de données de l'instance : il n'existe qu'une copie de pg_db_role_setting par instance, pas une par base de données.

Tableau 50.17. Colonnes de pg_db_role_setting

Nom	Type	Références	Description
setdatabase	oid	pg_database.oid	L'OID de la base de données pour laquelle la configuration est applicable ; zéro si cette configuration n'est pas spécifique à une base de données
setrole	oid	pg_authid.oid	L'OID du rôle pour laquelle la configuration est applicable ; zéro si cette configuration n'est pas spécifique à un rôle
setconfig	text[]		Valeurs par défaut pour les variables de configuration

50.18. pg_default_acl

Le catalogue pg_default_acl enregistre les droits initiaux à affecter aux nouveaux objets créés.

Tableau 50.18. Colonnes de pg_default_acl

Nom	Type	Références	Description
oid	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
defaclrole	oid	pg_authid.oid	OID du rôle associé à cette entrée
defaclnamespace	oid	pg_namespace.oid	OID du schéma associé à cette entrée, 0 si aucun
defaclobjtype	char		Type de l'objet pour cette entrée : r = relation (table, vue), S = séquence, f = fonction, T = type
defaclacl	aclitem[]		Droits d'accès qu'auront les nouveaux objets de ce type

Une entrée pg_default_acl affiche les droits initiaux affectés à un objet appartenant à l'utilisateur indiqué. Il existe actuellement deux types d'entrées : des entrées « globales » avec defaclnamespace = 0, et des entrées « par schéma » qui réfèrentent un schéma. Si une entrée globale est présente, alors elle *surcharge* les droits par défaut codés en dur pour le type de l'objet. Une entrée par schéma, si présente, représente les droits à *ajouter* aux droits par défaut globaux ou aux droits codés en dur.

Notez que quand une entrée de droits (ACL) dans un autre catalogue est NULL, cela veut dire que les droits par défaut codés en dur sont utilisés pour cet objet, et *non pas* ce qui pourrait être dans pg_default_acl à ce moment. pg_default_acl est seulement consulté durant la création de l'objet.

50.19. pg_depend

Le catalogue pg_depend enregistre les relations de dépendances entre les objets de la base de données. Cette information permet à la commande **DROP** de trouver les objets qui doivent être supprimés conjointement par la commande **DROP CASCADE** ou au contraire empêchent la suppression dans le cas de **DROP RESTRICT**.

Voir aussi pg_shdepend, qui remplit la même fonction pour les dépendances impliquant des objets partagés sur tout le cluster.

Tableau 50.19. Colonnes de pg_depend

Nom	Type	Références	Description
<i>classid</i>	oid	<code>pg_class.oid</code>	OID du catalogue système dans lequel l'objet dépendant se trouve.
<i>objid</i>	oid	toute colonne OID	OID de l'objet dépendant
<i>objsubid</i>	int4		Pour une colonne de table, ce champ indique le numéro de colonne (les champs <i>objid</i> et <i>classid</i> font référence à la table elle-même). Pour tous les autres types d'objets, cette colonne est à 0.
<i>refclassid</i>	oid	<code>pg_class.oid</code>	OID du catalogue système dans lequel l'objet référencé se trouve.
<i>refobjid</i>	oid	toute colonne OID	OID de l'objet référencé
<i>refobjsubid</i>	int4		Pour une colonne de table, ce champ indique le numéro de colonne (les champs <i>refobjid</i> et <i>refclassid</i> font référence à la table elle-même). Pour tous les autres types d'objets, cette colonne est à 0.
<i>deptype</i>	char		Code définissant la sémantique particulière de la relation de dépendance. Voir le texte.

Dans tous les cas, une entrée de `pg_depend` indique que l'objet de référence ne peut pas être supprimé sans supprimer aussi l'objet dépendant. Néanmoins, il y a des nuances, identifiées par *deptype* :

DEPENDENCY_NORMAL (n)

Une relation normale entre des objets créés séparément. L'objet dépendant peut être supprimé sans affecter l'objet référencé. Ce dernier ne peut être supprimé qu'en précisant l'option **CASCADE**, auquel cas l'objet dépendant est supprimé lui-aussi. Exemple : une colonne de table a une dépendance normale avec ses types de données.

DEPENDENCY_AUTO (a)

L'objet dépendant peut être supprimé séparément de l'objet référencé, mais il l'est automatiquement avec la suppression de ce dernier, quel que soit le mode **RESTRICT** ou **CASCADE**. Exemple : une contrainte nommée sur une table est auto-dépendante de la table, elle est automatiquement supprimée avec celle-ci.

DEPENDENCY_INTERNAL (i)

L'objet dépendant est créé conjointement à l'objet référencé et fait partie intégrante de son implantation interne. Un **DROP** de l'objet dépendant est interdit (l'utilisateur est averti qu'il peut effectuer un **DROP** de l'objet référencé à la place). La suppression de l'objet référencé est propagée à l'objet dépendant que **CASCADE** soit précisé ou non. Exemple : un trigger créé pour vérifier une contrainte de clé étrangère est rendu dépendant de l'entrée de la contrainte dans `pg_constraint`.

DEPENDENCY_EXTENSION (e)

L'objet dépendant est un membre de l'*extension* qui est l'objet référencé (voir `pg_extension`). L'objet dépendant peut être supprimé seulement via l'instruction **DROP EXTENSION** sur l'objet référence. Fonctionnellement, ce type de dépendance agit de la même façon qu'une dépendance interne mais il est séparé pour des raisons de clarté et pour simplifier `pg_dump`.

DEPENDENCY_AUTO_EXTENSION (x)

L'objet dépendant n'est pas un membre de l'*extension* qui est l'objet référencé (et donc ne doit pas être ignoré par `pg_dump`), mais ne peut pas fonctionner sans et devrait être supprimé quand l'*extension* l'est. L'objet dépendant pourrait aussi être supprimé par lui-même.

DEPENDENCY_PIN (p)

Il n'y a pas d'objet dépendant ; ce type d'entrée signale que le système lui-même dépend de l'objet référencé, et donc que l'objet ne doit jamais être supprimé. Les entrées de ce type sont créées uniquement par **initdb**. Les colonnes de l'objet dépendant contiennent des zéros.

D'autres types de dépendance peuvent apparaître dans le futur.

50.20. pg_description

Le catalogue `pg_description` stocke les descriptions (commentaires) optionnelles de chaque objet de la base de données. Les descriptions sont manipulées avec la commande `COMMENT(7)` et lues avec les commandes `\d` de `psql`. `pg_description` contient les descriptions prédefinies de nombreux objets internes.

Voir aussi `pg_shdescription`, qui offre la même fonction pour les descriptions des objets partagés au sein d'un cluster.

Tableau 50.20. Colonnes de pg_description

Nom	Type	Références	Description
<i>objoid</i>	oid	toute colonne OID	OID de l'objet commenté
<i>classoid</i>	oid	<i>pg_class.oid</i>	OID du catalogue système dans lequel apparaît l'objet
<i>objsubid</i>	int4		Pour un commentaire de colonne de table, le numéro de la colonne. Les champs <i>objoid</i> et <i>classoid</i> font référence à la table elle-même. Pour tous les autres types de données, cette colonne est à 0.
<i>description</i>	text		Texte quelconque commentant l'objet

50.21. pg_enum

Le catalogue système pg_enum contient des entrées indiquant les valeurs et labels de chaque type enum. La représentation interne d'une valeur enum donnée est en fait l'OID de sa ligne associée dans pg_enum.

Tableau 50.21. Colonnes de pg_enum

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>enumtypid</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	OID de l'entrée pg_type correspondant à cette valeur d'enum
<i>enumsortorder</i>	float4		La position de tri de cette valeur enum dans son type enum
<i>enumlabel</i>	name		Le label texte pour cette valeur d'enum

Les OID des lignes de pg_enum suivent une règle spéciale : les OID pairs sont garantis triés de la même façon que l'ordre de tri de leur type enum. Autrement dit, si deux OID pairs appartiennent au même type enum, l'OID le plus petit doit avoir la plus petite valeur dans la colonne *enumsortorder*. Les valeurs d'OID impaires n'ont pas d'ordre de tri. Cette règle permet que les routines de comparaison d'enum évitent les recherches dans les catalogues dans la plupart des cas standards. Les routines qui créent et modifient les types enum tentent d'affecter des OID paires aux valeurs enum tant que c'est possible.

Quand un type enum est créé, ses membres sont affectés dans l'ordre des positions 1..n. Les membres ajoutés par la suite doivent se voir affecter des valeurs négatives ou fractionnelles de *enumsortorder*. Le seul pré requis pour ces valeurs est qu'elles soient correctement triées et uniques pour chaque type enum.

50.22. pg_extension

Le catalogue pg_extension stocke les informations sur les extensions installées. Voir Section 36.15, « Empaqueter des objets dans une extension » pour des détails sur les extensions.

Tableau 50.22. Colonnes de pg_extension

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>extname</i>	name		Nom de l'extension
<i>extowner</i>	oid	<i>pg_authid.oid</i>	Propriétaire de l'extension
<i>extnamespace</i>	oid	<i>pg_namespace.oid</i>	Schéma contenant les objets exportés de l'extension
<i>extrelocatable</i>	bool		Vrai si l'extension peut être dé-

Nom	Type	Références	Description
			placée dans un autre schéma
<i>extversion</i>	text		Nom de la version de l'extension
<i>extconfig</i>	oid[]	<code>pg_class.oid</code>	Tableaux d'OID de type <code>regclass</code> pour la table de configuration de l'extension, ou NULL si aucun
<i>extcondition</i>	text[]		Tableau de conditions de filtre (clauses WHERE) pour la table de configuration de l'extension, ou NULL si aucun

Notez que, contrairement aux autres catalogues ayant une colonne de « schéma », `extnamespace` n'est pas le schéma contenant l'extension. Les noms des extensions ne sont jamais qualifiés d'un schéma. En fait, `extnamespace` indique le schéma qui contient la plupart ou tous les objets de l'extension. Si `extrelocatable` vaut true, alors ce schéma doit en fait contenir tous les objets de l'extension, dont le nom peut être qualifié avec le nom du schéma.

50.23. pg_foreign_data_wrapper

Le catalogue `pg_foreign_data_wrapper` stocke les définitions des wrappers de données distantes. Un wrapper de données distantes est le mécanisme par lequel des données externes, stockées sur des serveurs distants, sont accédées.

Tableau 50.23. Colonnes de `pg_foreign_data_wrapper`

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>fdwname</i>	name		Nom du wrapper de données distantes
<i>fdwowner</i>	oid	<code>pg_authid.oid</code>	Propriétaire du wrapper de données distantes
<i>fdwhandler</i>	oid	<code>pg_proc.oid</code>	Référence une fonction de gestion responsable de la fourniture de routines d'exécution pour le wrapper de données distantes. Zéro si aucune fonction n'est fournie.
<i>fdwvalidator</i>	oid	<code>pg_proc.oid</code>	Référence le validateur de fonction qui est responsable de vérifier la validité des options passées au wrapper de données distantes, ainsi que les options des serveurs distants et les correspondances utilisateurs du wrapper de données distantes. Zéro si aucun validateur n'est fourni.
<i>fdwacl</i>	aclitem[]		Droits d'accès ; voir GRANT(7) et REVOKE(7) pour plus de détails
<i>fdwoptions</i>	text[]		Options spécifiques pour un wrapper de données distantes, sous la forme de chaînes « motclé=valeur »

50.24. pg_foreign_server

Le catalogue pg_foreign_server stocke les définitions de serveurs distants. Un serveur distant décrit une source de données externes, comme un serveur distant. Les serveurs distants sont accédés via des wrappers de données distantes.

Tableau 50.24. Colonnes de pg_foreign_server

Nom	Type	Référence	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>srvname</i>	name		Nom du serveur distant
<i>srvowner</i>	oid	<i>pg_authid.oid</i>	Propriétaire du serveur distant
<i>srvid</i>	oid	<i>pg_foreign_data_wrapper.oid</i>	OID du wrapper de données distantes pour ce serveur distant
<i>srvtype</i>	text		Type du serveur (optionnel)
<i>srvversion</i>	text		Version du serveur (optionnel)
<i>svracl</i>	aclitem[]		Droits d'accès ; voir GRANT(7) et REVOKE(7) pour les détails
<i>svroptions</i>	text[]		Options pour le serveur distant, sous la forme de chaînes « motclé=valeur ».

50.25. pg_foreign_table

Le catalogue pg_foreign_table contient des informations supplémentaires sur les tables distantes. Une table distante est principalement représentée par une entrée dans le catalogue pg_class, comme toute table ordinaire. Son entrée dans pg_foreign_table contient les informations pertinentes aux seules tables distantes, et pas aux autres types de relation.

Tableau 50.25. Colonnes de pg_foreign_table

Nom	Type	Références	Description
<i>ftrelid</i>	oid	<i>pg_class.oid</i>	OID de l'entrée dans le catalogue pg_class pour cette table distante
<i>ftserver</i>	oid	<i>pg_foreign_server.oid</i>	OID du serveur distant pour cette table distante
<i>ftoptions</i>	text[]		Options de la table distante, sous la forme de chaînes « clé=valeur »

50.26. pg_index

Le catalogue pg_index contient une partie des informations concernant les index. Le reste se trouve pour l'essentiel dans pg_class.

Tableau 50.26. Colonnes de pg_index

Nom	Type	Références	Description
<i>indexrelid</i>	oid	<i>pg_class.oid</i>	OID de l'entrée dans pg_class de l'index
<i>indrelid</i>	oid	<i>pg_class.oid</i>	OID de l'entrée dans pg_class de la table sur laquelle porte l'index
<i>indnatts</i>	int2		Nombre de colonnes de l'index (duplique pg_class.relnatts)

Nom	Type	Références	Description
<i>indisunique</i>	bool		Vrai s'il s'agit d'un index d'unicité
<i>indisprimary</i>	bool		Vrai s'il s'agit de l'index de clé primaire de la table (<i>indisunique</i> doit toujours être vrai quand ce champ l'est.)
<i>indisexclusion</i>	bool		Vrai s'il s'agit de l'index supportant une contrainte d'exclusion
<i>indimmediate</i>	bool		Si vrai, la vérification de l'unicité est forcée immédiatement lors de l'insertion (inutile si <i>indisunique</i> ne vaut pas true)
<i>indisclustered</i>	bool		Vrai si la table a été réorganisée en fonction de l'index
<i>indisvalid</i>	bool		Si ce drapeau est vrai, l'index est valide pour les requêtes. Faux signifie que l'index peut être incomplet : les opérations INSERT/UPDATE peuvent toujours l'utiliser, mais il ne peut pas être utilisé sans risque pour les requêtes, et, dans le cas d'un index d'unicité, cette propriété n'est plus garantie.
<i>indcheckxmin</i>	bool		Si vrai, les requêtes ne doivent pas utiliser l'index tant que le <i>xmin</i> de cette ligne de pg_index est en-dessous de leur horizon d'événements TransactionXmin, car la table peut contenir des chaînes HOT cassées avec des lignes incompatibles qu'elles peuvent voir.
<i>indisready</i>	bool		Si vrai, l'index est actuellement prêt pour les insertions. Faux indique que l'index doit être ignoré par les opérations INSERT/UPDATE
<i>indislive</i>	bool		Si faux, l'index est en cours de suppression et devrait être complètement ignoré (y compris pour les décisions sur la sûreté de HOT)
<i>indisreplident</i>	bool		Si vrai, cet index a été choisi comme « identité de réPLICATION » en utilisant ALTER TABLE ... REPLICА IDENTITY USING INDEX ...
<i>indkey</i>	int2vector	pg_attribute.attnum	C'est un tableau de valeurs <i>indnatts</i> qui indique les colonnes de la table indexées. Par exemple, une valeur 1 3 signifie que la première et la troisième colonne de la table composent la clé de l'index. Un 0 dans ce tableau indique que l'attribut de l'index correspondant est une expression sur les colonnes de la table plutôt qu'une simple référence de colonne.
<i>indcollation</i>	oidvector	pg_collation.oid	Pour chaque colonne dans la clé de l'index, cette colonne contient l'OID du collationnement à utiliser pour l'index.
<i>indclass</i>	oidvector	pg_opclass.oid	Pour chaque colonne de la clé d'indexation, contient l'OID de la classe d'opérateur à utiliser. Voir pg_opclass pour plus de détails.
<i>indoption</i>	int2vector		C'est un tableau de valeurs <i>indnatts</i> qui enregistrent des drapeaux d'information par colonne. La signification de ces drapeaux est définie par la méthode d'accès à l'index.
<i>indexprs</i>	pg_node_tree		Arbres d'expression (en représentation nodeToString()) pour les attributs d'index qui ne sont pas de simples références de colonnes. Il s'agit d'une liste qui contient un élément par entrée à 0 dans <i>indkey</i> . Nul si tous les attributs d'index sont de simples références.
<i>indpred</i>	pg_node_tree		Arbre d'expression (en représentation nodeToString()) pour les prédicts d'index partiels. Nul s'il ne s'agit pas d'un index partiel.

50.27. pg_inherits

Le catalogue pg_all enregistre l'information sur la hiérarchie d'héritage des tables. Il existe une entrée pour chaque table enfant direct dans la base de données. (L'héritage indirect peut être déterminé en suivant les chaînes d'entrées.)

Tableau 50.27. Colonnes de pg_all

Nom	Type	Références	Description
<i>inhrelid</i>	oid	<code>pg_class.oid</code>	OID de la table fille
<i>inhparent</i>	oid	<code>pg_class.oid</code>	OID de la table mère
<i>inhseqno</i>	int4		S'il y a plus d'un parent direct pour une table fille (héritage multiple), ce nombre indique dans quel ordre les colonnes héritées doivent être arrangées. Le compteur commence à 1.

50.28. pg_init_privs

Le catalogue pg_init_privs enregistre des informations sur les droits initiaux des objets dans le système. Il existe une entrée pour chaque objet de la base qui n'a pas sa configuration initiale des droits.

Les objets peuvent avoir des droits initiaux, soit en ayant ces droits configurés quand le système est initialisé (par initdb) soit quand l'objet est créé lors d'un **CREATE EXTENSION** et que le script de l'extension configure les droits initiaux en utilisant la commande **GRANT**. Notez que le système gère automatiquement l'enregistrement des droits lors de l'exécution du script de l'extension et que les auteurs d'extension ont juste besoin d'utiliser les commandes **GRANT** et **REVOKE** dans leur scripts pour que les droits soient enregistrés. La colonne `privtype` indique si le droit initial a été configuré par initdb ou par une commande **CREATE EXTENSION**.

Les objets qui ont des droits initiaux configurés par initdb auront des entrées où `privtype` vaut 'i' alors que les objets qui ont des droits initiaux configurés par **CREATE EXTENSION** auront des entrées dont `privtype` vaut 'e'.

Tableau 50.28. Colonnes de pg_init_privs

Nom	Type	Références	Description
<i>objoid</i>	oid	Toute colonne OID	L'OID de l'objet spécifié
<i>classoid</i>	oid	<code>pg_class.oid</code>	L'OID du catalogue spécifique où se trouve l'objet
<i>objsubid</i>	int4		Pour une colonne de table, c'est le numéro de la colonne (<i>objoid</i> et <i>classoid</i> font référence à la table elle-même). Pour tous les autres types d'objet, cette colonne vaut zéro.
<i>privtype</i>	char		Un code définissant le type de droit initial pour cet objet ; voir le texte.
<i>initprivs</i>	aclitem[]		Les droits d'accès initiaux ; voir GRANT(7) et REVOKE(7) pour les détails

50.29. pg_language

Le catalogue pg_language enregistre les langages utilisables pour l'écriture de fonctions ou procédures stockées. Voir CREATE LANGUAGE(7) et dans le Chapitre 40, Langages de procédures pour plus d'information sur les gestionnaires de langages.

Tableau 50.29. Colonnes de pg_language

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>lanname</i>	name		Nom du langage
<i>lanowner</i>	oid	<code>pg_authid.oid</code>	Propriétaire du langage
<i>lanispl</i>	bool		Faux pour les langages internes (comme SQL) et vrai pour les langages utilisateur. À l'heure actuelle, <code>pg_dump</code> utilise ce champ pour déterminer les langages à sauvegarder mais cela peut être un jour remplacé par un mécanisme différent.
<i>lanpltrusted</i>	bool		Vrai s'il s'agit d'un langage de confiance (<i>trusted</i>), ce qui signifie qu'il est supposé ne pas donner accès à ce qui dépasse l'exécution normale des requêtes SQL. Seuls les superutilisateurs peuvent créer des fonctions dans des langages qui ne sont pas dignes de confiance.
<i>lanplcallfoid</i>	oid	<code>pg_proc.oid</code>	Pour les langages non-internes, ceci référence le gestionnaire de langage, fonction spéciale en charge de l'exécution de toutes les fonctions écrites dans ce langage.
<i>laninline</i>	oid	<code>pg_proc.oid</code>	Ceci référence une fonction qui est capable d'exécuter des blocs de code anonyme « en ligne » (blocs DO(7)). Zéro si les blocs en ligne ne sont pas supportés
<i>lanvalidator</i>	oid	<code>pg_proc.oid</code>	Ceci référence une fonction de validation de langage, en charge de vérifier la syntaxe et la validité des nouvelles fonctions lors de leur création. 0 si aucun validateur n'est fourni.
<i>lanacl</i>	aclitem[]		Droits d'accès ;; voir GRANT(7) et REVOKE(7) pour les détails.

50.30. pg_largeobject

Le catalogue `pg_largeobject` contient les données qui décrivent les « objets volumineux » (*large objects*). Un objet volumineux est identifié par un OID qui lui est affecté lors de sa création. Chaque objet volumineux est coupé en segments ou « pages » suffisamment petits pour être facilement stockés dans des lignes de `pg_largeobject`. La taille de données par page est définie par `LOBLKSZ`, qui vaut actuellement `BLCKSZ / 4`, soit habituellement 2 Ko).

Avant PostgreSQL™ 9.0, il n'existait pas de droits associés aux « Large Objects ». Du coup, `pg_largeobject` était lisible par tout le monde et pouvait être utilisé pour obtenir les OID (et le contenu) de tous les « Large Objects » du système. Ce n'est plus le cas ; utilisez `pg_largeobject_metadata` pour obtenir une liste des OID des « Large Objects ».

Tableau 50.30. Colonnes de `pg_largeobject`

Nom	Type	Références	Description
<i>loid</i>	oid	<code>pg_largeobject_metadata.oid</code>	Identifiant de l'objet volumineux qui contient la page
<i>pageno</i>	int4		Numéro de la page au sein de l'objet volumineux, en partant de 0
<i>data</i>	bytea		Données effectivement stockées dans l'objet volumineux. Il ne fait jamais plus de <code>LOBLKSZ</code> mais peut faire moins.

Chaque ligne de `pg_largeobject` contient les données d'une page de l'objet volumineux, en commençant au décalage d'octet (`pageno * LOBLKSZ`) dans l'objet. Ceci permet un stockage diffus : des pages peuvent manquer, d'autres faire moins de `LOBLKSZ` octets même s'il ne s'agit pas de la dernière de l'objet. Les parties manquantes sont considérées comme des suites de zé-

ro.

50.31. pg_largeobject_metadata

Le catalogue pg_largeobject_metadata contient des métadonnées associées aux « Larges Objects ». Les données des « Larges Objets » sont réellement stockées dans pg_largeobject.

Tableau 50.31. Colonnes de pg_largeobject_metadata

Nom	Type	Description
<i>oid</i>	oid	
<i>lomowner</i>	oid	pg_authid.oid
<i>lomacl</i>	aclitem[]	

50.32. pg_namespace

Le catalogue pg_namespace stocke les *namespace*. Un *namespace* est la structure sous-jacente aux schémas SQL : chaque *namespace* peut contenir un ensemble séparé de relations, types, etc. sans qu'il y ait de conflit de nommage.

Tableau 50.32. Colonnes de pg_namespace

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>nspname</i>	name		Nom du <i>namespace</i>
<i>nspowner</i>	oid	pg_authid.oid	Propriétaire du <i>namespace</i>
<i>nspacl</i>	aclitem[]		Droits d'accès ; voir GRANT(7) et REVOKE(7) pour les détails.

50.33. pg_opclass

Le catalogue pg_opclass définit les classes d'opérateurs de méthodes d'accès aux index. Chaque classe d'opérateurs définit la sémantique pour les colonnes d'index d'un type particulier et d'une méthode d'accès particulière. Une classe d'opérateur définit essentiellement qu'une famille d'opérateur particulier est applicable à un type de données indexable particulier. L'ensemble des opérateurs de la famille actuellement utilisables avec la colonne indexée sont tous ceux qui acceptent le type de données de la colonne en tant qu'entrée du côté gauche.

Les classes d'opérateurs sont longuement décrites dans la Section 36.14, « Interfacer des extensions d'index ».

Tableau 50.33. Colonnes de pg_opclass

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>opcmethod</i>	oid	pg_am.oid	Méthode d'accès à l'index pour laquelle est définie la classe d'opérateurs
<i>opcname</i>	name		Nom de la classe d'opérateurs
<i>opcnamespace</i>	oid	.o pg_namespaceid	<i>Namespace</i> de la classe d'opérateurs
<i>opcowner</i>	oid	pg_authid.oid	Propriétaire de la classe d'opérateurs
<i>opcfamily</i>	oid	.oi pg_opfamilyid	Famille d'opérateur contenant la classe d'opérateur
<i>opcintype</i>	oid	pg_type.oid	Type de données que la classe d'opérateurs indexe
<i>opcdefault</i>	bool		Vrai si la classe d'opérateurs est la classe par défaut pour <i>opcintype</i>

Nom	Type	Références	Description
<i>opckeytype</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	Type de données stocké dans l'index ou 0 s'il s'agit du même que <i>opcintype</i>

L'*opcmethod* d'une classe d'opérateurs doit coïncider avec l'*opfmETHOD* de la famille d'opérateurs qui le contient. Il ne doit pas non plus y avoir plus d'une ligne *pg_opclass* pour laquelle *opcdefault* est vrai, quelque soit la combinaison de *opcmethod* et *opcintype*.

50.34. pg_operator

Le catalogue *pg_operator* stocke les informations concernant les opérateurs. Voir la commande CREATE OPERATOR(7) et la Section 36.12, « Opérateurs définis par l'utilisateur » pour plus d'informations.

Tableau 50.34. Colonnes de *pg_operator*

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>oprname</i>	name		Nom de l'opérateur
<i>oprnamespace</i>	oid	.o <i>pg_namespaceid</i>	OID du <i>namespace</i> qui contient l'opérateur
<i>oprowner</i>	oid	<i>pg_authid.oid</i>	Propriétaire de l'opérateur
<i>oprkind</i>	char		b = infix (« les deux »), l = prefix (« gauche »), r = postfix (« droit »)
<i>oprcanmerge</i>	bool		L'opérateur supporte les jointures de fusion
<i>oprcaNhash</i>	bool		L'opérateur supporte les jointures par découpage
<i>oprleft</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	Type de l'opérande de gauche
<i>oprright</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	Type de l'opérande de droite
<i>oprresult</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	Type du résultat
<i>oprcom</i>	oid	.oi <i>pg_operatord</i>	Commutateur de l'opérateur, s'il existe
<i>oprnegate</i>	oid	.oi <i>pg_operatord</i>	Négateur de l'opérateur, s'il existe
<i>oprcoDe</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	Fonction codant l'opérateur
<i>oprrest</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	Fonction d'estimation de la sélectivité de restriction de l'opérateur
<i>oprjoin</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	Fonction d'estimation de la sélectivité de jointure de l'opérateur

Les colonnes inutilisées contiennent des zéros. *oprleft* vaut, par exemple, 0 pour un opérateur préfixe.

50.35. pg_opfamily

Le catalogue *pg_opfamily* définit les familles d'opérateur. Chaque famille d'opérateur est un ensemble d'opérateurs et de routines de support associées codant les sémantiques définies pour une méthode d'accès particulière de l'index. De plus, les opérateurs d'une famille sont tous « compatibles », au sens défini par la méthode d'accès. Le concept de famille d'opérateur autorise l'utilisation des opérateurs inter-type de données avec des index et l'utilisation des sémantiques de méthode d'accès.

Les familles d'opérateur sont décrites dans Section 36.14, « Interfacer des extensions d'index ».

Tableau 50.35. Colonnes de *pg_opfamily*

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)

Nom	Type	Références	Description
<i>opfmethod</i>	oid	<i>pg_am.oid</i>	Méthode d'accès à l'index pour la famille d'opérateur
<i>opfname</i>	name		Nom de la famille d'opérateur
<i>opfnamespace</i>	oid	.o <i>pg_namespaceid</i>	<i>namespace</i> de la famille d'opérateur
<i>opfowner</i>	oid	<i>pg_authid.oid</i>	Propriétaire de la famille d'opérateur

La majorité des informations définissant une famille d'opérateur n'est pas dans la ligne correspondante de *pg_opfamily* mais dans les lignes associées de *pg_amop*, *pg_amproc*, et *pg_opclass*.

50.36. pg_pltemplate

Le catalogue *pg_pltemplate* stocke les informations squelettes (« template ») des langages procéduraux. Un squelette de langage permet la création de ce langage dans une base de données particulière à l'aide d'une simple commande **CREATE LANGUAGE**, sans qu'il soit nécessaire de spécifier les détails de l'implantation.

Contrairement à la plupart des catalogues système, *pg_pltemplate* est partagé par toutes les bases de données d'un cluster : il n'existe qu'une seule copie de *pg_pltemplate* par cluster, et non une par base de données. L'information est de ce fait accessible à toute base de données.

Tableau 50.36. Colonnes de *pg_pltemplate*

Nom	Type	Description
<i>tmplname</i>	name	Nom du langage auquel est associé le modèle
<i>tmpltrusted</i>	boolean	True s'il s'agit d'un langage de confiance
<i>tmp1dbacreate</i>	boolean	True s'il s'agit d'un langage créé par le propriétaire de la base
<i>tmp1handler</i>	text	Nom de la fonction de gestion des appels
<i>tmplinline</i>	text	Nom de la fonction de gestion des blocs anonymes. NULL si non
<i>tmplvalidator</i>	text	Nom de la fonction de validation, ou NULL si aucune
<i>tmpllibrary</i>	text	Chemin de la bibliothèque partagée qui code le langage
<i>tmplacl</i>	aclitem[]	Droits d'accès au modèle (inutilisé)

Il n'existe actuellement aucune commande de manipulation des modèles de langages procéduraux ; pour modifier l'information intégrée, un superutilisateur doit modifier la table en utilisant les commandes **INSERT**, **DELETE** ou **UPDATE** habituelles.



Note

Il est probable que *pg_pltemplate* sera supprimé dans une prochaine version de PostgreSQL™, pour conserver cette information des langages de procédure dans leur scripts d'installation respectifs.

50.37. pg_policy

Le catalogue *pg_policy* stocke les politiques de sécurité niveau ligne pour les tables. Une politique inclue le type de commandes auquel elle s'applique (éventuellement toutes les commandes), les rôles auxquels elle s'applique, l'expression à ajouter comme barrière de sécurité aux requêtes qui incluent la table, et l'expression à ajouter comme option WITH CHECK aux requêtes qui tentent d'ajouter de nouvelles lignes à la table.

Tableau 50.37. Colonnes de *pg_policy*

Nom	Type	Références	Description
<i>polname</i>	name		Le nom de la politique de sécurité
<i>polrelid</i>	oid	<i>pg_class.oid</i>	La table à laquelle s'applique la

Nom	Type	Références	Description
			politique de sécurité
<i>polcmd</i>	char		Le type de commande auquel est appliquée la politique de sécurité : r pour SELECT , a pour INSERT , w pour UPDATE , d pour DELETE ou * pour tous
<i>polroles</i>	oid[]	<i>pg_authid.oid</i>	Les rôles à qui est appliquée la politique de sécurité
<i>polqual</i>	<i>pg_node_tree</i>		L'arbre de l'expression à ajouter aux barrières de sécurité pour les requêtes qui utilisent la table
<i>polwithcheck</i>	<i>pg_node_tree</i>		L'arbre de l'expression à ajouter aux qualifications WITH CHECK pour les requêtes qui tentent d'ajouter des lignes à la table



Note

Les politiques de sécurité stockées dans *pg_policy* sont seulement appliquées lorsque *pg_class.relrowsecurity* est positionné pour leur table.

50.38. pg_proc

Le catalogue *pg_proc* stocke les informations concernant les fonctions (ou procédures). Voir CREATE FUNCTION(7) et Section 36.3, « Fonctions utilisateur » pour plus d'informations.

Cette table contient des données sur les fonctions d'agrégat et les fonctions simples. Si *proisagg* est vrai, il doit y avoir une ligne correspondante dans *pg_aggregate*.

Tableau 50.38. Colonnes de pg_proc

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>proname</i>	name		Nom de la fonction
<i>pronamespace</i>	oid	.o <i>pg_namespaceid</i>	OID du <i>namespace</i> auquel appartient la fonction
<i>proowner</i>	oid	<i>pg_authid.oid</i>	Propriétaire de la fonction
<i>prolang</i>	oid	.oi <i>pg_languaged</i>	Langage de codage ou interface d'appel de la fonction
<i>procost</i>	float4		Coût d'exécution estimé (en unité de <i>cpu_operator_cost</i>) ; si <i>proretset</i> , il s'agit d'un coût par ligne
<i>prorows</i>	float4		Nombre estimé de ligne de résultat (zéro si <i>proretset</i> est faux)
<i>provvariadic</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	Type des données des éléments du tableau de paramètres variadic, ou zéro si la fonction n'a pas de paramètres variadiques.
<i>protransform</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	Les appels à cette fonction peuvent être simplifiés par cette autre fonction (voir Section 36.9.11, « Fonctions de transformation »)

Nom	Type	Références	Description
<i>proisagg</i>	bool		Si vrai, la fonction est une fonction d'agrégat
<i>proiswindow</i>	bool		La fonction est une fonction window
<i>prosecdef</i>	bool		Si vrai, la fonction définit la sécurité (c'est une fonction « setuid »)
<i>proleakproof</i>	bool		Cette fonction n'a pas d'effets de bord. Aucune information sur les arguments n'est reportée sauf via la valeur de retour. Toute fonction qui pourrait renvoyer une erreur dépendant des valeurs de ses arguments n'est pas considérée sans fuite.
<i>proisstrict</i>	bool		Si vrai, la fonction retourne NULL si l'un de ses arguments est NULL. Dans ce cas, la fonction n'est en fait pas appelée du tout. Les fonctions qui ne sont pas « strictes » doivent traiter les paramètres NULL.
<i>proretset</i>	bool		Si vrai, la fonction retourne un ensemble (c'est-à-dire des valeurs multiples du type défini)
<i>provolatile</i>	char		Indique si le résultat de la fonction dépend uniquement de ses arguments ou s'il est affecté par des facteurs externes. Il vaut <i>i</i> pour les fonctions « immuables », qui, pour un jeu de paramètres identique en entrée, donnent toujours le même résultat. Il vaut <i>s</i> pour les fonctions « stables », dont le résultat (pour les mêmes paramètres en entrée) ne change pas au cours du parcours (de table). Il vaut <i>v</i> pour les fonctions « volatiles », dont le résultat peut varier à tout instant. (<i>v</i> est également utilisé pour les fonctions qui ont des effets de bord, afin que les appels à ces fonctions ne soient pas optimisés.)
<i>proparallel</i>	char		<i>proparallel</i> indique si la fonction peut être utilisé en parallèle. Cette colonne vaut <i>s</i> pour les fonctions exécutables sans restriction en mode parallèle. Elle vaut <i>r</i> pour les fonctions pouvant être exécutées en parallèle mais leur exécution est restreinte au chef du groupe ; les processus de parallélisme en tâche de fond ne peuvent pas faire appel à ces fonctions. Elle vaut <i>u</i> pour les fonctions qui ne peuvent pas être exécutées en mode parallèle. La présence d'une telle fonction force une exécution non parallélisée.
<i>pronargs</i>	int2		Nombre d'arguments en entrée
<i>pronargdefaults</i>	int2		Nombre d'arguments qui ont des valeurs par défaut
<i>prorettype</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	Type de données renvoyé
<i>proargtypes</i>	oidvector	<i>pg_type.oid</i>	Un tableau contenant les types de données des arguments de la fonction. Ceci n'inclut que les arguments en entrée (dont les arguments INOUT et VARIADIC) et représente, du coup, la signature d'appel de la fonction.
<i>proallargtypes</i>	oid[]	<i>pg_type.oid</i>	Un tableau contenant les types de données des arguments de la fonction. Ceci inclut tous les arguments (y compris les arguments OUT et INOUT) ; néanmoins, si tous les arguments sont IN, ce champ est NULL. L'indice commence à 1 alors que, pour des raisons historiques, <i>proargtypes</i> commence à 0.
<i>proargmodes</i>	char[]		Un tableau contenant les modes des arguments de

Nom	Type	Références	Description
			la fonction, codés avec <code>i</code> pour les arguments <code>IN</code> , <code>o</code> pour les arguments <code>OUT</code> , <code>b</code> pour les arguments <code>INOUT</code> , <code>v</code> pour les arguments <code>VARIADIC</code> , <code>t</code> pour les arguments <code>TABLE</code> . Si tous les arguments sont des arguments <code>IN</code> , ce champ est <code>NULL</code> . Les indices correspondent aux positions de <code>proal-largtypes</code> , et non à celles de <code>proargtypes</code> .
<code>proargnames</code>	<code>text[]</code>		Un tableau contenant les noms des arguments de la fonction. Les arguments sans nom sont initialisés à des chaînes vides dans le tableau. Si aucun des arguments n'a de nom, ce champ est <code>NULL</code> . Les indices correspondent aux positions de <code>proal-largtypes</code> , et non à celles de <code>proargtypes</code> .
<code>proargdefaults</code>	<code>pg_node_tree</code>		Arbres d'expression (en représentation <code>nodeToS-tring()</code>) pour les valeurs par défaut. C'est une liste avec <code>pronargdefaults</code> éléments, correspondant aux N derniers arguments d'entrée (c'est-à-dire, les N dernières positions <code>proarg-types</code>). Si aucun des arguments n'a de valeur par défaut, ce champ vaudra <code>null</code> .
<code>protarftypes</code>	<code>oid[]</code>		L'OID du type de données pour lequel les transformations s'appliquent.
<code>prosrc</code>	<code>text</code>		Ce champ indique au gestionnaire de fonctions la façon d'invoquer la fonction. Il peut s'agir du code source pour un langage interprété, d'un symbole de lien, d'un nom de fichier ou de toute autre chose, en fonction du langage ou de la convention d'appel.
<code>probin</code>	<code>text</code>		Information supplémentaire sur la façon d'invoquer la fonction. Encore une fois, l'interprétation dépend du langage.
<code>proconfig</code>	<code>text[]</code>		Configuration locale à la fonction pour les variables configurables à l'exécution
<code>proacl</code>	<code>aclitem[]</code>		Droits d'accès ; voir <code>GRANT(7)</code> et <code>REVOKE(7)</code> pour plus de détails.

Pour les fonctions compilées, intégrées ou chargées dynamiquement, `prosrc` contient le nom de la fonction en langage C (symbole de lien). Pour tous les autres types de langages, `prosrc` contient le code source de la fonction. `probin` est inutilisé, sauf pour les fonctions C chargées dynamiquement, pour lesquelles il donne le nom de fichier de la bibliothèque partagée qui contient la fonction.

50.39. pg_range

Le catalogue `pg_range` enregistre des informations sur les types range. Ce sont des informations supplémentaires à celles déjà disponibles dans `pg_type`.

Tableau 50.39. Colonnes de `pg_range`

Nom	Type	Références	Description
<code>rngtypeid</code>	<code>oid</code>	<code>pg_type.oid</code>	OID du type range
<code>rngsubtype</code>	<code>oid</code>	<code>pg_type.oid</code>	OID du type élément (sous-type) du type range
<code>rngcollation</code>	<code>oid</code>	<code>pg_collation.oid</code>	OID du collationnement utilisé pour les comparaisons d'intervalles, ou 0 si aucun
<code>rngsubopc</code>	<code>oid</code>	<code>pg_opclass.oid</code>	OID de la classe d'opérateur du

Nom	Type	Références	Description
			sous-type, utilisée pour les comparaisons d'intervalles
<i>rngcanonical</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	OID de la fonction de conversion d'une valeur range en sa forme canonique, ou 0 si aucune
<i>rngsubdiff</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	OID de la fonction de renvoi de la différence entre deux valeurs d'éléments, sous la forme d'un double precision, ou 0 si aucune

rngsubopc (et *rngcollation* si le type de l'élément peut utiliser un collationnement) détermine l'ordre de tri utilisé par le type range. *rngcanonical* est utilisé quand le type de l'élément est discret. *rngsubdiff* est optionnel mais doit être fourni pour améliorer les performances des index GiST sur le type range.

50.40. pg_replication_origin

Le catalogue `pg_replication_origin` contient toutes les origines de réPLICATION créées. Pour plus d'informations sur les origines de réPLICATION, voir Chapitre 48, Tracer la progression de la réPLICATION.

Tableau 50.40. Colonnes de `pg_replication_origin`

Nom	Type	Références	Description
<i>roident</i>	Oid		Un identifiant, unique pour l'instance, de l'origine de réPLICATION. Ne devrait jamais quitter le système.
<i>roname</i>	text		Le nom externe, défini par l'utilisateur, d'une origine de réPLICATION.

50.41. pg_rewrite

Le catalogue `pg_rewrite` stocke les règles de réécriture pour les tables et les vues.

Tableau 50.41. Colonnes de `pg_rewrite`

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>rulename</i>	name		Nom de la règle
<i>ev_class</i>	oid	<code>pg_class.oid</code>	Table sur laquelle porte la règle
<i>ev_type</i>	char		Type d'évènement associé à la règle : 1 = SELECT , 2 = UPDATE , 3 = INSERT , 4 = DELETE
<i>ev_enabled</i>	char		Contrôle l'exécution de la règle suivant le mode <code>session_replication_role</code> . O = la règle se déclenche dans les modes « origin » et « local », D = la règle est désactivée, R = la règle s'exécute en mode « replica », A = la règle s'exécute à chaque fois.
<i>is_instead</i>	bool		Vrai s'il s'agit d'une règle INSTEAD (à la place de).
<i>ev_qual</i>	<code>pg_node_tree</code>		Arbre d'expression (sous la forme d'une représentation <code>nodeToString()</code>) pour la condition qua-

Nom	Type	Références	Description
			lifiant la règle.
<code>ev_action</code>	<code>pg_node_tree</code>		Arbre de requête (sous la forme d'une représentation <code>nodeToString()</code>) pour l'action de la règle.



Note

`pg_class.relhasrules` doit être vrai si une table possède une règle dans ce catalogue.

50.42. pg_seclabel

Le catalogue `pg_seclabel` stocke les informations sur les labels de sécurité des objets de la base de données. Les labels de sécurité peuvent être manipulés avec la commande `SECURITY LABEL(7)`. Pour visualiser plus facilement les labels de sécurité, voir Section 50.74, « `pg_seclabels` ».

Voir aussi `pg_shseclabel`, qui réalise une opération similaire pour les labels de sécurité des objets globaux/partagés.

Tableau 50.42. Colonnes de pg_seclabel

Nom	Type	Références	Description
<code>objoid</code>	<code>oid</code>	toute colonne OID	L'OID de l'objet concerné par ce label de sécurité
<code>classoid</code>	<code>oid</code>	<code>pg_class.oid</code>	L'OID du catalogue système où cet objet apparaît
<code>objsubid</code>	<code>int4</code>		Pour un label de sécurité sur la colonne d'une table, cette colonne correspond au numéro de colonne (<code>objoid</code> et <code>classoid</code> font référence à la table elle-même). Pour tous les autres types d'objet, cette colonne vaut zéro.
<code>provider</code>	<code>text</code>		Le fournisseur du label associé avec ce label.
<code>label</code>	<code>text</code>		Le label de sécurité appliqué sur cet objet.

50.43. pg_shdepend

Le catalogue `pg_shdepend` enregistre les relations de dépendance entre les objets de la base de données et les objets partagés, comme les rôles. Cette information permet à PostgreSQL™ de s'assurer que tous ces objets sont déréférencés avant toute tentative de suppression.

Voir aussi `pg_depend`, qui réalise une fonction similaire pour les dépendances impliquant les objets contenus dans une seule base de données.

Contrairement à la plupart des catalogues système, `pg_shdepend` est partagé par toutes les bases de données d'un cluster : il n'existe qu'une seule copie de `pg_shdepend` par cluster, pas une par base de données.

Tableau 50.43. Colonnes de pg_shdepend

Nom	Type	Références	Description
<code>dbid</code>	<code>oid</code>	<code>.oi</code> <code>pg_databased</code>	L'OID de la base de données dont fait partie l'objet dépendant. 0 pour un objet partagé
<code>classid</code>	<code>oid</code>	<code>pg_class.oid</code>	L'OID du catalogue système dont fait partie l'objet dépendant
<code>objid</code>	<code>oid</code>	toute colonne OID	L'OID de l'objet dépendant

Nom	Type	Références	Description
<i>objsubid</i>	int4		Pour une colonne de table, c'est le numéro de colonne (les <i>objid</i> et <i>classid</i> font référence à la table elle-même). Pour tous les autres types d'objets, cette colonne vaut zéro
<i>refclassid</i>	oid	<i>pg_class.oid</i>	L'OID du catalogue système dont fait partie l'objet référencé (doit être un catalogue partagé)
<i>refobjid</i>	oid	toute colonne OID	L'OID de l'objet référencé
<i>deptype</i>	char		Un code définissant les sémantiques spécifiques des relations de cette dépendance ; voir le texte.

Dans tous les cas, une entrée pg_shdepend indique que l'objet référencé ne peut pas être supprimé sans supprimer aussi l'objet dépendant. Néanmoins, il existe quelques différences identifiées par le *deptype* :

SHARED_DEPENDENCY_OWNER (o)

L'objet référencé (qui doit être un rôle) est le propriétaire de l'objet dépendant.

SHARED_DEPENDENCY_ACL (a)

L'objet référencé (qui doit être un rôle) est mentionné dans la liste de contrôle des accès (ACL, acronyme de *access control list*) de l'objet dépendant. (Une entrée SHARED_DEPENDENCY_ACL n'est pas créée pour le propriétaire de l'objet car ce dernier a toujours une entrée SHARED_DEPENDENCY_OWNER.)

SHARED_DEPENDENCY_POLICY (r)

L'objet référencé (qui doit être un rôle) est mentionné comme la cible d'un objet de politique de sécurité dépendant.

SHARED_DEPENDENCY_PIN (p)

Il n'existe pas d'objet dépendant ; ce type d'entrée est un signal indiquant que le système lui-même dépend de l'objet référencé et que, cet objet ne doit donc jamais être supprimé. Les entrées de ce type ne sont créées que par **initdb**. Les colonnes pour l'objet dépendant contiennent des zéros.

D'autres types de dépendances peuvent s'avérer nécessaires dans le futur. La définition actuelle ne supporte que les rôles comme objets référencés.

50.44. pg_shdescription

Le catalogue pg_shdescription stocke les descriptions optionnelles (commentaires) des objets partagés de la base. Les descriptions peuvent être manipulées avec la commande COMMENT(7) et visualisées avec les commandes \d de psql.

Voir aussi pg_description, qui assure les mêmes fonctions, mais pour les objets d'une seule base.

Contrairement à la plupart des catalogues systèmes, pg_shdescription est partagée par toutes les bases d'un cluster : il n'existe qu'une seule copie de pg_shdescription par cluster, et non une par base.

Tableau 50.44. Colonnes de pg_shdescription

Nom	Type	Références	Description
<i>objoid</i>	oid	toute colonne OID	L'OID de l'objet concerné par la description
<i>classoid</i>	oid	<i>pg_class.oid</i>	L'OID du catalogue système où cet objet apparaît
<i>description</i>	text		Texte arbitraire servant de description de l'objet

50.45. pg_shseclabel

Le catalogue pg_shseclabel stocke les labels de sécurité pour les objets partagés du serveur. Les labels de sécurité peuvent être manipulés avec la commande SECURITY LABEL(7). Pour une façon plus simple de voir les labels de sécurité, voir Section 50.74, « pg_seclabels ».

Voir aussi pg_seclabel, qui réalise une fonction similaire pour les labels de sécurité sur des objets internes à une base de données.

Contrairement à la plupart des catalogues systèmes, pg_shseclabel est partagé entre toutes les bases de données d'une instance ; il n'existe qu'une copie de pg_shseclabel par instance, et non pas une par base de données.

Tableau 50.45. Colonnes de pg_shseclabel

Nom	Type	Références	Description
<i>objoid</i>	oid	toute colonne OID	L'OID de l'objet auquel s'applique ce label de sécurité
<i>classoid</i>	oid	pg_class.oid	L'OID du catalogue système où cet objet apparaît
<i>provider</i>	text		Le fournisseur de label associé avec ce label.
<i>label</i>	text		Le label de sécurité appliqué à cet objet security label applied to this object.

50.46. pg_statistic

Le catalogue pg_statistic stocke des données statistiques sur le contenu de la base de données. Les entrées sont créées par ANALYZE(7), puis utilisées par le planificateur de requêtes. Les données statistiques sont, par définition des approximations, même si elles sont à jour.

D'habitude, il existe une entrée, avec *staall* = false, pour chaque colonne de table qui a été analysée. Si la table a des enfants, une seconde entrée avec *staall* = true est aussi créé. Cette ligne représente les statistiques de la colonne sur l'arbre d'héritage, autrement dit les statistiques pour les données que vous voyez avec SELECT *colonne* FROM *table**, alors que la ligne *staall* = false représente le résultat de SELECT *column* FROM ONLY *table*.

pg_statistic stocke aussi les données statistiques des valeurs des expressions d'index. Elles sont décrites comme si elles étaient de vraies colonnes ; en particulier, *starelid* référence l'index. Néanmoins, aucune entrée n'est effectuée pour une colonne d'index ordinaire sans expression car cela est redondant avec l'entrée correspondant à la colonne sous-jacente de la table. Actuellement, les entrées pour les expressions d'index ont toujours *staall* = false.

Comme des statistiques différentes peuvent être appropriées pour des types de données différents, pg_statistic ne fait qu'un minimum de suppositions sur les types de statistiques qu'il stocke. Seules des statistiques extrêmement générales (comme les valeurs NULL) ont des colonnes dédiées. Tout le reste est stocké dans des « connecteurs », groupes de colonnes associées dont le contenu est identifié par un numéro de code dans l'une des colonnes du connecteur. Pour plus d'information, voir src/include/catalog/pg_statistic.h.

pg_statistic ne doit pas être lisible par le public, car même les données statistiques sont sensibles. (Exemple : les valeurs maximales et minimales d'une colonne de salaire peuvent être intéressantes). pg_stats est une vue sur pg_statistic accessible à tous, qui n'expose que les informations sur les tables accessibles à l'utilisateur courant.

Tableau 50.46. Colonnes de pg_statistic

Nom	Type	Références	Description
<i>starelid</i>	oid	pg_class.oid	Table ou index à qui la colonne décrite appartient
<i>staattnum</i>	int2	.a tt nu pg_attributem	Numéro de la colonne décrite
<i>staall</i>	bool		Si vrai, les statistiques incluent les colonnes enfants de l'héritage, pas uniquement les valeurs de la relation spécifiée
<i>stanullfrac</i>	float4		Fraction des entrées de la colonne qui ont une valeur NULL
<i>stawidth</i>	int4		Taille moyenne, en octets, des entrées non NULL
<i>stadistinct</i>	float4		Nombre de valeurs distinctes non NULL dans la colonne. Une valeur positive est le nombre réel de valeurs distinctes. Une valeur négative est le néga-

Nom	Type	Références	Description
			tif d'un multiplicateur pour le nombre de lignes dans la table ; par exemple, une colonne dans laquelle 90% des lignes ne sont pas NULL et dans laquelle chaque valeur non NULL apparaît deux fois en moyenne, pourrait être représentée avec un <i>standard deviation</i> à -0,4.
<i>stakindN</i>	int2		Numéro de code indiquant le type de statistiques stockées dans « le connecteur » numéro <i>N</i> de la ligne de pg_statistic.
<i>staopN</i>	oid	.oid pg_operator.oid	Opérateur utilisé pour dériver les statistiques stockées dans « le connecteur » numéro <i>N</i> . Par exemple, un connecteur d'histogramme montre l'opérateur <, qui définit l'ordre de tri des données.
<i>stanumbersN</i>	float4[]		Statistiques numériques du type approprié pour « le connecteur » numéro <i>N</i> ou NULL si le type de connecteur n'implique pas de valeurs numériques.
<i>stavaluesN</i>	anyarray		Valeurs de données de la colonne du type approprié pour « le connecteur » numéro <i>N</i> ou NULL si le type de connecteur ne stocke aucune valeur de données. Chaque valeur d'élément du tableau est en fait du type de données de la colonne indiquée, ou un type en relation comme un type élément d'un tableau, si bien qu'il n'y a aucun moyen de définir le type de ces colonnes plus précisément qu'avec le type anyarray (tableau quelconque).

50.47. pg_tablespace

Le catalogue pg_tablespace enregistre les informations des *tablespaces* disponibles. Les tables peuvent être placées dans des *tablespaces* particuliers pour faciliter l'administration des espaces de stockage.

Contrairement à la plupart des catalogues système, pg_tablespace est partagée par toutes les bases de données du cluster : il n'y a donc qu'une copie de pg_tablespace par cluster, et non une par base.

Tableau 50.47. Colonnes de pg_tablespace

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>spcname</i>	name		Nom du <i>tablespace</i>
<i>spcowner</i>	oid	pg_authid.oid	Propriétaire du <i>tablespace</i> , habituellement l'utilisateur qui l'a créé
<i>spcac1</i>	aclitem[]		Droits d'accès ; voir GRANT(7) et REVOKE(7) pour les détails.
<i>spcoptions</i>	text[]		Options au niveau <i>tablespace</i> , sous la forme de chaînes « motclé=valeur »

50.48. pg_transform

Le catalogue pg_transform stocke des informations à propos des transformations, qui sont un mécanisme pour adapter des types de données aux langages procéduraux. Voir CREATE TRANSFORM(7) pour plus d'informations.

Tableau 50.48. Colonnes de pg_transform

Nom	Type	Références	Description
<i>trftype</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	L'OID du type de donnée auquel cette transformation s'applique
<i>trflang</i>	oid	<i>pg_language.oid</i>	L'OID du langage auquel cette transformation s'applique
<i>trffromsql</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	L'OID de la fonction à utiliser pour la conversion du type de données envoyé au langage procédural (par exemple, les paramètres de la fonction). Zéro est stocké si cette opération n'est pas supportée.
<i>trftosql</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	L'OID de la fonction à utiliser pour convertir les sorties du langage procédural (par exemple, les valeurs de retour) vers le type de données. Zéro est stocké si cette opération n'est pas supportée.

50.49. pg_trigger

Le catalogue *pg_trigger* stocke les informations concernant les déclencheurs des tables et des vues. Voir la commande CREATE TRIGGER(7) pour plus d'informations.

Tableau 50.49. Colonnes de *pg_trigger*

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>tgrelid</i>	oid	<i>pg_class.oid</i>	Table sur laquelle porte le déclencheur
<i>tgname</i>	name		Nom du déclencheur (doit être unique parmi les déclencheurs d'une table)
<i>tgfoid</i>	oid	<i>pg_proc.oid</i>	Fonction à appeler
<i>tgttype</i>	int2		Masque de bits identifiant les conditions de déclenchement
<i>tgenabled</i>	char		Contrôle l'exécution du trigger suivant le mode session_replication_role. O = le trigger se déclenche dans les modes « origin » et « local », D = le trigger est désactivé, R = le trigger s'exécute en mode « replica », A = le trigger s'exécute à chaque fois.
<i>tgisinternal</i>	bool		Vrai si le trigger est généré en interne (habituellement pour forcer la contrainte identifiée par <i>tgconstraint</i>)
<i>tgconstrrelid</i>	oid	<i>pg_class.oid</i>	La table référencée par une contrainte d'intégrité référentielle
<i>tgconstrinid</i>	oid	<i>pg_class.oid</i>	L'index supportant une contrainte unique, clé primaire, clé d'intégrité référentielle, contraint d'exclusion
<i>tgconstraint</i>	oid	. o i <i>pg_constraintid</i>	L'entrée <i>pg_constraint</i> associé au trigger, si elle existe
<i>tgdeferrable</i>	bool		Vrai si le déclencheur contrainte est retardable

Nom	Type	Références	Description
<i>tginitdeferred</i>	bool		Vrai si le déclencheur de contrainte est initialement retardé
<i>tgnargs</i>	int2		Nombre de chaînes d'arguments passées à la fonction du déclencheur
<i>tgattr</i>	int2vector	.a tt nu pg_attributem	numéros de colonne, si le trigger est spécifique à la colonne ; sinon un tableau vide
<i>tgargs</i>	bytea		Chaînes d'arguments à passer au déclencheur, chacune terminée par un NULL
<i>tgqual</i>	pg_node_tree		Arbre d'expression (d'après la représentation de <code>nodeToString()</code> pour la condition WHEN du trigger, ou NULL si aucune

Actuellement, les triggers spécifiques par colonne sont supportés seulement pour les événements UPDATE et, du coup, *tgattr* est valable seulement pour ce type d'événements. *tgttype* pourrait contenir des informations pour d'autres types d'événement mais ils sont supposés valides pour la table complète, quel que soit le contenu de *tgattr*.



Note

Quand *tgconstraint* est différent de zéro, *tgconstrrelid*, *tgconstrinid*, *tgdeferrable* et *tginitdeferred* sont grandement redondants avec l'entrée pg_constraint référencée. Néanmoins, il est possible qu'un trigger non déferrable soit associé à une contrainte déferrable : les contraintes de clé étrangère peuvent avoir quelques triggers déferrables et quelques triggers non déferrables.



Note

`pg_class.relastriggers` doit valoir true si la relation possède au moins un trigger dans ce catalogue.

50.50. pg_ts_config

Le catalogue pg_ts_config contient des entrées représentant les configurations de la recherche plein texte. Une configuration spécifie un analyseur et une liste de dictionnaires à utiliser pour chacun des types d'éléments en sortie de l'analyseur. L'analyseur est présenté dans l'entrée de pg_ts_config mais la correspondance élément/dictionnaire est définie par des entrées supplémentaires dans pg_ts_config_map.

Les fonctionnalités de recherche plein texte de PostgreSQL™ sont expliquées en détail dans Chapitre 12, Recherche plein texte.

Tableau 50.50. Colonnes de pg_ts_config

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>cfgname</i>	name		Nom de la configuration
<i>cfnamespace</i>	oid	.o pg_namespac eid	OID du namespace qui contient la configuration
<i>cfgowner</i>	oid	pg_authid.oid	Propriétaire de la configuration
<i>cfgparser</i>	oid	.o pg_ts_parserid	OID de l'analyseur pour la configuration

50.51. pg_ts_config_map

Le catalogue pg_ts_config_map contient des entrées présentant les dictionnaires de recherche plein texte à consulter et l'ordre de consultation, pour chaque type de lexème en sortie de chaque analyseur de configuration.

Les fonctionnalités de la recherche plein texte de PostgreSQL™ sont expliquées en détail dans Chapitre 12, Recherche plein texte.

Tableau 50.51. Colonnes de pg_ts_config_map

Nom	Type	Références	Description
<i>mapcfg</i>	oid	.o pg_ts_configid	OID de l'entrée pg_ts_config qui possède l'entrée
<i>maptokentype</i>	integer		Un type de lexème émis par l'analyseur de configuration
<i>mapseqno</i>	integer		Ordre dans lequel consulter l'entrée (les plus petits <i>mapseqno</i> en premier)
<i>mapdict</i>	oid	pg_ts_dict.oid	OID du dictionnaire de recherche plein texte à consulter

50.52. pg_ts_dict

Le catalogue pg_ts_dict contient des entrées définissant les dictionnaires de recherche plein texte. Un dictionnaire dépend d'un modèle de recherche plein texte qui spécifie toutes les fonctions d'implantation nécessaires ; le dictionnaire lui-même fournit des valeurs pour les paramètres utilisateur supportés par le modèle. Cette division du travail permet la création de dictionnaires par des utilisateurs non privilégiés. Les paramètres sont indiqués par une chaîne, *dictinitoption*, dont le format et la signification dépendent du modèle.

Les fonctionnalités de la recherche plein texte de PostgreSQL™ sont expliquées en détail dans Chapitre 12, Recherche plein texte.

Tableau 50.52. Colonnes de pg_ts_dict

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>dictname</i>	name		Nom du dictionnaire de recherche plein texte
<i>dictnamespace</i>	oid	pg_namespace.oid	OID du namespace contenant le dictionnaire
<i>dictowner</i>	oid	pg_authid.oid	Propriétaire du dictionnaire
<i>dicttemplate</i>	oid	pg_ts_template.oid	OID du modèle de recherche plein texte du dictionnaire
<i>dictinitoption</i>	text		Chaîne d'options d'initialisation du modèle

50.53. pg_ts_parser

Le catalogue pg_ts_parser contient des entrées définissant les analyseurs de la recherche plein texte. Un analyseur est responsable du découpage du texte en entrée en lexèmes et de l'assignation d'un type d'élément à chaque lexème. Puisqu'un analyseur doit être codé à l'aide de fonctions écrites en langage C, la création de nouveaux analyseurs est restreinte aux superutilisateurs des bases de données.

Les fonctionnalités de la recherche plein texte de PostgreSQL™ sont expliquées en détail dans Chapitre 12, Recherche plein texte.

Tableau 50.53. Colonnes de pg_ts_parser

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>prsname</i>	name		Nom de l'analyseur de recherche plein texte
<i>prsnamespace</i>	oid	.o pg_namespaceid	OID du namespace qui contient l'analyseur
<i>prsststart</i>	regproc	pg_proc.oid	OID de la fonction de démarrage de l'analyseur
<i>prstoken</i>	regproc	pg_proc.oid	OID de la fonction next-token de l'analyseur

Nom	Type	Références	Description
<i>prsend</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	OID de la fonction d'arrêt de l'analyseur
<i>prsheadline</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	OID de la fonction headline de l'analyseur
<i>prslexttype</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	OID de la fonction lexttype de l'analyseur

50.54. pg_ts_template

Le catalogue `pg_ts_template` contient des entrées définissant les modèles de recherche plein texte. Un modèle est le squelette d'implantation d'une classe de dictionnaires de recherche plein texte. Puisqu'un modèle doit être codé à l'aide de fonctions codées en langage C, la création de nouveaux modèles est restreinte aux superutilisateurs des bases de données.

Les fonctionnalités de la recherche plein texte de PostgreSQL™ sont expliquées en détail dans Chapitre 12, Recherche plein texte.

Tableau 50.54. Colonnes de `pg_ts_template`

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>tmplname</i>	name		Nom du modèle de recherche plein texte
<i>tmplnamespace</i>	oid	.o <code>pg_namespaceid</code>	OID du <i>namespace</i> qui contient le modèle
<i>tmplinit</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	OID de la fonction d'initialisation du modèle
<i>tmpllexize</i>	regproc	<code>pg_proc.oid</code>	OID de la fonction lexize du modèle

50.55. pg_type

Le catalogue `pg_type` stocke les informations concernant les types de données. Les types basiques et d'énumération (types scalaires) sont créés avec la commande `CREATE TYPE(7)` et les domaines avec `CREATE DOMAIN(7)`. Un type composite est créé automatiquement pour chaque table de la base pour représenter la structure des lignes de la table. Il est aussi possible de créer des types composites avec **CREATE TYPE AS**.

Tableau 50.55. Colonnes de `pg_type`

Nom	Type	Références	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>typename</i>	name		Nom du type
<i>typnamespace</i>	oid	.o <code>pg_namespaceid</code>	OID du <i>namespace</i> qui contient le type
<i>typowner</i>	oid	<code>pg_authid.oid</code>	Propriétaire du type
<i>typlen</i>	int2		Pour les types de taille fixe, <i>typlen</i> est le nombre d'octets de la représentation interne du type. Mais pour les types de longueur variable, <i>typlen</i> est négatif. -1 indique un type « varlena » (qui a un attribut de longueur), -2 indique une chaîne C terminée par le caractère NULL.
<i>typbyval</i>	bool		<i>typbyval</i> détermine si les routines internes passent une valeur de ce type par valeur ou par référence. <i>typbyval</i> doit être faux si <i>typlen</i> ne vaut pas 1, 2 ou 4 (ou 8 sur les machines dont le mot-machine est de 8 octets). Les types de longueur variable sont toujours passés par référence. <i>typbyval</i> peut être faux même si la longueur permet un passage par valeur.
<i>typtype</i>	char		<i>typtype</i> vaut b pour un type de base, c pour un

Nom	Type	Références	Description
			type composite (le type d'une ligne de table, par exemple), <i>d</i> pour un domaine, <i>e</i> pour un enum, <i>p</i> pour un pseudo-type ou <i>r</i> pour un type range. Voir aussi <i>typelid</i> et <i>typbasetype</i> .
<i>typcategory</i>	char		<i>typcategory</i> est une classification arbitraire de types de données qui est utilisée par l'analyseur pour déterminer la conversion implicite devant être « préférée ». Voir Tableau 50.56, « Codes <i>typcategory</i> »
<i>typispreferred</i>	bool		Vrai si ce type est une cible de conversion préférée dans sa <i>typcategory</i>
<i>typisdefined</i>	bool		Vrai si le type est défini et faux s'il ne s'agit que d'un conteneur pour un type qui n'est pas encore défini. Lorsque <i>typisdefined</i> est faux, rien, à part le nom du type, le <i>namespace</i> et l'OID, n'est fiable.
<i>typdelim</i>	char		Caractère qui sépare deux valeurs de ce type lorsque le programme lit les valeurs d'un tableau en entrée. Le délimiteur est associé au type d'élément du tableau, pas au type tableau.
<i>typelid</i>	oid	<i>pg_class.oid</i>	S'il s'agit d'un type composite (voir <i>typetyp</i> e), alors cette colonne pointe vers la ligne de <i>pg_class</i> qui définit la table correspondante. Pour un type composite sans table, l'entrée dans <i>pg_class</i> ne représente pas vraiment une table, mais elle est néanmoins nécessaire pour trouver les lignes de <i>pg_attribute</i> liées au type. 0 pour les types autres que composites.
<i>typelem</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	Si <i>typelem</i> est différent de zéro, alors il identifie une autre ligne de <i>pg_type</i> . Le type courant peut alors être utilisé comme un tableau contenant des valeurs de type <i>typelem</i> . Un « vrai » type tableau a une longueur variable (<i>typelen</i> = -1), mais certains types de longueur fixe (<i>typelen</i> > 0) ont aussi un <i>typelem</i> non nul, par exemple name et point. Si un type de longueur fixe a un <i>typelem</i> , alors sa représentation interne est composée d'un certain nombre de valeurs du type <i>typelem</i> , sans autre donnée. Les types de données tableau de taille variable ont un en-tête défini par les sous-routines de tableau.
<i>typarray</i>	oid	<i>pg_type.oid</i>	Si <i>typarray</i> est différent de zéro, alors il identifie une autre ligne dans <i>pg_type</i> , qui est le type tableau « true » disposant de ce type en élément.
<i>typinput</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	Fonction de conversion en entrée (format texte)
<i>typoutput</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	Fonction de conversion en sortie (format texte)
<i>typreceive</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	Fonction de conversion en entrée (format binaire), ou 0 s'il n'y en a pas
<i>typsend</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	Fonction de conversion en sortie (format binaire), ou 0 s'il n'y en a pas
<i>typmodin</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	Fonction en entrée de modification du type ou 0 si le type ne supporte pas les modificateurs
<i>typmodout</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	Fonction en sortie de modification du type ou 0 pour utiliser le format standard
<i>typanalyze</i>	regproc	<i>pg_proc.oid</i>	Fonction ANALYZE personnalisée ou 0 pour utiliser la fonction standard

Nom	Type	Références	Description
<i>typalign</i>	char		<p><i>typalign</i> est l'alignement requis pour stocker une valeur de ce type. Cela s'applique au stockage sur disque ainsi qu'à la plupart des représentations de cette valeur dans PostgreSQL™. Lorsque des valeurs multiples sont stockées consécutivement, comme dans la représentation d'une ligne complète sur disque, un remplissage est inséré avant la donnée de ce type pour qu'elle commence à l'alignement indiqué. La référence de l'alignement est le début de la première donnée de la séquence.</p> <p>Les valeurs possibles sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • c = alignement char, aucun alignement n'est nécessaire ; • s = alignement short (deux octets sur la plupart des machines) ; • i = alignement int (quatre octets sur la plupart des machines) ; • d = alignement double (huit octets sur la plupart des machines, mais pas sur toutes).
			 Note <p>Pour les types utilisés dans les tables systèmes il est indispensable que les tailles et alignements définis dans pg_type soient en accord avec la façon dont le compilateur dispose la colonne dans une structure représentant une ligne de table.</p>
<i>typstorage</i>	char		<p><i>typstorage</i> indique, pour les types varlena (ceux pour lesquels <i>typlen</i> = -1), si le type accepte le TOASTage et la stratégie par défaut à utiliser pour les attributs de ce type. Les valeurs possibles sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • p : la valeur doit être stockée normalement ; • e : la valeur peut être stockée dans une relation « secondaire » (si la relation en a une, voir pg_class.reltoastrelid) ; • m : la valeur peut être stockée compressée sur place ; • x : la valeur peut être stockée compressée sur place ou stockée dans une relation « secondaire ». <p>Les colonnes m peuvent aussi être déplacées dans une table de stockage secondaire, mais seulement en dernier recours (les colonnes e et x sont déplacées les premières).</p>
<i>typnotnull</i>	bool		Représente une contrainte non NULL.
<i>typbasetype</i>	oid	pg_type.oid	S'il s'agit d'un domaine (voir <i>typtype</i>), alors <i>typbasetype</i> identifie le type sur lequel celui-ci

Nom	Type	Références	Description
			est fondé. 0 s'il ne s'agit pas d'un domaine.
<i>typmod</i>	int4		Les domaines utilisent ce champ pour enregistrer le typmod à appliquer à leur type de base (-1 si le type de base n'utilise pas de typmod). -1 si ce type n'est pas un domaine.
<i>ndims</i>	int4		Le nombre de dimensions de tableau pour un domaine sur un tableau (c'est-à-dire dont <i>base_type</i> est un type tableau). 0 pour les types autres que les domaines sur des types tableaux.
<i>collation</i>	oid	.o pg_collationid	<i>collation</i> spécifie le collationnement du type. Si le type ne supporte pas les collationnements, cette colonne vaut zéro. Un type de base qui supporte les collationnements aura DEFAULT_COLLATION_OID ici. Un domaine sur un type collationnable peut avoir un autre OID de collationnement si ce dernier a été précisé pour le domaine.
<i>defaultbin</i>	pg_node_tree		Si <i>defaultbin</i> n'est pas NULL, ce champ est la représentation nodeToString() d'une expression par défaut pour le type. Ceci n'est utilisé que pour les domaines.
<i>default</i>	text		NULL si le type n'a pas de valeur par défaut associée. Si <i>defaultbin</i> est non NULL, ce champ doit contenir une version lisible de l'expression par défaut représentée par <i>defaultbin</i> . Si <i>defaultbin</i> est NULL et si ce champ ne l'est pas, alors il stocke la représentation externe de la valeur par défaut du type, qui peut être passée à la fonction de conversion en entrée du type pour produire une constante.
<i>acl1</i>	aclitem[]		Droits d'accès ; voir GRANT(7) et REVOKE(7) pour les détails

Tableau 50.56, « Codes *typcategory* » liste les valeurs de *typcategory* définies par le système. Tout ajout futur à la liste sera aussi une lettre ASCII majuscule. Tous les autres caractères ASCII sont réservés pour les catégories définies par l'utilisateur.

Tableau 50.56. Codes *typcategory*

Code	Catégorie
A	Types tableaux
B	Types booléens
C	Types composites
D	Types date/time
E	Types enum
G	Types géométriques
I	Types adresses réseau
N	Types numériques
P	Pseudo-types
S	Types chaînes
R	Types range
T	Types 'Timespan' (étendue de temps, intervalle)

Code	Catégorie
U	Types définis par l'utilisateur
V	Types Bit-string
X	Type unknown

50.56. pg_user_mapping

Le catalogue pg_user_mapping stocke les correspondances entre utilisateurs locaux et distants. L'accès à ce catalogue est interdite aux utilisateurs normaux, utilisez la vue pg_user_mappings à la place.

Tableau 50.57. Colonnes de pg_user_mapping

Nom	Type	Référence	Description
<i>oid</i>	oid		Identifiant de ligne (attribut caché ; doit être sélectionné explicitement)
<i>umuser</i>	oid	<code>pg_authid.oid</code>	OID du rôle à faire correspondre, 0 si l'utilisateur à correspondre est public.
<i>umserver</i>	oid	<code>pg_foreign_server.oid</code>	L'OID du serveur distant qui contient cette correspondance
<i>umoptions</i>	text[]		Options spécifiques à la correspondance d'utilisateurs, sous forme de chaînes « motclé=valeur ». Cette colonne s'affichera comme NULL sauf si l'utilisateur courant est celui en cours de correspondance ou si la correspondance concerne PUBLIC et que l'utilisateur courant est le propriétaire du serveur ou que l'utilisateur courant est un superutilisateur. Le but est de protéger les informations sur les mots de passe, enregistrées dans une option de la correspondance d'utilisateur.

50.57. Vues système

En plus des catalogues système, PostgreSQL™ fournit un certain nombre de vues internes. Certaines fournissent un moyen simple d'accéder à des requêtes habituellement utilisées dans les catalogues systèmes. D'autres vues donnent accès à l'état interne du serveur.

Le schéma d'information (Chapitre 35, Schéma d'information) fournit un autre ensemble de vues qui recouvrent les fonctionnalités des vues système. Comme le schéma d'information fait parti du standard SQL, alors que les vues décrites ici sont spécifiques à PostgreSQL™, il est généralement préférable d'utiliser le schéma d'information si celui-ci apporte toutes les informations nécessaires.

Tableau 50.58, « Vues système » liste les vues systèmes décrites plus en détails dans la suite du document. Il existe de plus des vues permettant d'accéder aux résultats du collecteur de statistiques elles sont décrites dans le Tableau 28.2, « Vues sur les statistiques récupérées ».

Sauf lorsque c'est indiqué, toutes les vues décrites ici sont en lecture seule.

Tableau 50.58. Vues système

Nom de la vue	But
pg_available_extensions	extensions disponibles
pg_available_extension_versions	versions disponibles des extensions
pg_config	paramètres de configuration au moment de la compilation
pg_cursors	curseurs ouverts
pg_file_settings	résumé du contenu des fichiers de configuration
pg_group	groupe d'utilisateurs de la base de données
pg_indexes	index
pg_locks	verrous actuellement détenus ou en attente currently held or awaited
pg_matviews	vues matérialisées
pg_policies	politiques de sécurité
pg_prepared_statements	instructions préparées
pg_prepared_xacts	transactions préparées
pg_replication_origin_status	information sur les origines de réPLICATION, incluant la progression de la réPLICATION
pg_replication_slots	informations sur les slots de réPLICATION
pg_roles	rôles des bases de données
pg_rules	règles
pg_seclabels	labels de sécurité
pg_settings	configuration
pg_shadow	utilisateurs des bases de données
pg_stats	statistiques du planificateur
pg_tables	tables
pg_timezone_abrevs	abréviations des fuseaux horaires
pg_timezone_names	noms des fuseaux horaires
pg_user	utilisateurs des bases de données
pg_user_mappings	user mappings
pg_views	vues

50.58. pg_available_extensions

La vue pg_available_extensions liste les extensions disponibles pour cette installation. Voir aussi le catalogue pg_extension qui affiche les extensions actuellement installées.

Tableau 50.59. Colonnes de pg_available_extensions

Nom	Type	Description
<i>name</i>	name	Nom de l'extension
<i>default_version</i>	text	Nom de la version par défaut, ou NULL si aucune version n'est indiquée
<i>installed_version</i>	text	Version actuellement installée pour cette extension, ou NULL si elle n'est pas installée
<i>comment</i>	text	Chaîne de commentaire à partir du fichier de contrôle de l'extension

La vue pg_available_extensions est en lecture seule.

50.59. pg_available_extension_versions

La vue pg_available_extension_versions liste les versions spécifiques des extensions disponibles sur cette installation. Voir aussi le catalogue pg_extension qui affiche les extensions actuellement installées.

Tableau 50.60. Colonnes de pg_available_extension_versions

Nom	Type	Description
<i>name</i>	name	Nom de l'extension
<i>version</i>	text	Nom de la version
<i>installed</i>	bool	Vrai si cette version de l'extension est actuellement installée
<i>superuser</i>	bool	Vrai si seuls les superutilisateurs sont autorisés à installer cette extension
<i>relocatable</i>	bool	Vrai si l'extension peut être déplacée dans un autre schéma
<i>schema</i>	name	Nom du schéma dans lequel l'extension doit être installée ou NULL si elle est déplaçable partiellement ou complètement
<i>requires</i>	name[]	Noms des extensions requises, ou NULL si aucune extension supplémentaire n'est nécessaire
<i>comment</i>	text	Chaîne de commentaire provenant du fichier de contrôle de l'extension

La vue pg_available_extension_versions est en lecture seule.

50.60. pg_config

La vue pg_config décrit les paramètres de configuration au moment de la compilation, pour la version actuellement installée de PostgreSQL™. Elle a pour but d'être utilisé par les paquets logiciels souhaitant une interface vers PostgreSQL™ pour faciliter la recherche des fichiers d'en-tête et bibliothèques. Elle fournit les mêmes informations basiques que l'outil client pg_config(1) de PostgreSQL™.

Par défaut, la vue pg_config peut seulement être lue par des superutilisateurs.

Tableau 50.61. Colonnes de pg_config

Nom	Type	Description
<i>name</i>	text	Le nom du paramètre
<i>setting</i>	text	La valeur du paramètre

50.61. pg_cursors

La vue pg_cursors liste les curseurs actuellement disponibles. Les curseurs peuvent être définis de plusieurs façons :

- via l'instruction SQL DECLARE(7) ;
- via le message Bind du protocole frontend/backend, décrit dans le Section 51.2.3, « Requête étendue » ;
- via l'interface de programmation du serveur (SPI), décrite dans le Section 45.1, « Fonctions d'interface ».

La vue pg_cursors affiche les curseurs créés par tout moyen précédent. Les curseurs n'existent que pour la durée de la transaction qui les définit, sauf s'ils ont été déclarés avec WITH HOLD. De ce fait, les curseurs volatils (*non-holdable*) ne sont présents dans la vue que jusqu'à la fin de la transaction qui les a créés.



Note

Les curseurs sont utilisés en interne pour coder certains composants de PostgreSQL™, comme les langages procéduraux. La vue pg_cursors peut ainsi inclure des curseurs qui n'ont pas été créés explicitement par l'utilisateur.

Tableau 50.62. Colonnes de pg_cursors

Nom	Type	Description
<i>name</i>	text	Le nom du curseur
<i>statement</i>	text	La chaîne utilisée comme requête pour créer le curseur
<i>is_holdable</i>	boolean	true si le curseur est persistant (<i>holdable</i>) (c'est-à-dire s'il peut être accédé après la validation de la transaction qui l'a déclaré) ; false sinon
<i>is_binary</i>	boolean	true si le curseur a été déclaré binaire (BINARY) ; false sinon
<i>is_scrollable</i>	boolean	true si le curseur autorise une récupération non séquentielle des lignes ; false sinon
<i>creation_time</i>	timestamptz	L'heure à laquelle le curseur a été déclaré

La vue pg_cursors est en lecture seule.

50.62. pg_file_settings

La vue pg_file_settings fournit un résumé du contenu des fichiers de configuration du serveur. Une ligne apparaît dans cette vue pour chaque entrée « nom = valeur » apparaissant dans les fichiers, avec des annotations indiquant si la valeur peut être appliquée avec succès. Des lignes additionnelles peuvent apparaître pour des problèmes non liés aux entrées « nom = valeur », comme des erreurs de syntaxe dans les fichiers.

Cette vue est utile pour vérifier que les changements envisagés dans les fichiers de configuration fonctionneront, ou pour diagnostiquer une erreur intervenue. Notez que cette vue rapporte sur le contenu *courant* des fichiers, pas sur ce qui a été appliqué dernièrement par le serveur. (La vue pg_settings est généralement suffisante pour indiquer cela.)

Par défaut, la vue pg_file_settings peut être seulement lue par les superutilisateurs.

Tableau 50.63. Colonnes de pg_file_settings

Nom	Type	Description
<i>sourcefile</i>	text	Chemin complet du fichier de configuration
<i>sourceline</i>	integer	Numéro de ligne dans le fichier de configuration où l'entrée apparaît
<i>seqno</i>	integer	L'ordre dans lequel les entrées sont traitées (1..n)
<i>name</i>	text	Nom du paramètre de configuration
<i>setting</i>	text	Valeur à assigner au paramètre
<i>applied</i>	boolean	Vrai si la valeur peut être appliquée avec succès
<i>error</i>	text	Si non NULL, un message d'erreur indiquant pourquoi cette entrée ne peut pas être appliquée

Si le fichier de configuration contient des erreurs de syntaxe ou des noms de paramètres invalides, le serveur n'essaiera pas d'appliquer les réglages correspondants, et en conséquence tous les champs correspondants auront false pour valeur *applied*. Dans de tels cas, il y aura une ou plusieurs lignes avec des champs *error* non NULL indiquant le ou les problèmes. Dans le cas

contraire, les réglages individuels seront appliquées si possible. Si un réglage individuel ne peut être appliqué (par exemple, une valeur invalide, ou le réglage ne peut être modifié qu'après le démarrage du serveur), il y aura un message approprié dans le champ `error`. Une autre manière d'avoir une entrée avec un champ `applied` à false est que le réglage est réécrit par une entrée ultérieure dans le fichier de configuration. Ce cas n'est pas considéré comme une erreur, aussi rien n'apparaît dans le champ `error`.

Voir Section 19.1, « Paramètres de configuration » pour plus d'informations concernant les diverses manières de modifier les paramètres d'exécution.

50.63. pg_group

La vue `pg_group` existe pour des raisons de compatibilité ascendante : elle émule un catalogue qui a existé avant la version 8.1 de PostgreSQL™. Elle affiche les noms et membres de tous les rôles dont l'attribut `rolcanlogin` est dévalidé, ce qui est une approximation des rôles utilisés comme groupes.

Tableau 50.64. Colonnes de pg_group

Nom	Type	Références	Description
<code>groname</code>	<code>name</code>	<code>.roln</code> <code>pg_authid.ame</code>	Nom du groupe
<code>grosysid</code>	<code>oid</code>	<code>pg_authid.oid</code>	Identifiant du groupe
<code>grolist</code>	<code>oid[]</code>	<code>pg_authid.oid</code>	Un tableau contenant les identifiants des rôles du groupe

50.64. pg_indexes

La vue `pg_indexes` fournit un accès aux informations utiles sur chaque index de la base de données.

Tableau 50.65. Colonnes de pg_indexes

Nom	Type	Références	Description
<code>schemaname</code>	<code>name</code>	<code>pg_namespace.nspname</code>	Nom du schéma contenant les tables et index
<code>tablename</code>	<code>name</code>	<code>pg_class.relname</code>	Nom de la table portant l'index
<code>indexname</code>	<code>name</code>	<code>pg_class.relname</code>	Nom de l'index
<code>tablespace</code>	<code>name</code>	<code>pg_tablespace.spcname</code>	Nom du <code>tablespace</code> contenant l'index (NULL s'il s'agit de celui par défaut pour la base de données)
<code>indexdef</code>	<code>text</code>		Définition de l'index (une commande CREATE INDEX reconstruite)

50.65. pg_locks

La vue `pg_locks` fournit un accès aux informations concernant les verrous détenus par les transactions actives sur le serveur de bases de données. Voir le Chapitre 13, Contrôle d'accès simultané pour une discussion plus importante sur les verrous.

`pg_locks` contient une ligne par objet verrouillable actif, type de verrou demandé et processus associé. Un même objet verrouillable peut apparaître plusieurs fois si plusieurs processus ont posé ou attendent des verrous sur celui-ci. Toutefois, un objet qui n'est pas actuellement verrouillé n'apparaît pas.

Il existe plusieurs types distincts d'objets verrouillables : les relations complètes (tables, par exemple), les pages individuelles de relations, des tuples individuels de relations, les identifiants de transaction (virtuels et permanents) et les objets généraux de la base de données (identifiés par l'OID de la classe et l'OID de l'objet, de la même façon que dans `pg_description` ou `pg_depend`). De plus, le droit d'étendre une relation est représenté comme un objet verrouillable distinct. Et enfin, les verrous informatifs peuvent être pris sur les numéros qui ont la signification définie par l'utilisateur.

Tableau 50.66. Colonnes de pg_locks

Nom	Type	Références	Description
<code>locktype</code>	<code>text</code>		Type de l'objet verrouillable : <code>relation</code> , <code>ext</code>

Nom	Type	Références	Description
			tend, page, tuple, transactionid, virtualxid, object, userlock ou advisory
<i>database</i>	oid	.oi pg_databased	L'OID de la base de données dans laquelle existe l'objet à verrouiller, 0 si la cible est un objet partagé ou NULL si l'objet est un identifiant de transaction
<i>relation</i>	oid	pg_class.oid	L'OID de la relation visée par le verrouillage, ou NULL si la cible n'est ni une relation ni une partie de relation
<i>page</i>	integer		Le numéro de page visé par le verrouillage à l'intérieur de cette relation ou NULL si la cible n'est pas un tuple ou une page de relation
<i>tuple</i>	smallint		Le numéro du tuple dans la page, ciblé par le verrouillage, ou NULL si la cible n'est pas un tuple
<i>virtualxid</i>	text		L'identifiant virtuel de transaction visé par le verrouillage, ou NULL si la cible n'est pas un identifiant virtuel de transaction
<i>transactionid</i>	xid		L'identifiant de transaction ciblé par le verrouillage ou NULL si la cible n'est pas un identifiant de transaction
<i>classid</i>	oid	pg_class.oid	L'OID du catalogue système contenant la cible du verrouillage ou NULL si la cible n'est pas un objet général de la base de données
<i>objid</i>	oid	n'importe quelle colonne OID	L'OID de la cible du verrouillage dans son catalogue système ou NULL si la cible n'est pas un objet général de la base de données
<i>objsubid</i>	smallint		Numéro de la colonne ciblée par le verrou (<i>classid</i> et <i>objid</i> font référence à la table elle-même), ou 0 si la cible est un autre objet de la base de données, ou NULL si l'objet n'est pas un objet de la base de données.
<i>virtualtransaction</i>	text		L'identifiant virtuel de la transaction qui détient ou attend le verrou.
<i>pid</i>	integer		L'identifiant du processus serveur qui détient ou attend le verrou. NULL si le verrou est possédé par une transaction préparée.
<i>mode</i>	text		Nom du type de verrou détenu ou attendu par ce processus (voir la Section 13.3.1, « Verrous de niveau table » et Section 13.2.3, « Niveau d'Isolation Serializable »)
<i>granted</i>	boolean		True si le verrou est détenu, false s'il est attendu
<i>fastpath</i>	boolean		True si le verrou a été obtenu grâce au raccourci, false s'il a été obtenu via la table principale des verrous

granted est true sur une ligne représentant un verrou tenu par le processus indiqué. False indique que le processus attend l'acquisition de ce verrou, ce qui implique qu'au moins un autre processus détient ou est en attente d'un verrou en conflit sur le même objet. Le processus en attente dormira jusqu'à ce que l'autre verrou soit relâché (ou qu'une situation de deadlock soit détectée). Un processus seul ne peut attendre qu'au plus un verrou à la fois.

Au cours de l'exécution d'une transaction, un processus serveur détient un verrou exclusif sur l'identifiant virtuel de transaction. Si un identifiant permanent est affecté à la transaction (ce qui arrive normalement seulement si la transaction modifie l'état de la base), il détient aussi un verrou exclusif sur l'identifiant permanent de transaction jusqu'à sa fin. Quand un processus a besoin d'attendre la fin d'une autre transaction, il le fait en tentant d'acquérir un verrou partagé sur l'identifiant virtuel ou permanent de cette autre transaction. Ceci ne réussira que quand l'autre transaction se termine et relâche son verrou.

Bien que les lignes constituent un type d'objet verrouillable, les informations sur les verrous de niveau ligne sont stockées sur disque, et non en mémoire. Ainsi, les verrous de niveau ligne n'apparaissent normalement pas dans cette vue. Si un processus attend un verrou de niveau ligne, elle apparaît sur la vue comme en attente de l'identifiant permanent de la transaction actuellement détentrice de ce verrou de niveau ligne.

Les verrous consultatifs peuvent être acquis par des clés constituées soit d'une seule valeur bigint, soit de deux valeurs integer. Une clé bigint est affichée avec sa moitié haute dans la colonne *classid*, sa partie basse dans la colonne *objid* et *objsubid* à 1. La valeur bigint originale peut être recréée avec l'expression `(classid::bigint << 32) | objid::bigint`. Les clés integer sont affichées avec la première clé dans la colonne *classid*, la deuxième clé dans la colonne *objid* et *objsubid* à 2. La signification réelle des clés est laissée à l'utilisateur. Les verrous consultatifs sont locaux à chaque base, la colonne *database* a donc un sens dans ce cas.

Bien qu'il soit possible d'obtenir des informations sur les processus bloquant d'autres processus en joignant la vue `pg_locks` avec elle-même, c'est très difficile à réaliser correctement dans le détail. Une telle requête devrait intégrer toutes les informations sur les conflits des modes de verrous. Pire, la vue `pg_locks` n'expose pas d'informations sur les processus en avance des autres dans les queues d'attente de verrous, pas plus que des informations sur les processus exécutés en parallèle pour d'autres sessions clientes. Il est préférable d'utiliser la fonction `pg_blocking_pids()` (voir Tableau 9.59, « Fonctions d'information de session ») pour identifier les processus bloqués par d'autres processus.

`pg_locks` fournit une vue globale de tous les verrous du cluster, pas seulement de ceux de la base en cours d'utilisation. Bien que la colonne *relation* puisse être jointe avec `pg_class.oid` pour identifier les relations verrouillées, ceci ne fonctionne correctement qu'avec les relations de la base accédée (celles pour lesquelles la colonne *database* est l'OID de la base actuelle ou 0).

La vue `pg_locks` affiche des données provenant du gestionnaire de verrous standards et du gestionnaire de verrous de prédictats, qui sont des systèmes autrement séparés ; de plus, le gestionnaire de verrous standards sous-divise ses verrous en verrous réguliers et en verrous rapides (*fast-path*). Cette donnée n'est pas garantie comme étant entièrement cohérente. Quand la vue est exécutée, les données des verrous fast-path (avec `fastpath = true`) sont récupérées à partir de chaque processus, un à la fois, sans geler l'état du gestionnaire des verrous. Donc il est possible que des verrous soient pris ou relâchés pendant la récupération de l'information. Néanmoins, notez que ces verrous sont connus pour ne pas entrer en conflit avec les autres verrous déjà détenus. Après que tous les processus serveurs aient été interrogés pour connaître leur verrou fast-path, le reste du gestionnaire des verrous standards est verrouillé de manière unitaire et une image cohérente de tous les verrous restants est collectée en une seule opération atomique. Après avoir déverrouillé le gestionnaire de verrous standards, le gestionnaire de verrous de prédictats est verrouillé de la même manière et tous les verrous de prédictats sont récupérés en une action atomique. Du coup, avec l'exception des verrous fast-path, chaque gestionnaire de verrous délivrera un état cohérent des résultats mais, comme nous ne verrouillons pas les deux gestionnaires de verrous simultanément, il est possible que les verrous soient pris ou relâchés après avoir interrogé du gestionnaire de verrous standards et avant avoir interrogé le gestionnaire des verrous de prédictats.

Verrouiller le gestionnaire de verrous standards ou de prédictats peut avoir un impact sur les performances de la base de données si cette vue est fréquemment interrogée. Les verrous sont bloqués le temps minimum nécessaire pour obtenir les données des gestionnaires de verrous mais cela n'élimine pas complètement la possibilité d'un impact sur les performances.

La colonne *pid* peut être jointe à la colonne *pid* de la vue `pg_stat_activity` pour obtenir plus d'informations sur la session qui détient ou attend un verrou, par exemple :

```
SELECT * FROM pg_locks pl LEFT JOIN pg_stat_activity psa
  ON pl.pid = psa.pid;
```

. De plus, si des transactions préparées sont utilisées, la colonne *virtualtransaction* peut être jointe à la colonne *transaction* de la vue `pg_prepared_xacts` pour obtenir plus d'informations sur les transactions préparées qui détiennent des verrous. (Une transaction préparée ne peut jamais être en attente d'un verrou mais elle continue à détenir les verrous qu'elle a acquis pendant son exécution.) Par exemple :

```
SELECT * FROM pg_locks pl LEFT JOIN pg_prepared_xacts ppx
  ON pl.virtualtransaction = '-1/' || ppx.transaction;
```

50.66. pg_matviews

La vue `pg_matviews` donne accès à des informations utiles sur chaque vue matérialisée de la base.

Tableau 50.67. Colonnes de pg_matviews

Nom	Type	Références	Description
<i>schemaname</i>	name	<code>pg_namespace.nspname</code>	Nom du schéma contenant la vue matérialisée
<i>matviewname</i>	name	<code>pg_class.relname</code>	Nom de la vue matérialisée
<i>matviewowner</i>	name	<code>pg_authid.rolname</code>	Nom du propriétaire de la vue matérialisée
<i>tablespace</i>	name	<code>pg_tablespace.spcname</code>	Nom du tablespace contenant la vue matérialisée (null s'il s'agit du tablespace par défaut pour cette base)
<i>hasindexes</i>	boolean		Vrai si la vue matérialisée a (ou a eu) des index
<i>ispopulated</i>	boolean		Vrai si la vue matérialisée est peuplée
<i>definition</i>	text		Définition de la vue matérialisée (une requête <code>SELECT</code> reconstruite)

50.67. pg_policies

La vue `pg_policies` donne accès à des informations utiles à propos des politiques de sécurité niveau ligne dans la base de données.

Tableau 50.68. Colonnes de pg_policies

Nom	Type	Références	Description
<i>schemaname</i>	name	<code>pg_namespace.nspname</code>	Nom du schéma contenant la table sur laquelle la politique de sécurité s'applique
<i>tablename</i>	name	<code>pg_class.relname</code>	Nom de la table sur laquelle la politique de sécurité s'applique
<i>policyname</i>	name	<code>pg_policy.polname</code>	Nom de la politique de sécurité
<i>roles</i>	name[]		Les rôles auxquels s'applique cette politique de sécurité
<i>cmd</i>	text		Le type de commande auquel s'applique la politique de sécurité
<i>qual</i>	text		L'expression ajoutée aux qualifications de barrière de sécurité pour les requêtes auxquelles s'applique la politique de sécurité
<i>with_check</i>	text		L'expression ajoutée aux qualifications WITH CHECK pour les requêtes auxquelles s'applique la politique de sécurité

50.68. pg_prepared_statements

La vue `pg_prepared_statements` affiche toutes les instructions préparées disponibles pour la session en cours. Voir `PREPARE(7)` pour de plus amples informations sur les instructions préparées.

`pg_prepared_statements` contient une ligne pour chaque instruction préparée. Les lignes sont ajoutées à la vue quand une nouvelle instruction préparée est créée et supprimée quand une instruction préparée est abandonnée (par exemple, via la commande `DEALLOCATE(7)`).

Tableau 50.69. Colonnes de pg_prepared_statements

Nom	Type	Description
<i>name</i>	text	L'identifiant de l'instruction préparée
<i>statement</i>	text	La requête soumise par le client pour créer cette instruction préparée. Pour les instructions préparées créées en SQL, c'est l'instruction PREPARE soumise par le client. Pour les instructions préparées créées via le protocole frontend/backend, c'est le texte de l'instruction préparée elle-même.
<i>prepare_time</i>	timestamptz	L'heure de création de l'instruction préparée
<i>parameter_types</i>	regtype[]	Les types des paramètres attendus par l'instruction préparée sous la forme d'un tableau de regtype. L'OID correspondant à un élément de ce tableau peut être obtenu en convertissant la valeur regtype en oid.
<i>from_sql</i>	boolean	true si l'instruction préparée a été créée via l'instruction SQL PREPARE ; false si l'instruction a été préparée via le protocole frontend/backend

La vue pg_prepared_statements est en lecture seule.

50.69. pg_prepared_xacts

La vue pg_prepared_xacts affiche les informations concernant les transactions actuellement préparées pour une validation en deux phases (voir **PREPARE TRANSACTION(7)** pour les détails).

pg_prepared_xacts contient une ligne par transaction préparée. L'entrée est supprimée quand la transaction est validée ou annulée.

Tableau 50.70. Colonnes de pg_prepared_xacts

Nom	Type	Références	Description
<i>transaction</i>	xid		L'identifiant numérique de la transaction préparée
<i>gid</i>	text		L'identifiant global de transaction assigné à la transaction
<i>prepared</i>	timestamp with time zone		L'heure de préparation de la transaction pour validation
<i>owner</i>	name	<code>pg_authid.rolname</code>	Le nom de l'utilisateur qui a exécuté la transaction
<i>database</i>	name	<code>pg_database.datname</code>	Nom de la base de données dans laquelle a été exécutée la transaction

Lors d'un accès à la vue pg_prepared_xacts, les structures de données du gestionnaire interne des transactions sont momentanément verrouillées et une copie de la vue est faite pour affichage. Ceci assure que la vue produit un ensemble cohérent de résultats tout en ne bloquant pas les opérations normales plus longtemps que nécessaire. Néanmoins, si la vue est accédée fréquemment, les performances de la base de données peuvent être impactées.

50.70. pg_replication_origin_status

La vue pg_replication_origin_status contient des informations sur l'avancement du rejet pour une certaine origine. Pour plus d'informations sur les origines de réplication, voir Chapitre 48, *Tracer la progression de la réplication*.

Tableau 50.71. Colonnes de pg_replication_origin_status

Nom	Type	Références	Description
<i>local_id</i>	Oid	<code>pg_replication_origin</code> . <code>roident</code>	identifiant interne du nœud
<i>external_id</i>	text	<code>pg_replication_origin</code> . <code>roname</code>	identifiant externe du nœud
<i>remote_lsn</i>	<code>pg_lsn</code>		Le LSN du nœud de l'origine jusqu'où les données ont été répliquées.
<i>local_lsn</i>	<code>pg_lsn</code>		Le LSN de ce nœud auquel <i>remote_lsn</i> a été répliqué. Utilisé pour vider les enregistrements validés avant de sauvegarder les données sur disque lorsque la validation asynchrone des transactions est utilisée.

50.71. pg_replication_slots

La vue `pg_replication_slots` fournit une liste de tous les slots de réPLICATION qui existent actuellement sur l'instance, avec leur état courant.

Pour plus d'informations sur les slots de réPLICATION, voir Section 26.2.6, « Slots de réPLICATION » et Chapitre 47, Décodage logique (Logical Decoding).

Tableau 50.72. Colonnes de `pg_replication_slots`

Nom	Type	Références	Description
<i>slot_name</i>	name		Un identifiant unique au niveau de l'instance pour le slot de réPLICATION
<i>plugin</i>	name		Le nom de base de l'objet partagé contenant le plugin en sortie que ce slot logique utilise, NULL pour les slots physiques.
<i>slot_type</i>	text		Le type du slot - physical ou logical
<i>datoid</i>	oid	<code>pg_database.oid</code>	L'OID de la base de données avec laquelle ce slot est associée, ou NULL. Seuls les slots logiques ont une base de données associée.
<i>database</i>	text	<code>pg_database.datname</code>	Le nom de la base de données avec laquelle ce slot est associée, ou NULL. Seuls les slots logiques ont une base de données associée.
<i>active</i>	boolean		Vrai si ce slot est actuellement utilisé
<i>active_pid</i>	integer		L'ID du processus de la session utilisant ce slot si le slot est actuellement activement utilisé. NULL si inactif.
<i>xmin</i>	xid		La plus ancienne transaction dont ce slot a besoin, et que le serveur doit donc conserver. VACUUM ne peut pas traiter des lignes supprimées par des transactions plus récentes.
<i>catalog_xmin</i>	xid		La plus ancienne transaction affectant les catalogues systèmes dont ce slot a besoin et

Nom	Type	Références	Description
			que le serveur doit donc conserver. VACUUM ne peut pas traiter des lignes du catalogues supprimées par des transactions plus récentes.
<i>restart_lsn</i>	pg_lsn		L'adresse (LSN) du plus ancien journal de transactions toujours requis par le consommateur de ce slot et qui, de ce fait, ne pourra plus être automatiquement supprimé pendant les checkpoints.
<i>confirmed_flush_lsn</i>	pg_lsn		L'adresse (LSN) jusqu'où le consommateur de la réPLICATION logique a confirmé avoir reçu les données. Les données plus anciennes ne sont plus disponibles. NULL pour les slots physiques.

50.72. pg_roles

La vue pg_roles fournit un accès aux informations des rôles de base de données. C'est tout simplement une vue accessible de pg_authid qui n'affiche pas le champ du mot de passe.

Cette vue expose explicitement la colonne OID de la table sous-jacente car elle est nécessaire pour réaliser des jointures avec les autres catalogues.

Tableau 50.73. Colonnes de pg_roles

Nom	Type	Références	Description
<i>rolname</i>	name		Nom du rôle
<i>rolsuper</i>	bool		Le rôle est un superutilisateur
<i>rolall</i>	bool		Le rôle hérite automatiquement des droits des rôles dont il est membre
<i>rolcreaterole</i>	bool		Le rôle peut créer d'autres rôles
<i>rolcreatedb</i>	bool		Le rôle peut créer des bases de données
<i>rolcanlogin</i>	bool		Le rôle peut se connecter, c'est-à-dire que ce rôle peut être indiqué comme identifiant initial d'autorisation de session.
<i>rolreplication</i>	bool		Le rôle est un rôle de réPLICATION. Ce type de rôle peut initier des connexions de réPLICATION et créer/supprimer des slots de réPLICATION.
<i>rolbypassrls</i>	bool	Le rôle passe outre toutes les politiques de sécurité niveau ligne, voir Section 5.7, « Row Security Policies » pour plus d'informations.	
<i>rolconnlimit</i>	int4		Pour les rôles autorisés à se connecter, ceci indique le nombre maximum de connexions concurrentes autorisées par rôle. -1 signifie qu'il n'y a pas de limite.
<i>rolpassword</i>	text		Ce n'est pas le mot de passe (toujours * * * * * * *)
<i>rolvaliduntil</i>	timestamptz		Estampille temporelle d'expiration du mot de passe (utilisée uniquement pour l'authentification par mot de passe) ; NULL s'il est indéfiniment valable

Nom	Type	Références	Description
<i>rolbypassrls</i>	bool		Contourne toutes les politiques de sécurité niveau ligne. Voir Section 5.7, « Row Security Policies » pour plus d'informations.
<i>rolconfig</i>	text[]		Valeurs par défaut de certaines variables spécifiques pour ce rôle
<i>oid</i>	oid	<code>pg_authid.oid</code>	Identifiant du rôle

50.73. pg_rules

La vue `pg_rules` fournit un accès à des informations utiles sur les règles de réécriture des requêtes.

Tableau 50.74. Colonnes de pg_rules

Nom	Type	Références	Description
<i>schemaname</i>	name	<code>pg_namespace.nspname</code>	Nom du schéma contenant la table
<i>tablename</i>	name	<code>pg_class.relname</code>	Nom de la table pour laquelle est créée la règle
<i>rulename</i>	name	<code>pg_rewrite.rulename</code>	Nom de la règle
<i>definition</i>	text		Définition de la règle (une commande de création reconstruite)

La vue `pg_rules` exclut les règles ON SELECT des vues, matérialisées ou non ; elles sont accessibles dans `pg_views` et `pg_matviews`.

50.74. pg_seclabels

La vue `pg_seclabels` fournit des informations sur les labels de sécurité. C'est une version du catalogue `pg_seclabel` bien plus lisible.

Tableau 50.75. Colonnes de pg_seclabels

Nom	Type	Référence	Description
<i>objoid</i>	oid	toute colonne OID	L'OID de l'objet concerné par ce label de sécurité
<i>classoid</i>	oid	<code>pg_class.oid</code>	L'OID du catalogue système où cet objet apparaît
<i>objsubid</i>	int4		Pour un label de sécurité sur une colonne d'une table, cette colonne correspond au numéro de colonne (les colonnes <i>objoid</i> et <i>classoid</i> font référence à la table). Pour tous les autres types d'objets, cette colonne vaut zéro.
<i>objtype</i>	text		Le type d'objet auquel s'applique ce label, en texte.
<i>objnamespace</i>	oid	<code>pg_namespace.oid</code>	L'OID du schéma de cet objet si applicable ; NULL dans les autres cas.
<i>objname</i>	text		Le nom de l'objet auquel s'applique ce label, en texte.
<i>provider</i>	text	<code>pg_seclabel.provider</code>	Le fournisseur associé à ce label.
<i>label</i>	text	<code>pg_seclabel.label</code>	Le label de sécurité appliqué à cet objet.

50.75. pg_settings

La vue pg_settings fournit un accès aux paramètres d'exécution du serveur. C'est essentiellement une interface alternative aux commandes SHOW(7) et SET(7). Elle fournit aussi un accès à certaines informations des paramètres qui ne sont pas directement accessibles avec SHOW, telles que les valeurs minimales et maximales.

Tableau 50.76. Colonnes de pg_settings

Nom	Type	Description
<i>name</i>	text	Nom du paramètre d'exécution
<i>setting</i>	text	Valeur actuelle du paramètre
<i>unit</i>	text	Unité implicite du paramètre
<i>category</i>	text	Groupe logique du paramètre
<i>short_desc</i>	text	Description brève du paramètre
<i>extra_desc</i>	text	Information supplémentaire, plus détaillée, sur le paramètre
<i>context</i>	text	Contexte requis pour positionner la valeur du paramètre (voir ci-dessous)
<i>vartype</i>	text	Type du paramètre (bool, enum, integer, real ou string)
<i>source</i>	text	Source de la valeur du paramètre actuel
<i>min_val</i>	text	Valeur minimale autorisée du paramètre (NULL pour les valeurs non numériques)
<i>max_val</i>	text	Valeur maximale autorisée du paramètre (NULL pour les valeurs non numériques)
<i>enumvals</i>	text[]	Valeurs autorisées pour un paramètre enum (NULL pour les valeurs non enum)
<i>boot_val</i>	text	Valeur de paramètre prise au démarrage du serveur si le paramètre n'est pas positionné d'une autre façon
<i>reset_val</i>	text	Valeur à laquelle RESET ramènerait le paramètre dans la session courante
<i>sourcefile</i>	text	Fichier de configuration dans lequel ce fichier a été positionné (NULL pour les valeurs positionnées ailleurs que dans un fichier de configuration, ou quand interrogé par un utilisateur standard). Pratique quand on utilise des directives d'inclusion de configuration
<i>sourceline</i>	integer	Numéro de ligne du fichier de configuration à laquelle cette valeur a été positionnée (NULL pour des valeurs positionnées ailleurs que dans un fichier de configuration, ou quand interrogé par un non-superutilisateur).
<i>pending_restart</i>	boolean	true si la valeur a été modifiée dans le fichier de configuration mais a besoin d'un redémarrage ; ou false autrement.

Il existe différentes valeurs de *context*. Les voici, classées dans l'ordre de difficulté décroissante pour la modification d'un paramètre :

internal

Ces paramètres ne peuvent pas être modifiés directement ; ils reflètent des valeurs internes. Certaines sont modifiables en compilant le serveur avec des options différentes pour l'étape de configuration, ou en changeant des options lors de l'étape du initdb.

postmaster

Ces paramètres sont seulement appliqués au démarrage du serveur, donc toute modification nécessite un redémarrage du serveur. Les valeurs sont typiquement conservées dans le fichier postgresql.conf ou passées sur la ligne de commande lors du lancement du serveur. Bien sûr, tout paramètre dont la colonne context est inférieure peut aussi être configuré au démarrage du serveur.

sighup

Les modifications sur ces paramètres peuvent se faire dans le fichier postgresql.conf sans avoir à redémarrer le serveur. L'envoi d'un signal SIGHUP au processus père (historiquement appelé postmaster) le forcera à relire le fichier postgresql.conf et à appliquer les modifications. Ce processus enverra aussi le signal SIGHUP aux processus fils pour qu'ils tiennent compte des nouvelles valeurs.

superuser-backend

Les modifications de ces réglages peuvent être effectuées dans `postgresql.conf` sans redémarrer le serveur. Ils peuvent également être positionnés pour une session en particulier dans le paquet réseau de demande de connexion (par exemple, via la variable d'environnement `PGOPTIONS` de libpq), mais seulement si l'utilisateur se connectant est superutilisateur. Cependant, ces réglages ne changent jamais dans une session une fois qu'elle a débutée. Si vous les modifiez dans `postgresql.conf`, envoyez un signal `SIGHUP` à postmaster pour le forcer à relire `postgresql.conf`. Les nouvelles valeurs n'affecteront que les sessions ouvertes après cette relecture.

backend

Les modifications sur ces paramètres peuvent se faire dans le fichier `postgresql.conf` sans avoir à redémarrer le serveur ; ils peuvent aussi être configurés pour une session particulière dans le paquet de demande de connexion (par exemple, via la variable d'environnement `PGOPTIONS` gérée par la bibliothèque libpq) ; tous les utilisateurs peuvent faire de telles modifications pour leur session. Néanmoins, ces modifications ne changent jamais une fois que la session a démarré. Si vous les changez dans le fichier `postgresql.conf`, envoyez un signal `SIGHUP` à postmaster car ça le forcera à relire le fichier `postgresql.conf`. Les nouvelles valeurs affecteront seulement les sessions lancées après la relecture de la configuration.

superuser

Ces paramètres sont configurables partir du fichier `postgresql.conf` ou à l'intérieur d'une session via la commande **SET** ; mais seuls les superutilisateurs peuvent les modifier avec **SET**. Les modifications apportées dans le fichier `postgresql.conf` affecteront aussi les sessions existantes si aucune valeur locale à la session n'a été établie avec une commande **SET**.

user

Ces paramètres peuvent être configurés à partir du fichier `postgresql.conf` ou à l'intérieur d'une session via la commande **SET**. Tout utilisateur est autorisé à modifier la valeur sur sa session. les modifi Any user is allowed to change his session-local value. Les modifications apportées dans le fichier `postgresql.conf` affecteront aussi les sessions existantes si aucune valeur locale à la session n'a été établie avec une commande **SET**.

Voir Section 19.1, « Paramètres de configuration » pour plus d'informations sur les différentes façons de modifier ces paramètres.

La vue `pg_settings` n'accepte ni insertion ni suppression mais peut être actualisée. Une requête **UPDATE** appliquée à une ligne de `pg_settings` est équivalente à exécuter la commande `SET(7)` sur ce paramètre. Le changement affecte uniquement la valeur utilisée par la session en cours. Si un **UPDATE** est lancé à l'intérieur d'une transaction annulée par la suite, les effets de la commande **UPDATE** disparaissent à l'annulation de la transaction. Lorsque la transaction est validée, les effets persistent jusqu'à la fin de la session, à moins qu'un autre **UPDATE** ou **SET** ne modifie la valeur.

50.76. pg_shadow

La vue `pg_shadow` existe pour des raisons de compatibilité ascendante : elle émule un catalogue qui a existé avant la version 8.1 de PostgreSQL™. Elle affiche les propriétés de tous les rôles marqués `rolcanlogin` dans `pg_authid`.

Cette table tire son nom de la nécessité de ne pas être publiquement lisible, car elle contient les mots de passe. `pg_user` est une vue sur `pg_shadow`, publiquement accessible, car elle masque le contenu du champ de mot de passe.

Tableau 50.77. Colonnes de pg_shadow

Nom	Type	Références	Description
<code>username</code>	name	<code>pg_authid.rolname</code>	Nom de l'utilisateur
<code>usesysid</code>	oid	<code>pg_authid.oid</code>	Identifiant de l'utilisateur
<code>usecreatedb</code>	bool		L'utilisateur peut créer des bases de données
<code>usesuper</code>	bool		L'utilisateur est un superutilisateur
<code>userepl</code>	bool		L'utilisateur peut initier une réplication en flux et peut faire entrer le système en mode sauvegarde et l'en faire sortir.
<code>usebypassrls</code>	bool		L'utilisateur passe outre toutes les politiques de sécurité niveau ligne, voir Section 5.7, « Row Security Policies » pour plus d'informations.
<code>passwd</code>	text		Mot de passe (éventuellement chiffré) ; NULL si aucun. Voir <code>pg_authid</code> pour des détails sur le stockage des mots de passe chiffrés.
<code>valuntil</code>	abstime		Estampille temporelle d'expiration du mot de passe

Nom	Type	Références	Description
			(utilisée uniquement pour l'authentification par mot de passe)
useconfig	text[]		Valeurs de session par défaut des variables de configuration

50.77. pg_stats

La vue pg_stats fournit un accès aux informations stockées dans la table système pg_statistic. Cette vue n'autorise l'accès qu'aux seules lignes de pg_statistic correspondant aux tables sur lesquelles l'utilisateur a un droit de lecture. Elle peut donc sans risque être publiquement accessible en lecture.

pg_stats est aussi conçue pour afficher l'information dans un format plus lisible que le catalogue sous-jacent -- au prix de l'extension du schéma lorsque de nouveaux types de connecteurs sont définis dans pg_statistic.

Tableau 50.78. Colonnes de pg_stats

Nom	Type	Références	Description
<i>schemaname</i>	name	<code>pg_namespace.nspname</code>	Nom du schéma contenant la table
<i>tablename</i>	name	<code>pg_class.relname</code>	Nom de la table
<i>attname</i>	name	<code>pg_attribute.attname</code>	Nom de la colonne décrite par la ligne
<i>alled</i>	bool		Si vrai, cette ligne inclut les colonnes enfant de l'héritage, pas seulement les valeurs de la table spécifiée
<i>null_frac</i>	real		Fraction d'entrées de colonnes qui sont NULL
<i>avg_width</i>	integer		Largeur moyenne en octets des entrées de la colonne
<i>n_distinct</i>	real		Si positif, nombre estimé de valeurs distinctes dans la colonne. Si négatif, nombre de valeurs distinctes divisé par le nombre de lignes, le tout multiplié par -1. (La forme négative est utilisée quand ANALYZE croit que le nombre de valeurs distinctes a tendance à grossir au fur et à mesure que la table grossit ; la forme positive est utilisée lorsque la commande semble avoir un nombre fixe de valeurs possibles.) Par exemple, -1 indique une colonne unique pour laquelle le nombre de valeurs distinctes est identique au nombre de lignes.
<i>most_common_vals</i>	anyarray		Liste de valeurs habituelles de la colonne. (NULL si aucune valeur ne semble identique aux autres.)
<i>most_common_freqs</i>	real[]		Liste de fréquences des valeurs les plus courantes, c'est-à-dire le nombre d'occurrences de chacune divisé par le nombre total de lignes. (NULL lorsque <i>most_common_vals</i> l'est.)
<i>histogram_bounds</i>	anyarray		Liste de valeurs qui divisent les valeurs de la colonne en groupes de population approximativement identiques. Les valeurs dans <i>most_common_vals</i> , s'il y en a, sont omises de ce calcul d'histogramme. (Cette colonne est NULL si le type de données de la colonne ne dispose pas de l'opérateur < ou si la liste <i>most_common_vals</i> compte la population complète.)
<i>most_common_elems</i>	anyarray		Une liste des valeurs non NULL les plus communes apparaissant parmi les valeurs de la colonne (NULL pour les types scalaires).
<i>most_common_element_freqs</i>	real[]		Une liste des fréquences des valeurs les plus communes, c'est-à-dire la fraction des lignes contenant au moins une instance de la valeur donnée. Deux ou trois valeurs supplémentaires suivent les fréquences par élément ; elles correspondent au minimum et au maximum des fréquences précédentes par élément, et en option la fré-

Nom	Type	Références	Description
			quence des éléments NULL. (NULL quand <i>most_common_elems</i> est NULL.)
<i>elem_count_histogram</i>	real[]		Un histogramme du nombre de valeurs distinctes et non NULL parmi les valeurs de la colonne, suivi de la moyenne des éléments distincts non NULL. (NULL pour les types scalaires.)
<i>correlation</i>	real		Corrélation statistique entre l'ordre physique des lignes et l'ordre logique des valeurs de la colonne. Ceci va de -1 à +1. Lorsque la valeur est proche de -1 ou +1, un parcours de l'index sur la colonne est estimé moins coûteux que si cette valeur tend vers 0, à cause de la réduction du nombre d'accès aléatoires au disque. (Cette colonne est NULL si le type de données de la colonne ne dispose pas de l'opérateur <.)

Le nombre maximum d'entrées dans les champs de type tableau est configurable colonne par colonne en utilisant la commande **ALTER TABLE SET STATISTICS** ou globalement avec le paramètre d'exécution `default_statistics_target`.

50.78. pg_tables

La vue `pg_tables` fournit un accès aux informations utiles de chaque table de la base de données.

Tableau 50.79. Colonnes de pg_tables

Nom	Type	Références	Description
<i>schemaname</i>	name	<code>pg_namespace.nspname</code>	Nom du schéma qui possède la table
<i>tablename</i>	name	<code>pg_class.relname</code>	Nom de la table
<i>tableowner</i>	name	<code>pg_authid.rolname</code>	Nom du propriétaire de la table
<i>tablespace</i>	name	<code>pg_tablespace.spcname</code>	Nom du <i>tablespace</i> qui contient la table (NULL s'il s'agit du <i>tablespace</i> par défaut de la base)
<i>hasindexes</i>	boolean	<code>pg_class.relhasindex</code>	Vrai si la table comporte (ou a récemment comporté) des index
<i>hasrules</i>	boolean	<code>pg_class.relhasrules</code>	Vrai si la table dispose (ou disposait) de règles
<i>hastriggers</i>	boolean	<code>pg_class.reltriggers</code>	Vrai si la table dispose (ou disposait) de déclencheurs

50.79. pg_timezone_abrevs

La vue `pg_timezone_abrevs` fournit la liste des abréviations de fuseaux horaires actuellement reconnues par les routines de saisie date/heure. Le contenu de cette vue change avec la modification du paramètre d'exécution `timezone_abbreviations`.

Tableau 50.80. Colonnes de pg_timezone_abrevs

Nom	Type	Description
<i>abbrev</i>	text	Abréviation du fuseau horaire
<i>utc_offset</i>	interval	Décalage de l'UTC (positif signifiant à l'est de Greenwich)
<i>is_dst</i>	boolean	true s'il s'agit d'une abréviation de fuseau horaire soumis aux changements d'heure hiver/été

Bien que la plupart des abréviations de fuseau horaire représentent des décalages fixes d'UTC, certains décalages ont variés dans l'histoire (voir Section B.3, « Fichiers de configuration date/heure » pour plus d'informations). Pour ces cas, cette vue présente leur signification actuelle.

50.80. pg_timezone_names

La vue pg_timezone_names fournit la liste des noms de fuseaux horaires reconnus par **SET TIMEZONE**, avec les abréviations acceptées, les décalages UTC, et l'état du changement d'heure. (Techniquement, PostgreSQL™ n'utilise pas UTC car les secondes intercalaires ne sont pas gérées.) Contrairement aux abréviations indiquées dans pg_timezone_abrevs, la majorité des noms impliquent des règles concernant les dates de changement d'heure. De ce fait, l'information associée change en fonction des frontières de changement d'heure locales. L'information affichée est calculée suivant la valeur courante de CURRENT_TIMESTAMP.

Tableau 50.81. Colonnes de pg_timezone_names

Nom	Type	Description
<i>name</i>	text	Nom du fuseau horaire
<i>abbrev</i>	text	Abréviation du fuseau horaire
<i>utc_offset</i>	interval	Décalage à partir d'UTC (positif signifiant à l'est de Greenwich)
<i>is_dst</i>	boolean	true si les changements d'heure hiver/été sont suivis

50.81. pg_user

La vue pg_user fournit un accès aux informations concernant les utilisateurs de la base de données. C'est une simple vue publiquement lisible de pg_shadow qui masque la valeur du champ de mot de passe.

Tableau 50.82. Colonnes de pg_user

Nom	Type	Description
<i>username</i>	name	Nom de l'utilisateur
<i>usesysid</i>	oid	Identifiant de l'utilisateur
<i>usecreatedb</i>	bool	L'utilisateur peut créer des bases de données
<i>usesuper</i>	bool	L'utilisateur est un superutilisateur
<i>userrep1</i>	bool	L'utilisateur peut initier une réPLICATION en flux et peut faire entrer le système en mode sauvegarde et l'en faire sortir.
<i>usebypassrls</i>	bool	L'utilisateur passe outre toutes les politiques de sécurité niveau ligne, voir Section 5.7, « Row Security Policies » pour plus d'informations.
<i>passwd</i>	text	Ce n'est pas le mot de passe (toujours *****)
<i>valuntil</i>	abstime	Estampille temporelle d'expiration du mot de passe (utilisée uniquement pour l'authentification par mot de passe)
<i>useconfig</i>	text[]	Variables d'exécution par défaut de la session

50.82. pg_user_mappings

La vue pg_user_mappings donne accès aux informations sur les correspondances d'utilisateurs. C'est essentiellement une vue accessible à tous sur pg_user_mapping qui cache le champ d'options si l'utilisateur n'a pas le droit de l'utiliser.

Tableau 50.83. Colonnes de pg_user_mappings

Nom	Type	Référence	Description
<i>umid</i>	oid	pg_user_mapping.oid	OID de la correspondance d'utilisateur
<i>srvid</i>	oid	pg_foreign_server.oid	OID du serveur distant qui contient cette correspondance
<i>srvname</i>	name	.srv pg_foreign_servername	Nom du serveur distant

Nom	Type	Référence	Description
<i>umuser</i>	oid	<code>pg_authid.oid</code>	OID du rôle local mis en correspondance, 0 si la correspondance d'utilisateur est public
<i>username</i>	name		Nom de l'utilisateur local à mettre en correspondance
<i>umoptions</i>	text[]		Options spécifiques à la correspondance d'utilisateurs, sous la forme de chaînes « motclé=valeur ».

Pour protéger les mots de passe enregistrés comme option d'une correspondance d'utilisateur, la colonne *umoptions* sera renvoyée NULL sauf dans les cas suivants :

- l'utilisateur courant est l'utilisateur concerné par la correspondance et est le propriétaire du serveur ou détient le droit USAGE sur ce serveur ;
- l'utilisateur courant est le propriétaire du serveur et la correspondance est pour PUBLIC ;
- l'utilisateur courant est un super-utilisateur.

50.83. pg_views

La vue pg_views donne accès à des informations utiles à propos de chaque vue de la base.

Tableau 50.84. Colonnes de pg_views

Nom	Type	Références	Description
<i>schemaname</i>	name	<code>pg_namespace.nspname</code>	Nom du schéma contenant la vue
<i>viewname</i>	name	<code>pg_class.relname</code>	Nom de la vue
<i>viewowner</i>	name	<code>pg_authid.rolname</code>	Nom du propriétaire de la vue
<i>definition</i>	text		Définition de la vue (une requête SELECT reconstruite)

Chapitre 51. Protocole client/serveur

postgresql™ utilise un protocole messages pour la communication entre les clients et les serveurs (« frontend » et « backend »). le protocole est supporté par tcp/ip et par les sockets de domaine Unix. Le numéro de port 5432 a été enregistré par l'IANA comme numéro de port TCP personnalisé pour les serveurs supportant ce protocole mais en pratique tout numéro de port non privilégié peut être utilisé.

Ce document décrit la version 3.0 de ce protocole, telle qu'implantée dans postgresql™ depuis la version 7.4. pour obtenir la description des versions précédentes du protocole, il faudra se reporter aux versions antérieures de la documentation de postgresql™. un même serveur peut supporter plusieurs versions du protocole. Lors de l'établissement de la communication le client indique au serveur la version du protocole qu'il souhaite utiliser. Le serveur suivra ce protocole s'il en est capable.

Pour répondre efficacement à de multiples clients, le serveur lance un nouveau serveur (« backend ») pour chaque client. dans l'implémentation actuelle, un nouveau processus fils est créé immédiatement après la détection d'une connexion entrante. Et cela de façon transparente pour le protocole. Pour le protocole, les termes « backend » et « serveur » sont interchangeables ; comme « frontend », « interface » et « client ».

51.1. Aperçu

Le protocole utilise des phases distinctes pour le lancement et le fonctionnement habituel. Dans la phase de lancement, le client ouvre une connexion au serveur et s'authentifie (ce qui peut impliquer un message simple, ou plusieurs messages, en fonction de la méthode d'authentification utilisée). En cas de réussite, le serveur envoie une information de statut au client et entre dans le mode normal de fonctionnement. Exception faite du message initial de demande de lancement, cette partie du protocole est conduite par le serveur.

En mode de fonctionnement normal, le client envoie requêtes et commandes au serveur et celui-ci retourne les résultats de requêtes et autres réponses. Il existe quelques cas (comme **notify**) pour lesquels le serveur enverra des messages non sollicités. Mais dans l'ensemble, cette partie de la session est conduite par les requêtes du client.

En général, c'est le client qui décide de la clôture de la session. Il arrive, cependant, qu'elle soit forcée par le moteur. Dans tous les cas, lors de la fermeture de la connexion par le serveur, toute transaction ouverte (non terminée) sera annulée.

En mode opérationnel normal, les commandes SQL peuvent être exécutées via deux sous-protocoles. Dans le protocole des « requêtes simples », le client envoie juste une chaîne, la requête, qui est analysée et exécutée immédiatement par le serveur. Dans le protocole des « requêtes étendues », le traitement des requêtes est découpé en de nombreuses étapes : l'analyse, le lien avec les valeurs de paramètres et l'exécution. Ceci offre flexibilité et gains en performances au prix d'une complexité supplémentaire.

Le mode opérationnel normal offre des sous-protocoles supplémentaires pour certaines opérations comme **copy**.

51.1.1. Aperçu des messages

Toute la communication s'effectue au travers d'un flux de messages. Le premier octet d'un message identifie le type de message et les quatre octets suivants spécifient la longueur du reste du message (cette longueur inclut les 4 octets de longueur, mais pas l'octet du type de message). Le reste du contenu du message est déterminé par le type de message. Pour des raisons historiques, le tout premier message envoyé par le client (le message de lancement) n'a pas l'octet initial de type du message.

Pour éviter de perdre la synchronisation avec le flux de messages, le serveur et le client stocke le message complet dans un tampon (en utilisant le nombre d'octets) avant de tenter de traiter son contenu. Cela permet une récupération simple si une erreur est détectée lors du traitement du contenu. Dans les situations extrêmes (telles que de ne pas avoir assez de mémoire pour placer le message dans le tampon), le récepteur peut utiliser le nombre d'octets pour déterminer le nombre d'entrées à ignorer avant de continuer la lecture des messages.

En revanche, serveurs et clients doivent être attentifs à ne pas envoyer de message incomplet. Ceci est habituellement obtenu en plaçant le message complet dans un tampon avant de commencer l'envoi. Si un échec de communications survient pendant l'envoi ou la réception d'un message, la seule réponse plausible est l'abandon de la connexion. Il y a, en effet, peu d'espoir de re-synchronisation des messages.

51.1.2. Aperçu des requêtes étendues

Dans le protocole des requêtes étendues, l'exécution de commandes SQL est scindée en plusieurs étapes. L'état retenu entre les étapes est représenté par deux types d'objets : les *instructions préparées* et les *portails*. Une instruction préparée représente le résultat de l'analyse syntaxique et de l'analyse sémantique d'une chaîne de requête textuelle. Une instruction préparée en elle-même n'est pas prête à être exécutée parce qu'il peut lui manquer certaines valeurs de *paramètres*. un portail représente une instruction prête à être exécutée ou déjà partiellement exécutée, dont toutes les valeurs de paramètres manquant sont données (pour

les instructions **select**, un portail est équivalent à un curseur ouvert. il est choisi d'utiliser un terme différent car les curseurs ne gèrent pas les instructions autres que **select**)

Le cycle d'exécution complet consiste en une étape d'*analyse syntaxique*, qui crée une instruction préparée à partir d'une chaîne de requête textuelle ; une étape de *liaison*, qui crée un portail à partir d'une instruction préparée et des valeurs pour les paramètres nécessaires ; et une étape d'*exécution* qui exécute une requête du portail. Dans le cas d'une requête qui renvoie des lignes (**select**, **show**, etc), il peut être signalé à l'étape d'exécution que seul un certain nombre de lignes doivent être retournées, de sorte que de multiples étapes d'exécution seront nécessaires pour terminer l'opération.

Le serveur peut garder la trace de multiples instructions préparées et portails (qui n'existent qu'à l'intérieur d'une session, et ne sont jamais partagés entre les sessions). Les instructions préparées et les portails sont référencés par les noms qui leur sont affectés à la création. De plus, il existe une instruction préparée et un portail « non nommés ». bien qu'ils se comportent comme des objets nommés, les opérations y sont optimisées en vue d'une exécution unique de la requête avant son annulation puis est annulée. En revanche, les opérations sur les objets nommés sont optimisées pour des utilisations multiples.

51.1.3. Formats et codes de format

Les données d'un type particulier pouvaient être transmises sous différents *formats*. depuis postgresql™ 7.4, les seuls formats supportés sont le « texte » et le « binaire » mais le protocole prévoit des extensions futures. Le format désiré pour toute valeur est spécifié par un *code de format*. les clients peuvent spécifier un code de format pour chaque valeur de paramètre transmise et pour chaque colonne du résultat d'une requête. Le texte a zéro pour code de format zéro, le binaire un. Tous les autres codes de format sont réservés pour des définitions futures.

La représentation au format texte des valeurs est toute chaîne produite et acceptée par les fonctions de conversion en entrée/sortie pour le type de données particulier. Dans la représentation transmise, il n'y a pas de caractère nul de terminaison de chaîne ; le client doit en ajouter un s'il souhaite traiter les valeurs comme des chaînes C (le format texte n'autorise pas les valeurs nulles intégrées).

Les représentations binaires des entiers utilisent l'ordre d'octet réseau (octet le plus significatif en premier). Pour les autres types de données, il faudra consulter la documentation ou le code source pour connaître la représentation binaire. Les représentations binaires des types de données complexes changent parfois entre les versions du serveur ; le format texte reste le choix le plus portable.

51.2. Flux de messages

Cette section décrit le flux des messages et la sémantique de chaque type de message (les détails concernant la représentation exacte de chaque message apparaissent dans Section 51.5, « Formats de message »). il existe différents sous-protocoles en fonction de l'état de la connexion : lancement, requête, appel de fonction, COPY et clôture. Il existe aussi des provisions spéciales pour les opérations asynchrones (incluant les réponses aux notifications et les annulations de commande), qui peuvent arriver à tout moment après la phase de lancement.

51.2.1. Lancement

Pour débuter une session, un client ouvre une connexion au serveur et envoie un message de démarrage. Ce message inclut les noms de l'utilisateur et de la base de données à laquelle le client souhaite se connecter ; il identifie aussi la version particulière du protocole à utiliser (optionnellement, le message de démarrage peut inclure des précisions supplémentaires pour les paramètres d'exécution). Le serveur utilise ces informations et le contenu des fichiers de configuration (tels que pg_hba.conf) pour déterminer si la connexion est acceptable et quelle éventuelle authentification supplémentaire est requise.

Le serveur envoie ensuite le message de demande d'authentification approprié, auquel le client doit répondre avec le message de réponse d'authentification adapté (tel un mot de passe). Pour toutes les méthodes d'authentification, sauf GSSAPI et SSPI, il y a au maximum une requête et une réponse. Avec certaines méthodes, aucune réponse du client n'est nécessaire aucune demande d'authentification n'est alors effectuée. Pour GSSAPI et SSPI, plusieurs échanges de paquets peuvent être nécessaire pour terminer l'authentification.

Le cycle d'authentification se termine lorsque le serveur rejette la tentative de connexion (ErrorResponse) ou l'accepte (AuthenticationOk).

Les messages possibles du serveur dans cette phase sont :

errorresponse

La tentative de connexion a été rejetée. Le serveur ferme immédiatement la connexion.

authenticationok

L'échange d'authentification s'est terminé avec succès.

authenticationkerberosv5

Le client doit alors prendre part à un dialogue d'authentification Kerberos V5 (spécification Kerberos, non décrite ici) avec le serveur. En cas de succès, le serveur répond AuthenticationOk, ErrorResponse sinon. Ce n'est plus supporté.

authenticationcleartextpassword

Le client doit alors envoyer un PasswordMessage contenant le mot de passe en clair. Si le mot de passe est correct, le serveur répond AuthenticationOk, ErrorResponse sinon.

authenticationmd5password

Le client doit envoyer un PasswordMessage contenant le mot de passe (avec le nom de l'utilisateur) chiffré en MD5, puis chiffré de nouveau avec un salt aléatoire sur 4 octets indiqué dans le message AuthenticationMD5Password. S'il s'agit du bon mot de passe, le serveur répond avec un AuthenticationOk, sinon il répond avec un ErrorResponse. Le PasswordMessage réel peut être calculé en SQL avec `concat('md5', md5(concat(md5(concat(password, username)), random-salt)))`. (Gardez en tête que la fonction md5() renvoie son résultat sous la forme d'une chaîne hexadécimale.)

authenticationscmcredential

Cette réponse est possible uniquement pour les connexions locales de domaine Unix sur les plateformes qui supportent les messages de légitimation SCM. Le client doit fournir un message de légitimation SCM, puis envoyer une donnée d'un octet. Le contenu de cet octet importe peu ; il n'est utilisé que pour s'assurer que le serveur attend assez longtemps pour recevoir le message de légitimation. Si la légitimation est acceptable, le serveur répond AuthenticationOk, ErrorResponse sinon. (Ce type de message n'est envoyé que par des serveurs dont la version est antérieure à la 9.1. Il pourrait être supprimé de la spécification du protocole.)

AuthenticationGSS

L'interface doit maintenant initier une négociation GSSAPI. L'interface doit envoyer un PasswordMessage avec la première partie du flux de données GSSAPI en réponse à ceci. Si plus de messages sont nécessaires, le serveur répondra avec AuthenticationGSSContinue.

AuthenticationSSPI

L'interface doit maintenant initier une négociation SSPI. L'interface doit envoyer un PasswordMessage avec la première partie du flux de données SSPI en réponse à ceci. Si plus de messages sont nécessaires, le serveur répondra avec AuthenticationGSSContinue.

AuthenticationGSSContinue

Ce message contient les données de la réponse de l'étape précédente pour la négociation GSSAPI ou SSPI (AuthenticationGSS ou un précédent AuthenticationGSSContinue). Si les données GSSAPI dans ce message indique que plus de données sont nécessaire pour terminer l'authentification, l'interface doit envoyer cette donnée dans un autre PasswordMessage. Si l'authentification GSSAPI ou SSPI est terminée par ce message, le serveur enverra ensuite AuthenticationOk pour indiquer une authentification réussie ou ErrorResponse pour indiquer l'échec.

Si le client ne supporte pas la méthode d'authentification demandée par le serveur, il doit immédiatement fermer la connexion.

Après la réception du message AuthenticationOk, le client attend d'autres messages du serveur. Au cours de cette phase, un processus serveur est lancé et le client est simplement en attente. Il est encore possible que la tentative de lancement échoue (ErrorResponse) mais, dans la plupart des cas, le serveur enverra les messages ParameterStatus, BackendKeyData et enfin ReadyForQuery.

Durant cette phase, le serveur tentera d'appliquer tous les paramètres d'exécution supplémentaires qui ont été fournis par le message de lancement. En cas de succès, ces valeurs deviennent les valeurs par défaut de la session. Une erreur engendre ErrorResponse et déclenche la sortie.

Les messages possibles du serveur dans cette phase sont :

backendkeydata

Ce message fournit une clé secrète que le client doit conserver s'il souhaite envoyer des annulations de requêtes par la suite. Le client ne devrait pas répondre à ce message, mais continuer à attendre un message ReadyForQuery.

parameterstatus

Ce message informe le client de la configuration actuelle (initiale) des paramètres du serveur, tels `client_encoding` ou `datestyle`. Le client peut ignorer ce message ou enregistrer la configuration pour ses besoins futurs ; voir Section 51.2.6, « Opérations asynchrones » pour plus de détails. Le client ne devrait pas répondre à ce message mais continuer à attendre un message ReadyForQuery.

readyforquery

Le lancement est terminé. Le client peut dès lors envoyer des commandes.

errorresponse

Le lancement a échoué. La connexion est fermée après l'envoi de ce message.

noticeresponse

Un message d'avertissement a été envoyé. Le client devrait afficher ce message mais continuer à attendre un ReadyForQuery ou un ErrorResponse.

Le même message ReadyForQuery est envoyé à chaque cycle de commande. En fonction des besoins de codage du client, il est possible de considérer ReadyForQuery comme le début d'un cycle de commande, ou de le considérer comme terminant la phase de lancement et chaque cycle de commande.

51.2.2. Requête simple

Un cycle de requête simple est initié par le client qui envoie un message Query au serveur. Le message inclut une commande SQL (ou plusieurs) exprimée comme une chaîne texte. Le serveur envoie, alors, un ou plusieurs messages de réponse dépendant du contenu de la chaîne représentant la requête et enfin un message ReadyForQuery. ReadyForQuery informe le client qu'il peut envoyer une nouvelle commande. Il n'est pas nécessaire que le client attende ReadyForQuery avant de lancer une autre commande mais le client prend alors la responsabilité de ce qui arrive si la commande précédente échoue et que les commandes suivantes, déjà lancées, réussissent.

Les messages de réponse du serveur sont :

commandcomplete

Commande SQL terminée normalement.

copyinresponse

Le serveur est prêt à copier des données du client vers une table voir Section 51.2.5, « Opérations copy ».

copyoutresponse

Le serveur est prêt à copier des données d'une table vers le client ; voir Section 51.2.5, « Opérations copy ».

rowdescription

Indique que des lignes vont être envoyées en réponse à une requête **select**, **fetch**... Le contenu de ce message décrit le placement des colonnes dans les lignes. Le contenu est suivi d'un message DataRow pour chaque ligne envoyée au client.

datarow

Un des ensembles de lignes retournés par une requête **select**, **fetch**...

emptyqueryresponse

Une chaîne de requête vide a été reconnue.

errorresponse

Une erreur est survenue.

readyforquery

Le traitement d'une requête est terminé. Un message séparé est envoyé pour l'indiquer parce qu'il se peut que la chaîne de la requête contienne plusieurs commandes SQL. CommandComplete marque la fin du traitement d'une commande SQL, pas de la chaîne complète. ReadyForQuery sera toujours envoyé que le traitement se termine avec succès ou non.

noticeresponse

Un message d'avertissement concernant la requête a été envoyé. Les avertissements sont complémentaires des autres réponses, le serveur continuera à traiter la commande.

La réponse à une requête **select** (ou à d'autres requêtes, telles **explain** ou **show**, qui retournent des ensembles de données) consiste normalement en un RowDescription, plusieurs messages DataRow (ou aucun) et pour finir un CommandComplete. **copy** depuis ou vers le client utilise un protocole spécial décrit dans Section 51.2.5, « Opérations copy ». tous les autres types de requêtes produisent uniquement un message CommandComplete.

Puisqu'une chaîne de caractères peut contenir plusieurs requêtes (séparées par des points virgules), il peut y avoir plusieurs séquences de réponses avant que le serveur ne finisse de traiter la chaîne. ReadyForQuery est envoyé lorsque la chaîne complète a été traitée et que le serveur est prêt à accepter une nouvelle chaîne de requêtes.

Si une chaîne de requêtes complètement vide est reçue (aucun contenu autre que des espaces fines), la réponse sera EmptyQueryResponse suivie de ReadyForQuery.

En cas d'erreur, ErrorResponse est envoyé suivi de ReadyForQuery. Tous les traitements suivants de la chaîne sont annulés par ErrorResponse (quelque soit le nombre de requêtes restant à traiter). Ceci peut survenir au milieu de la séquence de messages engendrés par une requête individuelle.

En mode de requêtage simple, les valeurs récupérées sont toujours au format texte, sauf si la commande est un **fetch** sur un curseur déclaré avec l'option **binary**. dans ce cas, les valeurs récupérées sont au format binaire. Les codes de format donnés dans le message RowDescription indiquent le format utilisé.

La planification de requêtes pour des instructions préparées survient lorsque le message Parse est reçu. Si une requête sera exécuté de façon répété avec différents paramètres, il pourrait être bénéfique d'envoyer un seul message Parse contenant une requête avec paramètres, suivie de plusieurs messages Bind et Execute. Ceci évitera de planifier de nouveau la requête pour chaque exécution.

L'instruction préparée non nommée est planifiée lors du traitement de Parse si le message Parse ne définit aucun paramètre. Mais s'il existe des paramètres, la planification de la requête est repoussée jusqu'à ce que le premier message Bind de cette instruction est reçu. Le planificateur considérera les valeurs réelles des paramètres fournies dans le message Bind lors de la planification de la requête.



Note

Les plans de requêtes générés à partir d'une requête avec paramètres pourraient être moins efficaces que les plans de requêtes générés à partir d'une requête équivalente dont les valeurs de paramètres réelles ont été placées. Le planificateur de requêtes ne peut pas prendre les décisions suivant les valeurs réelles des paramètres (par exemple, la sélectivité de l'index) lors de la planification d'une requête avec paramètres affectée à un objet instruction préparée nommée. La pénalité possible est évitée lors de l'utilisation d'une instruction non nommée car elle n'est pas planifiée jusqu'à ce que des valeurs réelles de paramètres soient disponibles.

Si un autre Bind référençant l'objet instruction préparée non nommée est reçu, la requête n'est pas de nouveau planifiée. Les valeurs de paramètres utilisées dans le premier message Bind pourrait produire un plan de requête qui est seulement efficace pour un sous-ensemble des valeurs de paramètres possibles. Pour forcer une nouvelle planification de la requête pour un ensemble nouveau de paramètres, envoyez un autre message Parse pour remplacer l'objet instruction préparée non nommée.

Un client doit être préparé à accepter des messages ErrorResponse et NoticeResponse quand bien même il s'attendrait à un autre type de message. Voir aussi Section 51.2.6, « Opérations asynchrones » concernant les messages que le client pourrait engendrer du fait d'événements extérieurs.

La bonne pratique consiste à coder les clients dans un style machine-état qui acceptera tout type de message à tout moment plutôt que de parier sur la séquence exacte des messages.

51.2.3. Requête étendue

Le protocole de requête étendu divise le protocole de requêtage simple décrit ci-dessus en plusieurs étapes. Les résultats des étapes de préparation peuvent être réutilisés plusieurs fois pour plus d'efficacité. De plus, des fonctionnalités supplémentaires sont disponibles, telles que la possibilité de fournir les valeurs des données comme des paramètres séparés au lieu d'avoir à les insérer directement dans une chaîne de requêtes.

Dans le protocole étendu, le client envoie tout d'abord un message Parse qui contient une chaîne de requête, optionnellement quelques informations sur les types de données aux emplacements des paramètres, et le nom de l'objet de destination d'une instruction préparée (une chaîne vide sélectionne l'instruction préparée sans nom). La réponse est soit ParseComplete soit ErrorResponse. Les types de données des paramètres peuvent être spécifiés par l'OID ; dans le cas contraire, l'analyseur tente d'inférer les types de données de la même façon qu'il le ferait pour les constantes chaînes littérales non typées.



Note

Un type de paramètre peut être laissé non spécifié en le positionnant à 0, ou en créant un tableau d'OID de type plus court que le nombre de paramètres (\$n) utilisés dans la chaîne de requête. Un autre cas spécial est d'utiliser void comme type de paramètre (c'est à dire l'OID du pseudo-type void). Cela permet d'utiliser des paramètres dans des fonctions en tant qu'argument OUT. Généralement, il n'y a pas de contexte dans lequel void peut être utilisé, mais si un tel paramètre apparaît dans les arguments d'une fonction, il sera simplement ignoré. Par exemple, un appel de fonction comme `foo($1, $2, $3, $4)` peu correspondre à une fonction avec 2 arguments IN et 2 autres OUT si \$3 et \$4 sont spécifiés avec le type void.



Note

La chaîne contenue dans un message Parse ne peut pas inclure plus d'une instruction SQL, sinon une erreur de syntaxe est rapportée. Cette restriction n'existe pas dans le protocole de requête simple, mais est présente dans le protocole étendu. En effet, permettre aux instructions préparées ou aux portails de contenir de multiples commandes compliquerait inutilement le protocole.

En cas de succès de sa création, une instruction préparée nommée dure jusqu'à la fin de la session courante, sauf si elle est détruite explicitement. Une instruction préparée non nommée ne dure que jusqu'à la prochaine instruction Parse spécifiant l'instruction non

nommée comme destination. Un simple message Query détruit également l'instruction non nommée. Les instructions préparées nommées doivent être explicitement closes avant de pouvoir être redéfinies par un autre message Parse. Ce n'est pas obligatoire pour une instruction non nommée. Il est également possible de créer des instructions préparées nommées, et d'y accéder, en ligne de commandes SQL à l'aide des instructions **prepare** et **execute**.

Dès lors qu'une instruction préparée existe, elle est déclarée exécutable par un message Bind. Le message Bind donne le nom de l'instruction préparée source (une chaîne vide désigne l'instruction préparée non nommée), le nom du portail destination (une chaîne vide désigne le portail non nommé) et les valeurs à utiliser pour tout emplacement de paramètres présent dans l'instruction préparée. L'ensemble des paramètres fournis doit correspondre à ceux nécessaires à l'instruction préparée. Bind spécifie aussi le format à utiliser pour toutes les données renvoyées par la requête ; le format peut être spécifié complètement ou par colonne. La réponse est, soit BindComplete, soit ErrorResponse.



Note

Le choix entre sortie texte et binaire est déterminé par les codes de format donnés dans Bind, quelque soit la commande SQL impliquée. L'attribut BINARY dans les déclarations du curseur n'est pas pertinent lors de l'utilisation du protocole de requête étendue.

La planification de la requête survient généralement quand le message Bind est traité. Si la requête préparée n'a pas de paramètres ou si elle est exécutée de façon répétée, le serveur peut sauvegarder le plan créé et le ré-utiliser lors des appels suivants à Bind pour la même requête préparée. Néanmoins, il ne le fera que s'il estime qu'un plan générique peut être créé en étant pratiquement aussi efficace qu'un plan dépendant des valeurs des paramètres. Cela arrive de façon transparente en ce qui concerne le protocole

En cas de succès de sa création, un objet portail nommé dure jusqu'à la fin de la transaction courante sauf s'il est explicitement détruit. Un portail non nommé est détruit à la fin de la transaction ou dès la prochaine instruction Bind spécifiant le portail non nommé comme destination. Un simple message Query détruit également le portail non nommé. Les portails nommés doivent être explicitement fermés avant de pouvoir être redéfinis par un autre message Bind. Cela n'est pas obligatoire pour le portail non nommé. Il est également possible de créer des portails nommés, et d'y accéder, en ligne de commandes SQL à l'aide des instructions **declare cursor** et **fetch**.

Dès lors qu'un portail existe, il peut être exécuté à l'aide d'un message Execute. Ce message spécifie le nom du portail (une chaîne vide désigne le portail non nommé) et un nombre maximum de lignes de résultat (zéro signifiant la « récupération de toutes les lignes »). le nombre de lignes de résultat a seulement un sens pour les portails contenant des commandes qui renvoient des ensembles de lignes ; dans les autres cas, la commande est toujours exécutée jusqu'à la fin et le nombre de lignes est ignoré. Les réponses possibles d'Execute sont les même que celles décrites ci-dessus pour les requêtes lancées via le protocole de requête simple, si ce n'est qu'Execute ne cause pas l'envoi de ReadyForQuery ou de RowDescription.

Si Execute se termine avant la fin de l'exécution d'un portail (du fait d'un nombre de lignes de résultats différent de zéro), il enverra un message PortalSuspended ; la survenue de ce message indique au client qu'un autre Execute devrait être lancé sur le même portail pour terminer l'opération. Le message CommandComplete indiquant la fin de la commande SQL n'est pas envoyé avant l'exécution complète du portail. Une phase Execute est toujours terminée par la survenue d'un seul de ces messages : CommandComplete, EmptyQueryResponse (si le portail a été créé à partir d'une chaîne de requête vide), ErrorResponse ou PortalSuspended.

À la réalisation complète de chaque série de messages de requêtes étendues, le client doit lancer un message Sync. Ce message sans paramètre oblige le serveur à fermer la transaction courante si elle n'est pas à l'intérieur d'un bloc de transaction **begin/commit** (« fermer » signifiant valider en l'absence d'erreur ou annuler sinon). Une réponse ReadyForQuery est alors envoyée. Le but de Sync est de fournir un point de resynchronisation pour les récupérations d'erreurs. Quand une erreur est détectée lors du traitement d'un message de requête étendue, le serveur lance ErrorResponse, puis lit et annule les messages jusqu'à ce qu'un Sync soit atteint. Il envoie ensuite ReadyForQuery et retourne au traitement normal des messages. Aucun échappement n'est réalisé si une erreur est détectée *lors* du traitement de sync -- l'unicité du ReadyForQuery envoyé pour chaque Sync est ainsi assurée.



Note

Sync n'impose pas la fermeture d'un bloc de transactions ouvert avec **begin**. cette situation est détectable car le message ReadyForQuery inclut le statut de la transaction.

En plus de ces opérations fondamentales, requises, il y a plusieurs opérations optionnelles qui peuvent être utilisées avec le protocole de requête étendue.

Le message Describe (variante de portail) spécifie le nom d'un portail existant (ou une chaîne vide pour le portail non nommé). La réponse est un message RowDescription décrivant les lignes qui seront renvoyées par l'exécution du portail ; ou un message No-Data si le portail ne contient pas de requête renvoyant des lignes ; ou ErrorResponse le portail n'existe pas.

Le message Describe (variante d'instruction) spécifie le nom d'une instruction préparée existante (ou une chaîne vide pour

l'instruction préparée non nommée). La réponse est un message ParameterDescription décrivant les paramètres nécessaires à l'instruction, suivi d'un message RowDescription décrivant les lignes qui seront renvoyées lors de l'éventuelle exécution de l'instruction (ou un message NoData si l'instruction ne renvoie pas de lignes). ErrorResponse est retourné si l'instruction préparée n'existe pas. Comme Bind n'a pas encore été exécuté, les formats à utiliser pour les lignes retournées ne sont pas encore connues du serveur ; dans ce cas, les champs du code de format dans le message RowDescription seront composés de zéros.



Astuce

Dans la plupart des scénarios, le client devra exécuter une des variantes de Describe avant de lancer Execute pour s'assurer qu'il sait interpréter les résultats reçus.

Le message Close ferme une instruction préparée ou un portail et libère les ressources. L'exécution de Close sur une instruction ou un portail inexistant ne constitue pas une erreur. La réponse est en général CloseComplete mais peut être ErrorResponse si une difficulté quelconque est rencontrée lors de la libération des ressources. Clore une instruction préparée ferme implicitement tout autre portail ouvert construit à partir de cette instruction.

Le message Flush n'engendre pas de sortie spécifique, mais force le serveur à délivrer toute donnée restante dans les tampons de sortie. Un Flush doit être envoyé après toute commande de requête étendue, à l'exception de Sync, si le client souhaite examiner le résultat de cette commande avant de lancer d'autres commandes. Sans Flush, les messages retournés par le serveur seront combinés en un nombre minimum de paquets pour minimiser la charge réseau.



Note

Le message Query simple est approximativement équivalent aux séries Parse, Bind, Describe sur un portail, Execute, Close, Sync utilisant les objets de l'instruction préparée ou du portail, non nommés et sans paramètres. Une différence est l'acceptation de plusieurs instructions SQL dans la chaîne de requêtes, la séquence bind/describe/execute étant automatiquement réalisée pour chacune, successivement. Il en diffère également en ne retournant pas les messages ParseComplete, BindComplete, CloseComplete ou NoData.

51.2.4. Appel de fonction

Le sous-protocole d'appel de fonction (NDT : Function Call dans la version originale) permet au client d'effectuer un appel direct à toute fonction du catalogue système pg_proc de la base de données. Le client doit avoir le droit d'exécution de la fonction.



Note

Le sous-protocole d'appel de fonction est une fonctionnalité qu'il vaudrait probablement mieux éviter dans tout nouveau code. Des résultats similaires peuvent être obtenus en initialisant une instruction préparée qui lance select function(\$1, . . .). le cycle de l'appel de fonction peut alors être remplacé par Bind/Execute.

Un cycle d'appel de fonction est initié par le client envoyant un message FunctionCall au serveur. Le serveur envoie alors un ou plusieurs messages de réponse en fonction des résultats de l'appel de la fonction et finalement un message de réponse ReadyForQuery. ReadyForQuery informe le client qu'il peut envoyer en toute sécurité une nouvelle requête ou un nouvel appel de fonction.

Les messages de réponse possibles du serveur sont :

errorresponse

Une erreur est survenue.

functioncallresponse

L'appel de la fonction est terminé et a retourné le résultat donné dans le message. Le protocole d'appel de fonction ne peut gérer qu'un résultat scalaire simple, pas un type ligne ou un ensemble de résultats.

readyforquery

Le traitement de l'appel de fonction est terminé. ReadyForQuery sera toujours envoyé, que le traitement se termine avec succès ou avec une erreur.

noticeresponse

Un message d'avertissement relatif à l'appel de fonction a été retourné. Les avertissements sont complémentaires des autres réponses, c'est-à-dire que le serveur continuera à traiter la commande.

51.2.5. Opérations copy

La commande **copy** permet des transferts rapides de données en lot vers ou à partir du serveur. Les opérations Copy-in et Copy-out basculent chacune la connexion dans un sous-protocole distinct qui existe jusqu'à la fin de l'opération.

Le mode Copy-in (transfert de données vers le serveur) est initié quand le serveur exécute une instruction SQL **copy from stdin**. Le serveur envoie une message CopyInResponse au client. Le client peut alors envoyer zéro (ou plusieurs) message(s) CopyData, formant un flux de données en entrée (il n'est pas nécessaire que les limites du message aient un rapport avec les limites de la ligne, mais cela est souvent un choix raisonnable). Le client peut terminer le mode Copy-in en envoyant un message CopyDone (permettant une fin avec succès) ou un message CopyFail (qui causera l'échec de l'instruction SQL **copy** avec une erreur). Le serveur retourne alors au mode de traitement de la commande précédent le début de **copy**, protocole de requête simple ou étendu. Il enverra enfin CommandComplete (en cas de succès) ou ErrorResponse (sinon).

Si le serveur détecte un erreur en mode copy-in (ce qui inclut la réception d'un message CopyFail), il enverra un message ErrorResponse. Si la commande **copy** a été lancée à l'aide d'un message de requête étendue, le serveur annulera les messages du client jusqu'à ce qu'un message Sync soit reçu. Il enverra alors un message ReadyForQuery et retournera dans le mode de fonctionnement normal. Si la commande **copy** a été lancée dans un message simple Query, le reste de ce message est annulé et ReadyForQuery est envoyé. Dans tous les cas, les messages CopyData, CopyDone ou CopyFail suivants envoyés par l'interface seront simplement annulés.

Le serveur ignorera les messages Flush et Sync reçus en mode copy-in. La réception de tout autre type de messages hors-copie constitue une erreur qui annulera l'état Copy-in, comme cela est décrit plus haut. L'exception pour Flush et Sync est faite pour les bibliothèques clientes qui envoient systématiquement Flush ou Sync après un message Execute sans vérifier si la commande à exécuter est **copy from stdin**.

Le mode Copy-out (transfert de données à partir du serveur) est initié lorsque le serveur exécute une instruction SQL **copy to stdout**. Le moteur envoie un message CopyOutResponse au client suivi de zéro (ou plusieurs) message(s) CopyData (un par ligne), suivi de CopyDone. Le serveur retourne ensuite au mode de traitement de commande dans lequel il se trouvait avant le lancement de **copy** et envoie commandcomplete. Le client ne peut pas annuler le transfert (sauf en fermant la connexion ou en lançant une requête d'annulation, Cancel), mais il peut ignorer les messages CopyData et CopyDone non souhaités.

Si le serveur détecte une erreur en mode Copy-out, il enverra un message ErrorResponse et retournera dans le mode de traitement normal. Le client devrait traiter la réception d'un message ErrorResponse comme terminant le mode « copy-out ».

Il est possible que les messages NoticeResponse et ParameterStatus soient entremêlés avec des messages CopyData ; les interfaces doivent gérer ce cas, et devraient être aussi préparées à d'autres types de messages asynchrones (voir Section 51.2.6, « Opérations asynchrones »). Sinon, tout type de message autre que CopyData et CopyDone pourrait être traité comme terminant le mode copy-out.

Il existe un autre mode relatif à Copy appelé Copy-both. Il permet un transfert de données en flot à grande vitesse vers *et à partir* du serveur. Le mode Copy-both est initié quand un processus serveur en mode walsender exécute une instruction **START_REPLICATION**. Le processus serveur envoie un message CopyBothResponse au client. Le processus serveur et le client peuvent ensuite envoyer des messages CopyData jusqu'à ce que l'un des deux envoie un message CopyDone. Après que le client ait envoyé un message CopyDone, la connexion se transforme en mode copy-out, et le client ne peut plus envoyer des messages CopyData. De la même façon, quand le serveur envoie un message CopyDone, la connexion passe en mode copy-in et le serveur ne peut plus envoyer de messages CopyData. Une fois que les deux côtés ont envoyé un message CopyDone, le mode copie est terminé et le processus serveur retourne dans le mode de traitement des commandes. Si une erreur est détectée par le serveur pendant le mode copy-both, le processus serveur enverra un message ErrorResponse, ignorera les messages du client jusqu'à réception d'un message Sync message, puis enverra un message ReadyForQuery avant de continuer le traitement habituel. Le client doit traiter la réception d'un ErrorResponse comme une fin de la copie dans les deux sens ; aucun CopyDone ne doit être envoyé dans ce cas. Voir Section 51.4, « Protocole de réplication en continu » pour plus d'informations sur le sous-protocole transmis pendant le mode copy-both.

Les messages CopyInResponse, CopyOutResponse et CopyBothResponse incluent des champs qui informent le client du nombre de colonnes par ligne et les codes de format utilisés par chaque colonne. (Avec l'implémentation courante, toutes les colonnes d'une opération COPY donnée utiliseront le même format mais la conception du message ne le suppose pas.)

51.2.6. Opérations asynchrones

Il existe plusieurs cas pour lesquels le serveur enverra des messages qui ne sont pas spécifiquement demandés par le flux de commande du client. Les clients doivent être préparés à gérer ces messages à tout moment même si aucune requête n'est en cours. Vérifier ces cas avant de commencer à lire la réponse d'une requête est un minimum.

Il est possible que des messages NoticeResponse soient engendrés en dehors de toute activité ; par exemple, si l'administrateur de la base de données commande un arrêt « rapide » de la base de données, le serveur enverra un NoticeResponse l'indiquant avant de fermer la connexion. Les clients devraient toujours être prêts à accepter et afficher les messages NoticeResponse, même si la connexion est inactive.

Des messages ParameterStatus seront engendrés à chaque fois que la valeur active d'un paramètre est modifiée, et cela pour tout

paramètre que le serveur pense utile au client. Cela survient plus généralement en réponse à une commande SQL **set** exécutée par le client. ce cas est en fait synchrone -- mais il est possible aussi que le changement de statut d'un paramètre survienne à la suite d'une modification par l'administrateur des fichiers de configuration ; changements suivis de l'envoi du signal `sighup` au post-master. de plus, si une commande `set` est annulée, un message `ParameterStatus` approprié sera engendré pour rapporter la valeur effective.

À ce jour, il existe un certain nombre de paramètres codés en dur pour lesquels des messages `ParameterStatus` seront engendrés : on trouve `server_version`, `server_encoding`, `client_encoding`, `application_name`, `is_superuser`, `session_authorization` et `session_authorization`, `DateStyle`, `IntervalStyle`, `TimeZone` et `integer_datetimes` (`server_encoding`, `timezone` et `integer_datetimes` n'ont pas été reportés par les sorties avant la 8.0 ; `standard_conforming_strings` n'a pas été reporté par les sorties avant la 8.1 ; `IntervalStyle` n'a pas été reporté par les sorties avant la 8.4; `application_name` n'a pas été reporté par les sorties avant la 9.0.). Notez que `server_version`, `server_encoding` et `integer_datetimes` sont des pseudo-paramètres qui ne peuvent pas changer après le lancement. Cet ensemble pourrait changer dans le futur, voire devenir configurable. De toute façon, un client peut ignorer un message `ParameterStatus` pour les paramètres qu'il ne comprend pas ou qui ne le concernent pas.

Si un client lance une commande `listen`, alors le serveur enverra un message `NotificationResponse` (à ne pas confondre avec `NoticeResponse` !) à chaque fois qu'une commande `notify` est exécutée pour le canal de même nom.



Note

Actuellement, `NotificationResponse` ne peut être envoyé qu'à l'extérieur d'une transaction. Il ne surviendra donc pas au milieu d'une réponse à une commande, mais il peut survenir juste avant `ReadyForQuery`. Il est toutefois déconseillé de concevoir un client en partant de ce principe. La bonne pratique est d'être capable d'accepter `NotificationResponse` à tout moment du protocole.

51.2.7. Annulation de requêtes en cours

Pendant le traitement d'une requête, le client peut demander l'annulation de la requête. La demande d'annulation n'est pas envoyée directement au serveur par la connexion ouverte pour des raisons d'efficacité de l'implémentation : il n'est pas admissible que le serveur vérifie constamment les messages émanant du client lors du traitement des requêtes. Les demandes d'annulation sont relativement inhabituelles ; c'est pourquoi elles sont traitées de manière relativement simple afin d'éviter que ce traitement ne pénalise le fonctionnement normal.

Pour effectuer une demande d'annulation, le client ouvre une nouvelle connexion au serveur et envoie un message `CancelRequest` à la place du message `StartupMessage` envoyé habituellement à l'ouverture d'une connexion. Le serveur traitera cette requête et fermera la connexion. Pour des raisons de sécurité, aucune réponse directe n'est faite au message de requête d'annulation.

Un message `CancelRequest` sera ignoré sauf s'il contient la même donnée clé (PID et clé secrète) que celle passée au client lors du démarrage de la connexion. Si la donnée clé correspond, le traitement de la requête en cours est annulé (dans l'implantation existante, ceci est obtenu en envoyant un signal spécial au processus serveur qui traite la requête).

Le signal d'annulation peut ou non être suivi d'effet -- par exemple, s'il arrive après la fin du traitement de la requête par le serveur, il n'aura alors aucun effet. Si l'annulation est effective, il en résulte la fin précoce de la commande accompagnée d'un message d'erreur.

De tout ceci, il ressort que, pour des raisons de sécurité et d'efficacité, le client n'a aucun moyen de savoir si la demande d'annulation a abouti. Il continuera d'attendre que le serveur réponde à la requête. Effectuer une annulation permet simplement d'augmenter la probabilité de voir la requête en cours finir rapidement et échouer accompagnée d'un message d'erreur plutôt que réussir.

Comme la requête d'annulation est envoyée via une nouvelle connexion au serveur et non pas au travers du lien de communication client/serveur établi, il est possible que la requête d'annulation soit lancée par un processus quelconque, pas forcément celui du client pour lequel la requête doit être annulée. Cela peut fournir une flexibilité supplémentaire dans la construction d'applications multi-processus ; mais également une faille de sécurité puisque des personnes non autorisées pourraient tenter d'annuler des requêtes. La faille de sécurité est comblée par l'exigence d'une clé secrète, engendrée dynamiquement, pour toute requête d'annulation.

51.2.8. Fin

Lors de la procédure normale de fin le client envoie un message `Terminate` et ferme immédiatement la connexion. À la réception de ce message, le serveur ferme la connexion et s'arrête.

Dans de rares cas (tel un arrêt de la base de données par l'administrateur), le serveur peut se déconnecter sans demande du client. Dans de tels cas, le serveur tentera d'envoyer un message d'erreur ou d'avertissement en donnant la raison de la déconnexion avant

de fermer la connexion.

D'autres scénarios de fin peuvent être dus à différents cas d'échecs, tels qu'un « core dump » côté client ou serveur, la perte du lien de communications, la perte de synchronisation des limites du message, etc. Que le client ou le serveur s'aperçoive d'une fermeture de la connexion, le buffer sera vidé et le processus terminé. Le client a la possibilité de lancer un nouveau processus serveur en recontactant le serveur s'il ne souhaite pas se finir. Il peut également envisager de clore la connexion si un type de message non reconnu est reçu ; en effet, ceci est probablement le résultat de la perte de synchronisation des limites de messages.

Que la fin soit normale ou non, toute transaction ouverte est annulée, non pas validée. Si un client se déconnecte alors qu'une requête autre que **select** est en cours de traitement, le serveur terminera probablement la requête avant de prendre connaissance de la déconnexion. Si la requête est en dehors d'un bloc de transaction (séquence **begin ... commit**), il se peut que les résultats soient validés avant que la connexion ne soit reconnue.

51.2.9. Chiffrement ssl de session

Si postgresql™ a été construit avec le support de ssl, les communications client/serveur peuvent être chiffrées en l'utilisant. Ce chiffrement assure la sécurité de la communication dans les environnements où des agresseurs pourraient capturer le trafic de la session. Pour plus d'informations sur le cryptage des sessions postgresql™ avec ssl, voir Section 18.9, « Connexions tcp/ip sécurisées avec ssl ».

Pour initier une connexion chiffrée par ssl, le client envoie initialement un message SSLRequest à la place d'un StartupMessage. Le serveur répond avec un seul octet contenant **s** ou **n** indiquant respectivement s'il souhaite ou non utiliser le ssl. Le client peut alors clore la connexion s'il n'est pas satisfait de la réponse. Pour continuer après un **s**, il faut échanger une poignée de main ssl (handshake) (non décrite ici car faisant partie de la spécification ssl) avec le serveur. En cas de succès, le StartupMessage habituel est envoyé. Dans ce cas, StartupMessage et toutes les données suivantes seront chiffrées avec ssl. Pour continuer après un **n**, il suffit d'envoyer le startupmessage habituel et de continuer sans chiffrage.

Le client doit être préparé à gérer une réponse ErrorMessage à un SSLRequest émanant du serveur. Ceci ne peut survenir que si le serveur ne dispose pas du support de ssl. (De tels servers sont maintenant très anciens, et ne doivent certainement plus exister.) Dans ce cas, la connexion doit être fermée, mais le client peut choisir d'ouvrir une nouvelle connexion et procéder sans ssl.

Un SSLRequest initial peut également être utilisé dans une connexion en cours d'ouverture pour envoyer un message CancelRequest.

Alors que le protocole lui-même ne fournit pas au serveur de moyen de forcer le chiffrage ssl, l'administrateur peut configurer le serveur pour rejeter les sessions non chiffrées, ce qui est une autre façon de vérifier l'authentification.

51.3. Types de données des messages

Cette section décrit les types de données basiques utilisés dans les messages.

Intn(*i*)

Un entier sur *n* bits dans l'ordre des octets réseau (octet le plus significatif en premier). Si *i* est spécifié, c'est exactement la valeur qui apparaîtra, sinon la valeur est variable, par exemple Int16, Int32(42).

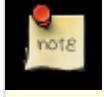
Intn[*k*]

Un tableau de *k* entiers sur *n* bits, tous dans l'ordre des octets réseau. La longueur *k* du tableau est toujours déterminée par un champ précédent du message, par exemple, Int16[M].

String(*s*)

Une chaîne terminée par un octet nul (chaîne style C). Il n'y a pas de limitation sur la longueur des chaînes. Si *s* est spécifié, c'est la valeur exacte qui apparaîtra, sinon la valeur est variable. Par exemple, String("utilisateur").

Note



il n'y a aucune limite prédéfinie à la longueur d'une chaîne renvoyée par le serveur. Une bonne stratégie de codage de client consiste à utiliser un tampon dont la taille peut croître pour que tout ce qui tient en mémoire puisse être accepté. Si cela n'est pas faisable, il faudra lire la chaîne complète et supprimer les caractères qui ne tiennent pas dans le tampon de taille fixe.

Byte*n*(*c*)

Exactement *n* octets. Si la largeur *n* du champ n'est pas une constante, elle peut toujours être déterminée à partir d'un champ précédent du message. Si *c* est spécifié, c'est la valeur exacte. Par exemple, Byte2, Byte1('\n').

51.4. Protocole de réPLICATION en continu

Pour initier la réPLICATION en flux continu, le client envoi le paramètre `replication` dans son message d'ouverture. Une valeur booléenne `true` indique au processus serveur de basculer en mode `walsender`, où un petit ensemble de commandes de réPLICATION peut être exécuté à la place de requêtes SQL. Seul le protocole simple de requêtes peut être utilisé dans le mode `walsender`. Les commandes de réPLICATION sont tracées dans les fichiers du serveur quand le paramètre `log_replication_commands` est activé. Passer `database` comme valeur indique au `walsender` de se connecter à la base spécifiée dans le paramètre `dbname`, ce qui permettra l'utilisation de la connexion pour la réPLICATION logique de cette base de données.

Pour tester les commandes de réPLICATION, vous pouvez réaliser une connexion de réPLICATION via `psql` ou tout autre outil utilisant `libpq` avec une chaîne de connexion utilisant l'option `replication`, par exemple :

```
psql "dbname=postgres replication=database" -c "IDENTIFY_SYSTEM;"
```

Néanmoins, il est souvent plus utile d'utiliser `pg_recvexlog(1)` (pour la réPLICATION physique) ou `pg_recvlogical(1)` (pour la réPLICATION logique).

Les commandes acceptées en mode `walsender` sont:

`IDENTIFY_SYSTEM`

Demande au serveur de s'identifier. Le serveur répond avec un set de résultat d'une seule ligne contenant quatre champs:

`systemid` (`text`)

L'identifiant système unique du cluster. Il peut être utilisé pour vérifier que la base de sauvegarde utilisée pour initialiser le serveur en attente provient du même cluster.

`timeline` (`int4`)

Timeline ID courant. Tout aussi utile pour vérifier que le serveur en attente est consistant avec le maître.

`xlogpos` (`text`)

Emplacement de vidage courant des journaux de transactions. Utile pour connaître un emplacement dans les journaux de transactions à partir duquel le mode de réPLICATION en flux peut commencer.

`dbname` (`text`)

Base de données connectée ou `NULL`.

`TIMELINE_HISTORY` *tli*

Demande au serveur l'envoi du fichier historique de la ligne de temps *tli*. Le serveur répond avec un résultat sur une seule ligne, contenant deux champs :

`filename` (`text`)

Nom du fichier de l'historique de la ligne de temps, par exemple `00000002.history`.

`content` (`bytea`)

Contenu du fichier historique de la ligne de temps.

`CREATE_REPLICATION_SLOT` *slot_name* { `PHYSICAL` [`RESERVE_WAL`] | `LOGICAL` *output_plugin* }

Crée un slot de réPLICATION physique ou logique. Voir Section 26.2.6, « Slots de réPLICATION » pour plus d'informations sur les slots de réPLICATION.

`nom_slot`

Le nom du slot à créer. Doit être un nom d'un slot de réPLICATION valide (voir Section 26.2.6.1, « Requêter et manipuler des slots de réPLICATION »).

`output_plugin`

Le nom d'un plugin en sortie utilisé pour le décodage logique (voir Section 47.6, « Plugins de sortie de décodage logique »).

`RESERVE_WAL`

Spécifie que le slot de réPLICATION physique réserve les WAL immédiatement. Dans le cas contraire, les WAL sont seulement conservés à partir de la connexion d'un client de réPLICATION en flux.

`START_REPLICATION` [`SLOT` *slot_name*] [`PHYSICAL`] *XXX/XXX* [`TIMELINE` *tli*]

Demande au serveur de débuter l'envoi de WAL en continu, en commençant à la position *XXX/XXX* dans le WAL. Si l'option `TIMELINE` est spécifiée, le flux commence sur la timeline *tli*. Dans le cas contraire, la timeline actuelle du serveur est utilisée. Le serveur peu répondre avec une erreur, par exemple si la section de WAL demandée a déjà été recyclée. En cas de succès, le serveur répond avec un message `CopyBothResponse` et débute l'envoi en continu de WAL au client.

Si un nom de slot est fourni via `nom_slot`, il sera mis à jour au fur et à mesure de la progression de la réPLICATION pour que le serveur maître connaisse les segments WAL sont toujours nécessaires pour le serveur standby. Si `hot_standby_feedback` est activé, la granularité est au niveau de chaque transaction.

Si le client demande une ligne de temps qui ne correspond pas à la dernière ligne de temps mais qui fait néanmoins partie de l'historique du serveur, le serveur va envoyer tous les journaux de transactions en commençant à partir de point de démarrage demandé sur cette ligne de temps, jusqu'à arriver au moment où le serveur a changé de nouveau de ligne de temps. Si le client réclame l'envoi à partir de la fin de l'ancienne ligne de temps, le serveur répond immédiatement avec `CommandComplete` sans entrer en mode COPY.

Après l'envoi de tous les journaux de transactions sur une ligne de temps qui n'est pas la dernière, le serveur arrêtera le flux en quittant le mode COPY. Quand le client accepte ceci en quittant lui-même le mode COPY, le serveur envoie un ensemble de résultats comprenant une ligne et deux colonnes, indiquant la prochaine timeline dans l'histoire de ce serveur. La première colonne est l'identifiant de la prochaine timeline (type int8) et la deuxième colonne est la position XLOG où la bascule a eu lieu (type text). Généralement, la position de la bascule correspond à la fin du journal de transactions qui a été envoyé mais il existe des cas particuliers où le serveur peut envoyer quelques enregistrements de journaux à partir de l'ancienne timeline qu'il n'a pas encore rejoué avant la promotion. Enfin, le serveur envoie la commande `CommandComplete` message, et est prêt à accepter une nouvelle commande.

Les données des WAL sont envoyées en une série de messages `CopyData` (ce qui permet d'envoyer d'autres informations dans les intervalles ; en particulier un serveur peut envoyer un message `ErrorResponse` s'il rencontre une erreur après la début de l'envoi en continu des données). Le contenu de chaque message `CopyData` à partir du serveur vers le client contient un message faisant partie d'un des formats suivants :

XLogData (B)

`Byte1('w')`

Identifie le message comme une donnée de WAL.

`Int64`

Le point de départ de la donnée du WAL dans ce message.

`Int64`

Le fin courante du WAL sur le serveur.

`Int64`

L'horloge système du serveur à l'heure de la transmission, en microsecondes à partir du 1er janvier 2000, à minuit.

`Byten`

Une section de donnée du flux de WAL.

Un enregistrement d'un journal de transactions n'est jamais divisé en deux messages `XLogData`. Quand un enregistrement dépasse la limite d'une page d'un journal de transactions, et est de ce fait déjà divisé en utilisant les enregistrements de suivi, il peut être divisé sur la limite de la page. En d'autres termes, le premier enregistrement principal d'un journal de transactions et ses enregistrements de suivi peuvent être envoyés sur différents messages `XLogData`.

Message principal de keepalive (B)

`Byte1('k')`

Identifie le message comme un keepalive émis.

`Int64`

La fin actuelle du journal de transactions sur le serveur.

`Int64`

L'horloge système du serveur au moment de la transmission, en microsecondes depuis le 1er janvier 2000 à minuit.

`Byte1`

1 signifie que le client doit répondre à ce message dès que possible pour éviter une déconnexion après délai. 0 dans les autres cas.

Le processus en réception répond à l'envoyeur à tout moment en utilisant un des formats de message suivants (aussi dans la charge d'un message `CopyData`) :

Mise à jour du statut du serveur en standby (F)

`Byte1('r')`

Identifie le message comme une mise à jour du statut du récepteur.

`Int64`

L'emplacement du dernier octet des journaux de transactions + 1 reçu et écrit sur le disque du serveur en standby.

Int64

L'emplacement du dernier octet du journal de transactions + 1 poussé sur le standby.

Int64

L'emplacement du dernier octet du journal de transactions + 1 appliqué sur le standby.

Int64

L'horloge système du client au moment de la transmission, en microsecondes depuis le 1er janvier 2000 à minuit.

Byte1

Si 1, le client demande une réponse immédiate du serveur à ce message. Cela peut être utilisé pour tester si la connexion est toujours bonne.

Message de réponse Hot Standby (F)

Byte1('h')

Identifie le message comme un message de réponse Hot Standby.

Int64

L'horloge système du client au moment de la transmission, en microsecondes depuis le 1er janvier 2000 à minuit.

Int32

Le xmin courant du serveur standby. Il peut valoir 0 si le standby envoie des notifications pour indiquer que le retour Hot Standby ne sera plus nécessaire pour cette connexion. Les messages suivants différents de zéro peuvent reinitialiser le mécanisme de retour.

Int32

Le epoch courant du serveur en standby.

START_REPLICATION SLOT *slot_name* LOGICAL XXX/XXX [(*option_name* [*option_value*] [,...])]

Indique au serveur de commencer le flux de réplication pour de la réplication logique, en commençant à la position XXX/XXX dans le journal des transactions. Le serveur peut répondre avec une erreur, par exemple si la section demandée du journal de transactions a déjà été recyclée. En cas de succès, le serveur répond avec un message CopyBothResponse, puis commence à envoyer le flux vers le client.

Les messages à l'intérieur du message CopyBothResponse sont du même format que ceux documentés pour START_REPLICATION ... PHYSICAL.

Le plugin en sortie associé avec le slot sélectionné est utilisé pour traiter la sortie pour le flux.

SLOT *nom_slot*

Le nom du slot. Ce paramètre est requis et doit correspond à un slot de réplication existant créé avec CREATE_REPLICATION_SLOT en mode LOGICAL.

XXX/XXX

La position WAL où commencer le flux.

option_name

Le nom d'une option passée au plugin de décodage logique du slot.

option_value

Une valeur en option, sous la forme d'une chaîne de caractères, associée à l'option indiquée.

DROP_REPLICATION_SLOT *nom_slot*

Supprime un slot de réplication, libérant toute ressource réservée du côté serveur. Si le slot est en cours d'utilisation par une connexion active, cette commande échoue.

nom_slot

Le nom du slot à supprimer.

BASE_BACKUP [LABEL '*label*'] [PROGRESS] [FAST] [WAL] [NOWAIT] [MAX_RATE *rate*] [TABLESPACE_MAP]

Demande au serveur de commencer l'envoi d'une sauvegarde de base. Le système sera mis automatiquement en mode sauvegarde avant que celle-ci ne commence et en sera sorti une fois la sauvegarde terminée. Les options suivantes sont acceptées :

LABEL '*label*'

Précise le label de la sauvegarde. Si aucun label n'est indiqué, le label utilisé est base backup. Les règles de mise entre guillemets du label sont les mêmes que pour une chaîne SQL standard avec standard_conforming_strings activé.

PROGRESS

Demande la génération d'un rapport de progression. Cela enverra la taille approximative dans l'en-tête de chaque tablespace, qui peut être utilisé pour calculer ce qu'il reste à récupérer. La taille est calculée en énumérant la taille de tous les fichiers avant de commencer le transfert. Du coup, il est possible que cela ait un impact négatif sur les performances. En particulier, la première donnée peut mettre du temps à être envoyée. De plus, comme les fichiers de la base de données peuvent être modifiés pendant la sauvegarde, la taille est seulement approximative et peut soit grandir, soit diminuer entre le moment de son calcul initial et le moment où les fichiers sont envoyés.

FAST

Demande un checkpoint rapide.

WAL

Inclut les journaux de transactions nécessaires dans la sauvegarde. Cela inclue tous les fichiers entre le début et la fin de la sauvegarde de base dans le répertoire `pg_xlog` dans l'archive tar.

NOWAIT

Par défaut, la sauvegarde attendra que le dernier journal de transactions requis soit archivé ou émettra un message d'avertissement si l'archivage des journaux de transactions n'est pas activé. Indiquer NOWAIT désactive les deux (l'attente et le message), laissant le client responsable de la disponibilité des journaux de transactions requis.

MAX_RATE *taux*

Limite la quantité maximale de données transférées du serveur au client par unité de temps. L'unité attendue est le Ko/s. Si cette option est indiquée, la valeur doit être soit égale à zéro, soit être comprise entre 32 Ko et 1 Go (inclus). Si zéro est passé ou que l'option n'est pas indiquée, aucune restriction n'est imposée sur le transfert.

TABLESPACE_MAP

Inclut les informations sur les liens symboliques présents dans le répertoire `pg_tblspc` dans un fichier nommé `tablespace_map`. Le fichier de correspondance des tablespaces inclut les noms des liens symboliques tels qu'ils existent dans le répertoire `pg_tblspc/` et le chemin complet de ce lien symbolique.

Quand la sauvegarde est lancée, le serveur enverra tout d'abord deux ensembles de résultats standards, suivis par un ou plusieurs résultats de CopyResponse.

Le premier ensemble de résultats standard contient la position de démarrage de la sauvegarde, dans une seule ligne avec deux colonnes. La première colonne contient la position de départ donnée dans le format XLogRecPtr, et la deuxième colonne contient l'identifiant correspondant de la ligne de temps.

Le deuxième ensemble de résultats standard contient une ligne pour chaque tablespace. Voici la liste des champs d'une telle ligne :

spcoid (oid)

L'OID du tablespace, ou null s'il s'agit du répertoire de données.

spclocation (text)

Le chemin complet du répertoire du tablespace, ou null s'il s'agit du répertoire de données.

size (int8)

La taille approximative du tablespace, si le rapport de progression a été demandé. Null sinon.

Après l'envoi du deuxième ensemble standard de résultats, un ou plusieurs résultats de type CopyResponse seront envoyés, un pour le répertoire de données principal et un pour chaque tablespace supplémentaire, autre que `pg_default` et `pg_global`. Les données dans les résultats de type CopyResponse seront un format tar (en suivant le « format d'échange us-tar » spécifié dans le standard POSIX 1003.1-2008) du contenu du tablespace, sauf que les deux blocs de zéros à la fin indiqués dans le standard sont omis. Après que l'envoi des données du tar est terminé, un ensemble final de résultats sera envoyé, contenant la position finale de la sauvegarde dans les journaux de transactions, au même format que la position de départ.

L'archive tar du répertoire des données et de chaque tablespace contiendra tous les fichiers du répertoire, que ce soit des fichiers PostgreSQL™ ou des fichiers ajoutés dans le même répertoire. Les seuls fichiers exclus sont :

- `postmaster.pid`
- `postmaster.opts`
- différents fichiers temporaires créés pendant l'opération du serveur PostgreSQL
- `pg_xlog`, ainsi que les sous-répertoires. Si la sauvegarde est lancée avec ajout des journaux de transactions, une version synthétisée de `pg_xlog` sera inclus mais elle ne contiendra que les fichiers nécessaires au bon fonctionnement de la sauvegarde, et pas le reste de son contenu.
- `pg_replslot` est copiée sous la forme d'un répertoire vide.
- Les fichiers autres que les fichiers standards et les répertoires (par exemple les liens symboliques et les fichiers périphériques) sont ignorés. (Les liens symboliques dans `pg_tblspc` sont maintenus.)

Le propriétaire, le groupe et les droits du fichier sont conservés si le système de fichiers du serveur le permet.

51.5. Formats de message

Cette section décrit le format détaillé de chaque message. Chaque message est marqué pour indiquer s'il peut être envoyé par un client (F pour *frontend*), un serveur (B pour *backend*) ou les deux (F & B). bien que chaque message commence par son nombre d'octets, le format du message est défini de telle sorte que la fin du message puisse être trouvée sans ce nombre. Cela contribue à la vérification de la validité. Le message CopyData est une exception car il constitue une partie du flux de données ; le contenu d'un message CopyData individuel n'est, en soi, pas interprétable.

AuthenticationOk (B)

Byte1('R')

Marqueur de demande d'authentification.

Int32(8)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int32(0)

L'authentification a réussi.

AuthenticationKerberosV5 (B)

Byte1('R')

Marqueur de demande d'authentification.

Int32(8)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int32(2)

Une authentification Kerberos V5 est requise.

AuthenticationCleartextPassword (B)

Byte1('R')

Marqueur de demande d'authentification.

Int32(8)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int32(3)

Un mot de passe en clair est requis.

AuthenticationMD5Password (B)

Byte1('R')

Marqueur de demande d'authentification.

Int32(12)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int32(5)

Un mot de passe chiffré par MD5 est requis.

Byte4

Composant (salt) à utiliser lors du chiffrement du mot de passe.

AuthenticationSCMCredential (B)

Byte1('R')

Marqueur de demande d'authentification.

Int32(8)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int32(6)

Un message d'accréditation SCM est requis.

AuthenticationGSS (B)

Byte1('R')

Identifie le message en tant que requête d'authentification.

Int32(8)

Longueur du contenu du message en octets, lui-même inclus.

Int32(7)

Spécifie qu'une authentification GSSAPI est requise.

AuthenticationSSPI (B)

Byte1('R')

Identifie le message en tant que requête d'authentification.

Int32(8)

Longueur du message en octet, incluant la longueur.

Int32(9)

Spécifie que l'authentification SSPI est requise.

AuthenticationGSSContinue (B)

Byte1('R')

Identifie le message comme une requête d'authentification.

Int32

Longueur du message en octet, incluant la longueur.

Int32(8)

Spécifie que ce message contient des données GSSAPI ou SSPI.

Byten

Données d'authentification GSSAPI ou SSPI.

BackendKeyData (B)

Byte1('K')

Marqueur de clé d'annulation. Le client doit sauvegarder ces valeurs s'il souhaite initier des messages CancelRequest par la suite.

Int32(12)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int32

ID du processus du serveur concerné.

Int32

Clé secrète du serveur concerné.

Bind (F)

Byte1('B')

Marqueur de commande Bind.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

String

Nom du portail de destination (une chaîne vide sélectionne le portail non-nommé).

String

Nom de l'instruction source préparée (une chaîne vide sélectionne l'instruction préparée non-nommée).

Int16

Nombre de codes de format de paramètres qui suivent (notés *c* ci-dessous). peut valoir zéro pour indiquer qu'il n'y a aucun paramètre ou que tous les paramètres utilisent le format par défaut (texte) ; ou un, auquel cas le code de format spécifié est appliqué à tous les paramètres ; il peut aussi être égal au nombre courant de paramètres.

Int16[*c*]

Codes de format des paramètres. Tous doivent valoir zéro (texte) ou un (binaire).

Int16

Nombre de valeurs de paramètres qui suivent (peut valoir zéro). Cela doit correspondre au nombre de paramètres nécessaires à la requête.

Puis, le couple de champs suivant apparaît pour chaque paramètre : paramètre :

Int32

Taille de la valeur du paramètre, en octets (ce nombre n'inclut pas la longueur elle-même). Peut valoir zéro. Traité comme un

cas spécial, -1 indique une valeur de paramètre NULL. Aucun octet de valeur ne suit le cas NULL.

Byte*n*

Valeur du paramètre, dans le format indiqué par le code de format associé. *n* est la longueur ci-dessus.
Après le dernier paramètre, les champs suivants apparaissent :

Int16

Nombre de codes de format des colonnes de résultat qui suivent (noté *r* ci-dessous). peut valoir zéro pour indiquer qu'il n'y a pas de colonnes de résultat ou que les colonnes de résultat utilisent le format par défaut (texte) ; ou une, auquel cas le code de format spécifié est appliqué à toutes les colonnes de résultat (s'il y en a) ; il peut aussi être égal au nombre de colonnes de résultat de la requête.

Int16[*r*]

Codes de format des colonnes de résultat. Tous doivent valoir zéro (texte) ou un (binaire).

BindComplete (B)

Byte1('2')

Indicateur de Bind complet.

Int32(4)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

CancelRequest (F)

Int32(16)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int32(80877102)

Code d'annulation de la requête. La valeur est choisie pour contenir 1234 dans les 16 bits les plus significatifs et 5678 dans les 16 bits les moins significatifs (pour éviter toute confusion, ce code ne doit pas être le même qu'un numéro de version de protocole).

Int32

ID du processus du serveur cible.

Int32

Clé secrète du serveur cible.

Close (F)

Byte1('C')

Marqueur de commande Close.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Byte1

's' pour fermer une instruction préparée ; ou 'p' pour fermer un portail.

String

Nom de l'instruction préparée ou du portail à fermer (une chaîne vide sélectionne l'instruction préparée ou le portail non-nommé(e)).

CloseComplete (B)

Byte1('3')

Indicateur de complétude de Close.

Int32(4)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

CommandComplete (B)

Byte1('C')

Marqueur de réponse de complétude de commande.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

String

Balise de la commande. Mot simple identifiant la commande SQL terminée.

Pour une commande **insert**, la balise est **insert oid lignes** où *lignes* est le nombre de lignes insérées. *oid* est l'id

de l'objet de la ligne insérée si *lignes* vaut 1 et que la table cible a des OID ; sinon *oid* vaut 0.

Pour une commande **delete**, la balise est `delete lignes` où *lignes* est le nombre de lignes supprimées.

Pour une commande **update**, la balise est `update lignes` où *lignes* est le nombre de lignes mises à jour.

Pour les commandes **SELECT** ou **CREATE TABLE AS**, la balise est `SELECT lignes` où *lignes* est le nombre de ligne récupérées.

Pour une commande **move**, la balise est `move lignes` où *lignes* est le nombre de lignes de déplacement du curseur.

Pour une commande **fetch**, la balise est `fetch lignes` où *lignes* est le nombre de lignes récupérées à partir du curseur.

CopyData (F & B)

Byte1('d')

Marqueur de données de COPY.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Byten

Données formant une partie d'un flux de données **copy**. les messages envoyés depuis le serveur correspondront toujours à des lignes uniques de données, mais les messages envoyés par les clients peuvent diviser le flux de données de façon arbitraire.

CopyDone (F & B)

Byte1('c')

Indicateur de fin de COPY.

Int32(4)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

CopyFail (F)

Byte1('f')

Indicateur d'échec de COPY.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

String

Message d'erreur rapportant la cause d'un échec.

CopyInResponse (B)

Byte1('G')

Marqueur de réponse de Start Copy In. Le client doit alors envoyer des données de copie (s'il n'est pas à cela, il enverra un message CopyFail).

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int8

0 indique que le format de copie complet est textuel (lignes séparées par des retours chariot, colonnes séparées par des caractères de séparation, etc). 1 indique que le format de copie complet est binaire (similaire au format DataRow). Voir COPY(7) pour plus d'informations.

Int16

Nombre de colonnes dans les données à copier (noté *n* ci-dessous).

Int16[*n*]

Codes de format à utiliser pour chaque colonne. Chacun doit valoir zéro (texte) ou un (binaire). Tous doivent valoir zéro si le format de copie complet est de type texte.

CopyOutResponse (B)

Byte1('H')

Marqueur de réponse Start Copy Out. Ce message sera suivi de données copy-out.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int8

0 indique que le format de copie complet est textuel (lignes séparées par des retours chariots, colonnes séparées par des caractères de séparation, etc). 1 indique que le format de copie complet est binaire (similaire au format DataRow). Voir COPY(7) pour plus d'informations.

tères séparateur, etc). 1 indique que le format de copie complet est binaire (similaire au format DataRow). Voir COPY(7) pour plus d'informations.

Int16

Nombre de colonnes de données à copier (noté *n* ci-dessous).

Int16[*n*]

Codes de format à utiliser pour chaque colonne. Chaque code doit valoir zéro (texte) ou un (binaire). Tous doivent valoir zéro si le format de copie complet est de type texte.

CopyBothResponse (B)

Byte1('W')

Identifie le message comme une réponse Start Copy Both. Ce message est seulement utilisé pour la réPLICATION en flux.

Int32

Longueur du contenu du message en octets, incluant lui-même.

Int8

0 indique que le format **COPY** global est textuel (lignes séparées par des retours à la ligne, colonnes séparés par des caractères séparateurs, etc). 1 indique que le format de copie global est binaire (similaire au format DataRow). Voir COPY(7) pour plus d'informations.

Int16

Le nombre de colonnes dans les données à copier (dénoté *N* ci-dessous).

Int16[*N*]

Les codes de format utilisés pour chaque colonne. Chacune doit actuellement valoir 0 (texte) ou 1 (binaire). Tous doivent valoir 0 si le format de copy global est texte.

DataRow (B)

Byte1('D')

Marqueur de ligne de données.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int16

Nombre de valeurs de colonnes qui suivent (peut valoir zéro).

Apparaît ensuite le couple de champs suivant, pour chaque colonne :

Int32

Longueur de la valeur de la colonne, en octets (ce nombre n'inclut pas la longueur elle-même). Peut valoir zéro. Traité comme un cas spécial, -1 indique une valeur NULL de colonne. Aucun octet de valeur ne suit le cas NULL.

Byte*n*

Valeur de la colonne dans le format indiqué par le code de format associé. *n* est la longueur ci-dessus.

Describe (F)

Byte1('D')

Marqueur de commande Describe.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Byte1

's' pour décrire une instruction préparée ; ou 'p' pour décrire un portail.

String

Nom de l'instruction préparée ou du portail à décrire (une chaîne vide sélectionne l'instruction préparée ou le portail non-nommé(e)).

EmptyQueryResponse (B)

Byte1('T')

Marqueur de réponse à une chaîne de requête vide (c'est un substitut de CommandComplete).

Int32(4)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

ErrorResponse (B)

Byte1('E')

Marqueur d'erreur.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Le corps du message est constitué d'un ou plusieurs champs identifié(s), suivi(s) d'un octet nul comme délimiteur de fin. L'ordre des champs n'est pas fixé. Pour chaque champ, on trouve les informations suivantes :

Byte1

Code identifiant le type de champ ; s'il vaut zéro, c'est la fin du message et aucune chaîne ne suit. Les types de champs définis sont listés dans Section 51.6, « Champs des messages d'erreur et d'avertissement ». de nouveaux types de champs pourraient être ajoutés dans le futur, les clients doivent donc ignorer silencieusement les types non reconnus.

String

Valeur du champ.

Execute (F)

Byte1('E')

Marqueur de commande Execute.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

String

Nom du portail à exécuter (une chaîne vide sélectionne le portail non-nommé).

Int32

Nombre maximum de lignes à retourner si le portail contient une requête retournant des lignes (ignoré sinon). Zéro signifie « aucune limite ».

Flush (F)

Byte1('H')

Marqueur de commande Flush.

Int32(4)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

FunctionCall (F)

Byte1('F')

Marqueur d'appel de fonction.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int32

Spécifie l'ID de l'objet représentant la fonction à appeler.

Int16

Nombre de codes de format de l'argument qui suivent (noté *c* ci-dessous). cela peut être zéro pour indiquer qu'il n'y a pas d'arguments ou que tous les arguments utilisent le format par défaut (texte) ; un, auquel cas le code de format est appliqué à tous les arguments ; il peut aussi être égal au nombre réel d'arguments.

Int16[*c*]

Les codes de format d'argument. Chacun doit valoir zéro (texte) ou un (binaire).

Int16

Nombre d'arguments fournis à la fonction.

Apparaît ensuite, pour chaque argument, le couple de champs suivant :

Int32

Longueur de la valeur de l'argument, en octets (ce nombre n'inclut pas la longueur elle-même). Peut valoir zéro. Traité comme un cas spécial, -1 indique une valeur NULL de l'argument. Aucun octet de valeur ne suit le cas NULL.

Byten

Valeur de l'argument dans le format indiqué par le code de format associé. *n* est la longueur ci-dessus.

Après le dernier argument, le champ suivant apparaît :

Int16

Code du format du résultat de la fonction. Doit valoir zéro (texte) ou un (binaire).

FunctionCallResponse (B)**Byte1('V')**

Marqueur de résultat d'un appel de fonction.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int32

Longueur de la valeur du résultat de la fonction, en octets (ce nombre n'inclut pas la longueur elle-même). Peut valoir zéro. Traité comme un cas spécial, -1 indique un résultat de fonction NULL. Aucun octet de valeur ne suit le cas NULL.

Byte*n*Valeur du résultat de la fonction, dans le format indiqué par le code de format associé. *n* est la longueur ci-dessus.**NoData (B)****Byte1('n')**

Indicateur d'absence de données.

Int32(4)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

NoticeResponse (B)**Byte1('N')**

Marqueur d'avertissement.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Le corps du message est constitué d'un ou plusieurs champs identifié(s), suivi(s) d'un octet zéro comme délimiteur de fin. L'ordre des champs n'est pas fixé. Pour chaque champ, on trouve les informations suivantes :

Byte1

Code identifiant le type de champ ; s'il vaut zéro, c'est la fin du message et aucune chaîne ne suit. Les types de champs déjà définis sont listés dans Section 51.6, « Champs des messages d'erreur et d'avertissement ». de nouveaux types de champs pourraient être ajoutés dans le futur, les clients doivent donc ignorer silencieusement les champs de type non reconnu.

String

Valeur du champ.

NotificationResponse (B)**Byte1('A')**

Marqueur de réponse de notification.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int32

ID du processus serveur ayant procédé à la notification.

String

Nom du canal à l'origine de la notification.

String

La chaîne « embarquée » passée lors de la notification

ParameterDescription (B)**Byte1('t')**

Marqueur de description de paramètre.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int16

Nombre de paramètres utilisé par l'instruction (peut valoir zéro).

Pour chaque paramètre, suivent :

Int32

ID de l'objet du type de données du paramètre.

ParameterStatus (B)**Byte1('S')**

Marqueur de rapport d'état de paramètre d'exécution.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

String

Nom du paramètre d'exécution dont le rapport est en cours.

String

Valeur actuelle du paramètre.

Parse (F)**Byte1('P')**

Marqueur de commande Parse.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

String

Nom de l'instruction préparée de destination (une chaîne vide sélectionne l'instruction préparée non-nommée).

String

Chaîne de requête à analyser.

Int16

Nombre de types de données de paramètre spécifiés (peut valoir zéro). Ce n'est pas une indication du nombre de paramètres pouvant apparaître dans la chaîne de requête, mais simplement le nombre de paramètres pour lesquels le client veut pré-spécifier les types.

Pour chaque paramètre, on trouve ensuite :

Int32

ID de l'objet du type de données du paramètre. la valeur zéro équivaut à ne pas spécifier le type.

ParseComplete (B)**Byte1('1')**

Indicateur de fin de Parse.

Int32(4)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

PasswordMessage (F)**Byte1('p')**

Identifie le message comme une réponse à un mot de passe. Notez que c'est aussi utilisé par les messages de réponse GSSAPI et SSPI (qui est vraiment une erreur de conception car les données contenues ne sont pas une chaîne terminée par un octet nul dans ce cas, mais peut être une donnée binaire arbitraire).

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

String

Mot de passe (chiffré à la demande).

PortalSuspended (B)**Byte1('s')**

Indicateur de suspension du portail. Apparaît seulement si la limite du nombre de lignes d'un message Execute a été atteint.

Int32(4)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Query (F)**Byte1('Q')**

Marqueur de requête simple.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

String

La chaîne de requête elle-même.

ReadyForQuery (B)**Byte1('Z')**

Identifie le type du message. ReadyForQuery est envoyé à chaque fois que le serveur est prêt pour un nouveau cycle de requêtes.

Int32(5)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Byte1

Indicateur de l'état transactionnel du serveur. Les valeurs possibles sont 'i' s'il est en pause (en dehors d'un bloc de transaction) ; 't' s'il est dans un bloc de transaction ; ou 'e' s'il est dans un bloc de transaction échouée (les requêtes seront rejetées jusqu'à la fin du bloc).

RowDescription (B)**Byte1('T')**

Marqueur de description de ligne.

Int32

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int16

Nombre de champs dans une ligne (peut valoir zéro).

On trouve, ensuite, pour chaque champ :

String

Nom du champ.

Int32

Si le champ peut être identifié comme colonne d'une table spécifique, l'ID de l'objet de la table ; sinon zéro.

Int16

Si le champ peut être identifié comme colonne d'une table spécifique, le numéro d'attribut de la colonne ; sinon zéro.

Int32

ID de l'objet du type de données du champ.

Int16

Taille du type de données (voir `pg_type.typelen`). Les valeurs négatives indiquent des types de largeur variable.

Int32

Modificateur de type (voir `pg_attribute.atttypmod`). La signification du modificateur est spécifique au type.

Int16

Code de format utilisé pour le champ. Zéro (texte) ou un (binaire), à l'heure actuelle. Dans un RowDescription retourné par la variante de l'instruction de Describe, le code du format n'est pas encore connu et vaudra toujours zéro.

SSLRequest (F)**Int32(8)**

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int32(80877103)

Code de requête ssl. la valeur est choisie pour contenir 1234 dans les 16 bits les plus significatifs, et 5679 dans les 16 bits les moins significatifs (pour éviter toute confusion, ce code ne doit pas être le même que celui d'un numéro de version de protocole).

StartupMessage (F)**Int32**

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Int32(196608)

Numéro de version du protocole. Les 16 bits les plus significatifs représentent le numéro de version majeure (3 pour le protocole décrit ici). Les 16 bits les moins significatifs représentent le numéro de version mineure (0 pour le protocole décrit ici).

Le numéro de version du protocole est suivi par un ou plusieurs couple(s) nom de paramètre et chaîne de valeur. Un octet zéro est requis comme délimiteur de fin après le dernier couple nom/valeur. L'ordre des paramètres n'est pas fixé. Le paramètre user est requis, les autres sont optionnels. Chaque paramètre est spécifié de la façon suivante :

String

Nom du paramètre. Les noms actuellement reconnus sont :

user

Nom de l'utilisateur de base de données sous lequel se connecter. Requis ; il n'y a pas de valeur par défaut.

database

Base de données à laquelle se connecter. Par défaut le nom de l'utilisateur.

options

Arguments en ligne de commande pour le serveur (rendu obsolète par l'utilisation de paramètres individuels d'exécution). Les espaces dans cette chaîne sont considérés séparer les arguments, sauf s'ils sont échappés avec un antislash (\). Écrire \\ pour représenter un antislash littéral.

En plus de ce qui précède, tout paramètre d'exécution pouvant être initialisé au démarrage du serveur peut être listé. Ces paramètres seront appliqués au démarrage du serveur (après analyse des options en ligne de commande, s'il y en a). Leurs valeurs agiront comme valeurs de session par défaut.

String

Valeur du paramètre.

Sync (F)**Byte1('S')**

Marqueur de commande Sync.

Int32(4)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

Terminate (F)**Byte1('X')**

Marqueur de fin.

Int32(4)

Taille du message en octets, y compris la taille elle-même.

51.6. Champs des messages d'erreur et d'avertissement

Cette section décrit les champs qui peuvent apparaître dans les messages ErrorResponse et NoticeResponse. Chaque type de champ a un motif d'identification codé sur un octet. Tout type de champ donné doit apparaître au plus une fois par message.

s

Gravité (Severity) : le contenu du champ peut être error, fatal ou panic dans un message d'erreur, warning, notice, debug, info ou log dans un message d'avertissement, ou la traduction régionale de l'un d'eux. Toujours présent.

v

Gravité : le contenu du champ peut être ERROR, FATAL ou PANIC (dans un message d'erreur), ou WARNING, NOTICE, DEBUG, INFO ou LOG (dans un message de notification). C'est identique au champ S sauf que le contenu n'est jamais traduit. C'est présent uniquement dans les rapports générés par les versions 9.6 et ultérieures de PostgreSQL™.

c

Code : code SQLSTATE de l'erreur (voir Annexe A, Codes d'erreurs de PostgreSQL™). non internationalisable. Toujours présent.

m

Message : premier message d'erreur, en clair. Doit être court et précis (typiquement une ligne). Toujours présent.

d

Détail : deuxième message d'erreur, optionnel, apportant des informations supplémentaires sur le problème. Peut être sur plusieurs lignes.

h

Astuce (Hint) : suggestion optionnelle de résolution du problème. Différent de Détail parce qu'il offre un conseil (potentiellement inapproprié) plutôt que des faits réels. Peut être sur plusieurs lignes.

p

Position : valeur du champ, entier décimal ASCII indiquant un curseur sur la position de l'erreur dans la chaîne de requête originale. Le premier caractère a l'index 1. Les positions sont mesurées en caractères, non pas en octets.

- p** Position interne : ceci est défini de la même façon que le champ **p** mais c'est utilisé quand la position du curseur se réfère à une commande générée en interne plutôt qu'une soumise par le client. Le champ **q** apparaîtra toujours quand ce champ apparaît.
- q** Requête interne : le texte d'une commande générée en interne et qui a échoué. Ceci pourrait être, par exemple, une requête SQL lancée par une fonction PL/pgSQL.
- w** Où (Where) : indication du contexte dans lequel l'erreur est survenue. Inclut, actuellement, une trace de la pile des appels des fonctions PL actives. Cette trace comprend une entrée par ligne, la plus récente en premier.
- s** Nom du schéma : si l'erreur est associée à un objet spécifique de la base de données, le nom du schéma contenant cet objet.
- t** Nom de la table : si l'erreur est associée à une table spécifique, le nom de la table. (Fait référence au champ du nom du schéma pour le nom du schéma de la table.)
- c** Nom de la colonne : si l'erreur est associée à une colonne spécifique, le nom de la colonne. (Fait référence aux champs des noms de schéma et de table pour identifier la table.)
- d** Nom du type de données : si l'erreur est associée à un type de données spécifique, le nom du type de données. (Fait référence au champ du nom du schéma pour le nom du schéma du type de données.)
- n** Nom de la contrainte : si l'erreur est associée à une contrainte spécifique, le nom de la contrainte. Cela fait référence aux champs listés ci-dessus pour la table ou le domaine associé. (Dans ce cadre, les index sont traités comme des contraintes même s'ils ont été créés autrement qu'avec la syntaxe des contraintes.)
- F** Fichier (File) : nom du fichier de code source comportant l'erreur.
- L** Ligne (Line) : numéro de ligne dans le fichier de code source comportant l'erreur.
- R** Routine : nom de la routine dans le code source comportant l'erreur.



Note

Les champs du nom du schéma, de la table, de la colonne, du type de données et de la contrainte sont fournis seulement pour un nombre limité de types d'erreur ; voir Annexe A, Codes d'erreurs de PostgreSQL™. Les clients ne devraient pas supposer que la présence d'un de ces champs garantisse la présence d'un autre champs. Le moteur observe les relations notées ci-dessus mais les fonctions utilisateurs peuvent utiliser ces champs d'autres façons. Dans la même veine, les clients ne doivent pas supposer que ces champs indiquent des objets actuels dans la base de données courante.

Le client est responsable du formatage adapté à ses besoins des informations affichées ; en particulier par l'ajout de retours chariots sur les lignes longues, si cela s'avérait nécessaire. Les caractères de retour chariot apparaissant dans les champs de messages d'erreur devraient être traités comme des changements de paragraphes, non comme des changements de lignes.

51.7. Résumé des modifications depuis le protocole 2.0

Cette section fournit une liste rapide des modifications à l'attention des développeurs essayant d'adapter au protocole 3.0 des bibliothèques clientes existantes.

Le paquet de démarrage initial utilise un format flexible de liste de chaînes au lieu d'un format fixe. Les valeurs de session par défaut des paramètres d'exécution peuvent même être spécifiées directement dans le paquet de démarrage (en fait, cela était déjà possible en utilisant le champ `options` ; mais étant donné la largeur limitée d'`options` et l'impossibilité de mettre entre guillemets les espaces fines dans les valeurs, ce n'était pas une technique très sûre).

Tous les messages possèdent désormais une indication de longueur qui suit immédiatement l'octet du type de message (sauf pour les paquets de démarrage qui n'ont pas d'octet de type). `PasswordMessage` possède à présent un octet de type.

Les messages ErrorResponse et NoticeResponse ('e' et 'n') contiennent maintenant plusieurs champs, à partir desquels le code client peut assembler un message d'erreur fonction du niveau de verbiage désiré. Des champs individuels ne se termineront plus par un retour chariot alors que la chaîne seule envoyée dans l'ancien protocole le faisait systématiquement.

Le message ReadyForQuery ('z') inclut un indicateur d'état de la transaction.

La distinction entre les types de messages BinaryRow et DataRow est supprimée ; le type de message DataRow seul sert à retourner les données dans tous les formats. La disposition de DataRow a changé pour faciliter son analyse. La représentation des valeurs binaires a également été modifiée : elle n'est plus liée directement à la représentation interne du serveur.

Il existe un nouveau sous-protocole pour les « requêtes étendues » qui ajoute les types de messages client Parse, Bind, Execute, Describe, Close, Flush et Sync et les types de messages serveur ParseComplete, BindComplete, PortalSuspended, ParameterDescription, NoData et CloseComplete. Les clients existants ne sont pas directement concernés par ce sous-protocole, mais son utilisation apportera des améliorations en terme de performances et de fonctionnalités.

Les données de **copy** sont désormais encapsulées dans des messages CopyData et CopyDone. Il y a une façon bien définie de réparer les erreurs lors du **copy**. la dernière ligne spéciale « \. » n'est plus nécessaire et n'est pas envoyée lors de **copy out** (elle est toujours reconnue comme un indicateur de fin lors du **copy in** mais son utilisation est obsolète. Elle sera éventuellement supprimée). Le **copy** binaire est supporté. les messages copyinresponse et CopyOutResponse incluent les champs indiquant le nombre de colonnes et le format de chaque colonne.

La disposition des messages FunctionCall et FunctionCallResponse a changé. FunctionCall supporte à présent le passage aux fonctions d'arguments NULL. Il peut aussi gérer le passage de paramètres et la récupération de résultats aux formats texte et binaire. Il n'y a plus aucune raison de considérer FunctionCall comme une faille potentielle de sécurité car il n'offre plus d'accès direct aux représentations internes des données du serveur.

Le serveur envoie des messages ParameterStatus ('s') lors de l'initialisation de la connexion pour tous les paramètres qu'il considère intéressants pour la bibliothèque client. En conséquence, un message ParameterStatus est envoyé à chaque fois que la valeur active d'un de ces paramètres change.

Le message RowDescription ('t') contient les nouveaux champs oid de table et de numéro de colonne pour chaque colonne de la ligne décrite. Il affiche aussi le code de format pour chaque colonne.

Le message CursorResponse ('p') n'est plus engendré par le serveur.

Le message NotificationResponse ('a') a un champ de type chaîne supplémentaire qui peu « embarquer » une chaîne passée par l'émetteur de l'événement **notify**.

Le message EmptyQueryResponse ('i') nécessitait un paramètre chaîne vide ; ce n'est plus le cas.

Chapitre 52. Conventions de codage pour PostgreSQL

52.1. Formatage

Le formatage du code source utilise un espacement de quatre colonnes pour les tabulations, avec préservation de celles-ci (c'est-à-dire que les tabulations ne sont pas converties en espaces). Chaque niveau logique d'indentation est une tabulation supplémentaire.

Les règles de disposition (positionnement des parenthèses, etc) suivent les conventions BSD. En particulier, les accolades pour les blocs de contrôle `if`, `while`, `switch`, etc ont leur propre ligne.

Limiter la longueur des lignes pour que le code soit lisible avec une fenêtre de 80 colonnes. (Cela ne signifie pas que vous ne devez jamais dépasser 80 colonnes. Par exemple, diviser un long message d'erreur en plusieurs morceaux arbitraires pour respecter la consigne des 80 colonnes ne sera probablement pas un grand gain en lisibilité.)

Ne pas utiliser les commentaires style C++ (`//`). Les compilateurs C ANSI stricts ne les acceptent pas. Pour la même raison, ne pas utiliser les extensions C++ comme la déclaration de nouvelles variables à l'intérieur d'un bloc.

Le style préféré pour les blocs multilignes de commentaires est :

```
/*
 * le commentaire commence ici
 * et continue ici
 */
```

Notez que les blocs de commentaire commençant en colonne 1 seront préservés par `pgindent`, mais qu'il déplacera (au niveau de la colonne) les blocs de commentaires indentés comme tout autre texte. Si vous voulez préserver les retours à la ligne dans un bloc indenté, ajoutez des tirets comme ceci :

```
/*-----
 * le commentaire commence ici
 * et continue ici
 *-----
 */
```

Bien que les correctifs (patchs) soumis ne soient absolument pas tenus de suivre ces règles de formatage, il est recommandé de le faire. Le code est passé dans `pgindent` avant la sortie de la prochaine version, donc il n'y a pas de raison de l'écrire avec une autre convention de formatage. Une bonne règle pour les correctifs est de « faire en sorte que le nouveau code ressemble au code existant qui l'entoure ».

Le répertoire `src/tools` contient des fichiers d'exemples de configuration qui peuvent être employés avec les éditeurs `emacsTM`, `xemacsTM` ou `vimTM` pour valider que le format du code écrit respecte ces conventions.

Les outils de parcours de texte `more` et `less` peuvent être appelés de la manière suivante :

```
more -x4
less -x4
```

pour qu'ils affichent correctement les tabulations.

52.2. Reporter les erreurs dans le serveur

Les messages d'erreurs, d'alertes et de traces produites dans le code du serveur doivent être créés avec `ereport` ou son ancien cousin `elog`. L'utilisation de cette fonction est suffisamment complexe pour nécessiter quelques explications.

Il y a deux éléments requis pour chaque message : un niveau de严重性 (allant de DEBUG à PANIC) et un message texte primaire. De plus, il y a des éléments optionnels, le plus commun d'entre eux est le code identifiant de l'erreur qui suit les conventions SQLSTATE des spécifications SQL. `ereport` en elle-même n'est qu'une fonction shell qui existe principalement pour des convenances syntaxiques faisant ressembler la génération de messages à l'appel d'une fonction dans un code source C. Le seul paramètre directement accepté par `ereport` est le niveau de严重性. Le message texte primaire et les autres éléments de messages optionnels sont produits par appel de fonctions auxiliaires, comme `errmsg`, dans l'appel à `ereport`.

Un appel typique à `ereport` peut ressembler à :

```
ereport(ERROR,
        (errcode(ERRCODE_DIVISION_BY_ZERO),
         errmsg("division by zero")));
```

Le niveau de严重性 de l'erreur est ainsi positionné à `ERROR` (une erreur banale). L'appel à `errcode` précise l'erreur SQLSTATE en utilisant une macro définie dans `src/include/utils/errcodes.h`. L'appel à `errmsg` fournit le message texte primaire. L'ensemble supplémentaire de parenthèses entourant les appels aux fonctions auxiliaires est ennuyeux mais syntaxiquement nécessaire.

Exemple plus complexe :

```
ereport(ERROR,
        (errcode(ERRCODE_AMBIGUOUS_FUNCTION),
         errmsg("function %s is not unique",
                func_signature_string(funcname, nargs,
                                      NIL, actual_arg_types)),
         errhint("Unable to choose a best candidate function.
                 You might need to add explicit typecasts."));
```

Cela illustre l'utilisation des codes de formatage pour intégrer des valeurs d'exécution dans un message texte. Un message « conseil », optionnel, est également fourni.

Si le niveau de严重性 est `ERROR` ou plus, `ereport` annule l'exécution de la fonction définie par l'utilisateur et ne rend pas la main à l'appelant. Si le niveau de严重性 est moins qu'`ERROR`, `ereport` rend la main normalement.

Les routines auxiliaires disponibles pour `ereport` sont :

- `errcode(sqlerrcode)` précise le code SQLSTATE de l'identifiant erreur pour la condition. Si cette routine n'est pas appelée, l'identifiant l'erreur est, par défaut, `ERRCODE_INTERNAL_ERROR` quand le niveau de严重性 de l'erreur est `ERROR` ou plus haut, `ERRCODE_WARNING` quand le niveau d'erreur est `WARNING` et `ERRCODE_SUCCESSFUL_COMPLETION` pour `NOTICE` et inférieur. Bien que ces valeurs par défaut soient souvent commodes, il faut se demander si elles sont appropriées avant d'omettre l'appel à `errcode()`.
- `errmsg(const char *msg, ...)` indique le message texte primaire de l'erreur et les possibles valeurs d'exécutions à y insérer. Les insertions sont précisées par les codes de formatage dans le style `sprintf`. En plus des codes de formatage standard acceptés par `sprintf`, le code `%m` peut être utilisé pour insérer le message d'erreur retourné par `strerror` pour la valeur courante de `errno`.¹ `%m` ne nécessite aucune entrée correspondante dans la liste de paramètres pour `errmsg`. Notez que la chaîne de caractères du message sera passée à travers `gettext` pour une possible adaptation linguistique avant que les codes de formatage ne soient exécutés.
- `errmsg_internal(const char *msg, ...)` fait la même chose que `errmsg` à l'exception que la chaîne de caractères du message ne sera ni traduite ni incluse dans le dictionnaire de messages d'internationalisation. Cela devrait être utilisé pour les cas qui « ne peuvent pas arriver » et pour lesquels il n'est probablement pas intéressant de déployer un effort de traduction.
- `errmsg_plural(const char *fmt_singular, const char *fmt_plural, unsigned long n, ...)` est identique à `errmsg` mais avec le support pour plusieurs formes de pluriel du message. `fmt_singular` est le format singulier de l'anglais, `fmt_plural` est le format pluriel en anglais, `n` est la valeur entière qui détermine la forme utilisée. Les arguments restants sont formatés suivant le chaîne de format sélectionnée. Pour plus d'informations, voir Section 53.2.2, « Guide d'écriture des messages ».
- `errdetail(const char *msg, ...)` fournit un message « détail » optionnel ; cela est utilisé quand il y a des informations supplémentaires qu'il semble inadéquat de mettre dans le message primaire. La chaîne de caractères du message est traitée de la même manière que celle de `errmsg`.
- `errdetail_internal(const char *msg, ...)` est identique à `errdetail`, sauf que le message ne sera ni traduit ni inclus dans le dictionnaire des messages à traduire. Elle doit être utilisée pour les messages de niveau détail pour lesquels un effort de traduction est inutile, par exemple parce qu'ils sont trop techniques pour que cela soit utile à la majorité des utilisateurs.
- `errdetail_plural(const char *fmt_singular, const char *fmt_plural, unsigned long n, ...)` est identique à `errdetail` mais avec le support de plusieurs formes de pluriel pour le message. Pour plus d'information, voir Section 53.2.2, « Guide d'écriture des messages ».
- `errdetail_log(const char *msg, ...)` est identique à `errdetail` sauf que cette chaîne ne va que dans les traces du serveur. Elle n'est jamais envoyée au client. Si `errdetail` (ou un de ses équivalents ci-dessus) et `errmsg` si vous devez écrire explicitement `strerror(errno)` dans la liste de paramètres de `errmsg` ; en conséquence ne faites pas comme ça.

¹ C'est une erreur. Elle n'est jamais envoyée au client. Si `errdetail` (ou un de ses équivalents ci-dessus) et `errmsg` si vous devez écrire explicitement `strerror(errno)` dans la liste de paramètres de `errmsg` ; en conséquence ne faites pas comme ça.

`tail_log` sont utilisées ensemble, alors une chaîne est envoyée au client et l'autre dans les traces du serveur. C'est utile pour les détails d'erreur qui concernent la sécurité ou qui sont trop techniques pour être inclus dans le rapport envoyé au client.

- `errdetail_log_plural(const char *fmt_singular, const char *fmt_plural, unsigned long n, ...)` est identique à `errdetail_log`, mais avec le support de plusieurs formes de pluriel pour le message. Pour plus d'informations, voir Section 53.2.2, « Guide d'écriture des messages ».
- `errhint(const char *msg, ...)` fournit un message « conseil » optionnel ; cela est utilisé pour offrir des suggestions sur la façon de régler un problème, par opposition aux détails effectifs au sujet de ce qui a mal tourné. La chaîne de caractères du message est traitée de la même manière que celle de `errmsg`.
- `errcontext(const char *msg, ...)` n'est normalement pas appelée directement depuis un site de message de `ereport` mais plutôt elle est utilisée dans les fonctions de rappels `error_context_stack` pour fournir des informations à propos du contexte dans lequel une erreur s'est produite, comme les endroits courants dans la fonction PL. La chaîne de caractères du message est traitée de la même manière que celle de `errmsg`. À l'inverse des autres fonctions auxiliaires, celle-ci peut être appelée plus d'une fois dans un appel de `ereport` ; les chaînes successives ainsi fournies sont concaténées et séparées par des caractères d'interlignes (NL).
- `errposition(int cursorpos)` spécifie l'endroit textuel d'une erreur dans la chaîne de caractères de la requête. Actuellement, c'est seulement utile pour les erreurs détectées dans les phases d'analyses lexicales et syntaxiques du traitement de la requête.
- `errtable(Relation rel)` spécifie une relation dont le nom et le schéma doivent être inclus comme champs auxiliaires du rapport d'erreur.
- `errtablecol(Relation rel, int attnum)` indique une colonne dont le nom, le nom de la table et le nom du schéma doivent être inclus comme champs auxiliaires du rapport d'erreur.
- `errtableconstraint(Relation rel, const char *connname)` spécifie une contrainte de table dont le nom, le nom de la table et le nom du schéma doivent être inclus comme champs du rapport d'erreur. Les index doivent être considérés comme des contraintes dans ce but, qu'ils soient ou non associés à une entrée dans `pg_constraint`. Faites attention à fournir la relation principale sous-jacente et non pas l'index lui-même, via `rel`.
- `errdatatype(Oid datatypeOid)` spécifie un type de données dont le nom et le nom du schéma doivent être inclus comme champs auxiliaires dans le rapport d'erreur.
- `errdomainconstraint(Oid datatypeOid, const char *connname)` spécifie une contrainte de domaine dont le nom, le nom du domaine et le nom du schéma doivent être inclus comme champs auxiliaires du rapport d'erreur.
- `errcode_for_file_access()` est une fonction commode qui sélectionne l'identifiant d'erreur SQLSTATE approprié pour une défaillance dans l'appel système relatif à l'accès d'un fichier. Elle utilise le `errno` sauvégarde pour déterminer quel code d'erreur générer. Habituellement cela devrait être utilisé en combinaison avec `%m` dans le texte du message d'erreur primaire.
- `errcode_for_socket_access()` est une fonction commode qui sélectionne l'identifiant d'erreur SQLSTATE approprié pour une défaillance dans l'appel système relatif à une socket.
- `errhidestmt(bool hide_stmt)` peut être appelé pour indiquer la suppression de la portion STATEMENT : d'un message dans le journal applicatif de postmaster. Habituellement, c'est approprié si le texte du message contient déjà l'instruction en cours.
- `errhidecontext(bool hide_ctx)` peut être appelé pour spécifier la suppression de la portion CONTEXT : d'un message dans les traces de postmaster. Ceci devrait seulement être utilisé pour les messages verbeux de débogage où l'inclusion répétée de contexte ferait grossir les journaux trop fortement.



Note

Au moins une des fonctions `errtable`, `errtablecol`, `errtableconstraint`, `errdatatype` ou `errdomainconstraint` doivent être utilisées dans un appel à `ereport`. Ces fonctions existent pour permettre aux applications d'extraire le nom de l'objet de la base associé à l'erreur sans avoir à examiner le texte du message d'erreur potentiellement traduit. Ces fonctions doivent être utilisées dans les rapports d'erreur pour lesquels il est probable que les applications voudraient une gestion automatique des erreurs. À partir de PostgreSQL™ 9.3, une couverture complète existe pour les erreurs de la classe SQLSTATE 23 (violation des contraintes d'intégrité), mais il est probable que cette couverture soit étendue dans les prochaines versions.

Il y a une plus ancienne fonction nommée `elog`, qui est toujours largement utilisée. Un appel à `elog` :

```
elog(niveau, "chaine format", ...);
```

est strictement équivalent à :

```
ereport(level, (errmsg_internal("chaine format", ...)));
```

Le code d'erreur SQLSTATE est toujours celui par défaut, la chaîne de caractères du message n'est pas sujette à traduction. Par conséquent, `elog` ne devrait être utilisé que pour les erreurs internes et l'enregistrement de trace de débogage de bas niveau. N'importe quel message susceptible d'intéresser les utilisateurs ordinaires devrait passer par `ereport`. Néanmoins, il y a suffisamment de contrôles des erreurs internes qui « ne peuvent pas arriver » dans le système, pour que `elog` soit toujours largement utilisée ; elle est préférée pour ces messages du fait de sa simplicité d'écriture.

Des conseils sur l'écriture de bons messages d'erreurs peuvent être trouvés dans la Section 52.3, « Guide de style des messages d'erreurs ».

52.3. Guide de style des messages d'erreurs

Ce guide de style est fourni dans l'espoir de maintenir une cohérence et un style facile à comprendre dans tous les messages générés par PostgreSQL™.

Ce qui va où

Le message primaire devrait être court, factuel et éviter les références aux détails d'exécution comme le nom de fonction spécifique. « Court » veut dire « devrait tenir sur une ligne dans des conditions normales ». Utilisez un message détail si nécessaire pour garder le message primaire court ou si vous sentez le besoin de mentionner les détails de l'implémentation comme un appel système particulier qui échoue. Les messages primaires et détails doivent être factuels. Utilisez un message conseil pour les suggestions à propos de quoi faire pour fixer le problème, spécialement si la suggestion ne pourrait pas toujours être applicable.

Par exemple, au lieu de :

```
IpcMemoryCreate: shmget(clé=%d, taille=%u, 0%o) a échoué : %m  
(plus un long supplément qui est basiquement un conseil)
```

écrivez :

```
Primaire: Ne peut pas créer un segment en mémoire partagée : %m  
Détail: L'appel système qui a échoué était shmget(key=%d, size=%u, 0%o).  
Astuce: Le supplément
```

Raisonnement : garder le message primaire court aide à le garder au point et laisse les clients présenter un espace à l'écran sur la supposition qu'une ligne est suffisante pour les messages d'erreurs. Les messages détails et conseils peuvent être relégués à un mode verbeux ou peut-être dans une fenêtre pop-up détaillant l'erreur. De plus, les détails et les conseils devront normalement être supprimés des traces du serveur pour gagner de l'espace. La référence aux détails d'implémentation est à éviter puisque les utilisateurs ne sont pas supposés connaître tous les détails.

Formatage

N'émettez pas d'hypothèses spécifiques à propos du formatage dans les messages textes. Attendez-vous à ce que les clients et les traces du serveur enveloppent les lignes pour correspondre à leurs propres besoins. Dans les messages longs, les caractères d'interlignes (`\n`) peuvent être utilisés pour indiquer les coupures suggérées d'un paragraphe. Ne terminez pas un message avec un caractère d'interlignes. N'utilisez pas des tabulations ou d'autres caractères de formatage (dans les affichages des contextes d'erreurs, les caractères d'interlignes sont automatiquement ajoutés pour séparer les niveaux d'un contexte comme dans les appels aux fonctions).

Raisonnement : les messages ne sont pas nécessairement affichés dans un affichage de type terminal. Dans les interfaces graphiques ou les navigateurs, ces instructions de formatage sont, au mieux, ignorées.

Guillemets

Les textes en anglais devraient utiliser des guillemets doubles quand la mise entre guillemets est appropriée. Les textes dans les autres langues devraient uniformément employer un genre de guillemets qui est conforme aux coutumes de publication et à la sortie visuelle des autres programmes.

Raisonnement : le choix des guillemets doubles sur celui des guillemets simples est quelque peu arbitraire mais tend à être l'utilisation préférée. Certains ont suggéré de choisir le type de guillemets en fonction du type d'objets des conventions SQL (notamment, les chaînes de caractères entre guillemets simples, les identifiants entre guillemets doubles). Mais ceci est un point technique à l'intérieur du langage avec lequel beaucoup d'utilisateurs ne sont pas familiers ; les conventions SQL ne prennent pas en compte les autres genres de termes entre guillemets, ne sont pas traduites dans d'autres langues et manquent un peu de sens aussi.

Utilisation des guillemets

Utilisez toujours les guillemets pour délimiter les noms de fichiers, les identifiants fournis par les utilisateurs et les autres variables qui peuvent contenir des mots. Ne les utilisez pas pour marquer des variables qui ne contiennent pas de mots (par exemple, les noms d'opérateurs).

Il y a des fonctions au niveau du serveur qui vont, au besoin, mettre entre guillemets leur propre flux de sortie (par exemple, `format_type_be()`). Ne mettez pas de guillemets supplémentaires autour du flux de sortie de ce genre de fonctions.

Raisonnement : les objets peuvent avoir un nom qui crée une ambiguïté une fois incorporé dans un message. Soyez prudent en indiquant où un nom commence et fini. Mais n'encombrez pas les messages avec des guillemets qui ne sont pas nécessaires ou qui sont dupliqués.

Grammaire et ponctuation

Les règles sont différentes pour les messages d'erreurs primaires et pour les messages détails/conseils :

Messages d'erreurs primaires : ne mettez pas en majuscule la première lettre. Ne terminez pas un message avec un point. Ne pensez même pas à finir un message avec un point d'exclamation.

Messages détails et conseils : utilisez des phrases complètes et toutes terminées par des points. Mettez en majuscule le premier mot des phrases. Placez deux espaces après le point si une autre phrase suit (pour un texte en anglais... cela pourrait être différent dans une autre langue).

Chaînes de contexte d'erreur: Ne mettez pas en majuscule la première lettre et ne terminer pas la chaîne avec un point. Les chaînes de contexte ne sont normalement pas des phrases complètes.

Raisonnement : éviter la ponctuation rend plus facile, pour les applications clientes, l'intégration du message dans des contextes grammaticaux variés. Souvent, les messages primaires ne sont de toute façon pas des phrases complètes (et s'ils sont assez longs pour être sur plusieurs phrases, ils devraient être divisés en une partie primaire et une partie détail). Cependant, les messages détails et conseils sont longs et peuvent avoir besoin d'inclure de nombreuses phrases. Pour la cohérence, ils devraient suivre le style des phrases complètes même s'il y a seulement une phrase.

Majuscule contre minuscule

Utilisez les minuscules pour les mots d'un message, inclus la première lettre d'un message d'erreur primaire. Utilisez les majuscules pour les commandes et les mots-clé SQL s'ils apparaissent dans le message.

Raisonnement : il est plus facile de rendre toutes les choses plus cohérentes au regard de cette façon, puisque certains messages sont des phrases complètes et d'autres non.

Éviter la voix passive

Utilisez la voix active. Utilisez des phrases complètes quand il y a un sujet (« A ne peut pas faire B »). Utilisez le style télégramme, sans sujet, si le sujet est le programme lui-même ; n'utilisez pas « Je » pour le programme.

Raisonnement : le programme n'est pas humain. Ne prétendez pas autre chose.

Présent contre passé

Utilisez le passé si une tentative de faire quelque chose échouait, mais pourrait peut-être réussir la prochaine fois (peut-être après avoir corriger certains problèmes). Utilisez le présent si l'échec est sans doute permanent.

Il y a une différence sémantique non triviale entre les phrases de la forme :

```
n'a pas pu ouvrir le fichier "%s": %m
```

et :

```
ne peut pas ouvrir le dossier "%s"
```

La première forme signifie que la tentative d'ouverture du fichier a échoué. Le message devrait donner une raison comme « disque plein » ou « le fichier n'existe pas ». Le passé est approprié parce que la prochaine fois le disque peut ne plus être plein ou le fichier en question peut exister.

La seconde forme indique que la fonctionnalité d'ouvrir le fichier nommé n'existe pas du tout dans le programme ou que c'est conceptuellement impossible. Le présent est approprié car la condition persistera indéfiniment.

Raisonnement : d'accord, l'utilisateur moyen ne sera pas capable de tirer de grandes conclusions simplement à partir du temps du message mais, puisque la langue nous fournit une grammaire, nous devons l'utiliser correctement.

Type de l'objet

En citant le nom d'un objet, spécifiez quel genre d'objet c'est.

Raisonnement : sinon personne ne saura ce qu'est « foo.bar.baz ».

Crochets

Les crochets sont uniquement utilisés (1) dans les synopsis des commandes pour indiquer des arguments optionnels ou (2) pour indiquer l'indice inférieur d'un tableau.

Raisonnement : rien de ce qui ne correspond pas à l'utilisation habituelle, largement connue troublera les gens.

Assembler les messages d'erreurs

Quand un message inclut du texte produit ailleurs, il est intégré dans ce style :

```
n'a pas pu ouvrir le fichier %s: %m
```

Raisonnement : il serait difficile d'expliquer tous les codes d'erreurs possibles pour coller ceci dans une unique phrase douce, ainsi une certaine forme de ponctuation est nécessaire. Mettre le texte inclus entre parenthèses a été également suggéré, mais ce n'est pas naturel si le texte inclus est susceptible d'être la partie la plus importante du message, comme c'est souvent le cas.

Raisons pour les erreurs

Les messages devraient toujours indiquer la raison pour laquelle une erreur s'est produite. Par exemple :

```
MAUVAIS : n'a pas pu ouvrir le fichier %s
MEILLEUR : n'a pas pu ouvrir le fichier %s (échec E/S)
```

Si aucune raison n'est connue, vous feriez mieux de corriger le code.

Nom des fonctions

N'incluez pas le nom de la routine de rapport dans le texte de l'erreur. Nous avons d'autres mécanismes pour trouver cela quand c'est nécessaire et, pour la plupart des utilisateurs, ce n'est pas une information utile. Si le texte de l'erreur n'a plus beaucoup de sens sans le nom de la fonction, reformulez-le.

```
MAUVAIS : pg_atoi: erreur dans "z": ne peut pas analyser "z"
MEILLEUR : syntaxe en entrée invalide pour l'entier : "z"
```

Évitez de mentionner le nom des fonctions appelées, au lieu de cela dites ce que le code essayait de faire :

```
MAUVAIS : ouvrir() a échoué : %m
MEILLEUR : n'a pas pu ouvrir le fichier %s: %m
```

Si cela semble vraiment nécessaire, mentionnez l'appel système dans le message détail (dans certains cas, fournir les valeurs réelles passées à l'appel système pourrait être une information appropriée pour le message détail).

Raisonnement : les utilisateurs ne savent pas tout ce que ces fonctions font.

Mots délicats à éviter

Incapable. « Incapable » est presque la voix passive. Une meilleure utilisation est « ne pouvait pas » ou « ne pourrait pas » selon les cas.

Mauvais. Les messages d'erreurs comme « mauvais résultat » sont vraiment difficile à interpréter intelligemment. Cela est mieux d'écrire pourquoi le résultat est « mauvais », par exemple, « format invalide ».

Illégal. « Illégal » représente une violation de la loi, le reste est « invalide ». Meilleur encore, dites pourquoi cela est invalide.

Inconnu. Essayez d'éviter « inconnu ». Considérez « erreur : réponse inconnue ». Si vous ne savez pas qu'elle est la réponse, comment savez-vous que cela est incorrect ? « Non reconnu » est souvent un meilleur choix. En outre, assurez-vous d'inclure la valeur pour laquelle il y a un problème.

```
MAUVAIS : type de nœud inconnu
MEILLEUR : type de nœud non reconnu : 42
```

Trouver contre Exister. Si le programme emploie un algorithme non trivial pour localiser une ressource (par exemple, une recherche de chemin) et que l'algorithme échoue, il est juste de dire que le programme n'a pas pu « trouver » la ressource. D'un autre

côté, si l'endroit prévu pour la ressource est connu mais que le programme ne peut pas accéder à celle-ci, alors dites que la ressource n'« existe » pas. Utilisez « trouvez » dans ce cas là semble faible et embrouille le problème.

May vs. Can vs. Might. « May » suggère un droit (par exemple *You may borrow my rake.*) et a peu d'utilité dans la documentation et dans les messages d'erreur. « Can » suggère une capacité (par exemple *I can lift that log.*), et « might » suggère une possibilité (par exemple *It might rain today.*). Utiliser le bon mot clarifie la signification et aide les traducteurs.

Contractions. Éviter les contractions comme « can't » ; utilisez « cannot » à la place.

Orthographe appropriée

Orthographiez les mots en entier. Par exemple, évitez :

- spec (NdT : spécification)
- stats (NdT : statistiques)
- params (NdT : paramètres)
- auth (NdT : authentification)
- xact (NdT : transaction)

Raisonnement : cela améliore la cohérence.

Adaptation linguistique

Gardez à l'esprit que les textes des messages d'erreurs ont besoin d'être traduit en d'autres langues. Suivez les directives dans la Section 53.2.2, « Guide d'écriture des messages » pour éviter de rendre la vie difficile aux traducteurs.

52.4. Conventions diverses de codage

Standard C

Le code dans PostgreSQL™ devrait seulement se baser sur les fonctionnalités disponibles dans le standard D89. Ceci signifie qu'un compilateur se conformant au standard C89 doit être capable de compiler PostgreSQL, à l'exception possible de quelques parties dépendantes de la plateforme. Les fonctionnalités provenant de révisions ultérieures du standard C ou les fonctionnalités spécifiques des compilateurs peuvent être utilisées, si un contournement est fourni.

Par exemple `static inline` et `_StaticAssert()` sont actuellement utilisés, même si elles proviennent de révisions ultérieures du standard C. Si elles ne sont pas disponibles, nous définissons ces fonctions sans `inline` pour le premier et en utilisant un remplaçant compatible C89 réalisant les mêmes vérifications mais émettant des messages plutôt cryptiques.

Macros du style fonctions et fonctions inline

Les macros avec arguments et les fonctions `static inline` peuvent être utilisés. Ces dernières sont préférables s'il y a un risque d'évaluations multiples si elles sont écrites en tant que macro, comme par exemple le cas avec

```
#define Max(x, y)      ((x) > (y) ? (x) : (y))
```

ou quand la macro deviendrait très longue. Dans d'autres cas, il est possible d'utiliser des macros ou au moins plus facilement. Par exemple parce que des expressions de types divers ont besoin d'être passées à la macro.

Quand la définition d'une fonction inline référence des symboles (autrement dit des variables, des fonctions) uniquement disponibles dans le moteur, la fonction pourrait ne pas être visible lorsqu'elle est incluse dans le code frontend.

```
#ifndef FRONTEND
static inline MemoryContext
MemoryContextSwitchTo(MemoryContext context)
{
    MemoryContext old = CurrentMemoryContext;

    CurrentMemoryContext = context;
    return old;
}
#endif /* FRONTEND */
```

Dans cet exemple, `CurrentMemoryContext`, qui est seulement disponible dans le moteur, est référencé et la fonction est donc cachée avec un `#ifndef FRONTEND`. Cette règle existe parce que certains compilateurs émettent des références aux symboles contenus dans les fonctions inline même si la fonction n'est pas utilisée.

Écrire des gestionnaires de signaux

Pour pouvoir être exécuté à l'intérieur d'un gestionnaire de signal, le code doit être écrit avec beaucoup d'attention. Le problème fondamental est qu'un gestionnaire de signal peut interrompre le code à tout moment, sauf s'il est bloqué. Si le code à l'intérieur d'un gestionnaire de signal utilise le même état que le code en dehors, un grand chaos peut survenir. Comme exemple, pensez à ce qui arriverait si un gestionnaire de signal essaie d'obtenir un verrou qui est déjà détenu par le code interrompu.

En dehors d'arrangements spéciaux, le code dans les gestionnaires de signaux doit seulement appeler des fonctions saines de signal asynchrone (d'après la définition de POSIX) et accéder à des variables de type `volatile sig_atomic_t`. Quelques fonctions dans `postgres` sont aussi déclarées comme saines pour les signaux, notamment `SetLatch()`.

Dans la plupart des cas, les gestionnaires de signaux ne devraient rien faire de plus que de noter qu'un signal est arrivé, et réveiller du code à l'extérieur du gestionnaire en utilisant un *latch*. Voici un exemple d'un tel gestionnaire :

```
static void
handle_sighup(SIGNAL_ARGS)
{
    int          save_errno = errno;

    got_SIGHUP = true;
    SetLatch(MyLatch);

    errno = save_errno;
}
```

`errno` est sauvegardé puis restauré parce que `SetLatch()` pourrait le modifier. Si cela n'était pas fait, le code interrompu qui était en train d'inspecter `errno` pourrait voir la mauvaise valeur.

Chapitre 53. Support natif des langues

53.1. Pour le traducteur

Les programmes PostgreSQL™ (serveur et client) peuvent afficher leur message dans la langue préférée de l'utilisateur -- si les messages ont été traduits. Créer et maintenir les ensembles de messages traduits nécessite l'aide de personnes parlant leur propre langue et souhaitant contribuer à PostgreSQL™. Il n'est nul besoin d'être un développeur pour cela. Cette section explique comment apporter son aide.

53.1.1. Prérequis

Les compétences dans sa langue d'un traducteur ne seront pas jugées -- cette section concerne uniquement les outils logiciels. Théoriquement, seul un éditeur de texte est nécessaire. Mais ceci n'est vrai que dans le cas très improbable où un traducteur ne souhaiterait pas tester ses traductions des messages. Lors de la configuration des sources, il faudra s'assurer d'utiliser l'option `--enable-nls`. Ceci assurera également la présence de la bibliothèque `libintl` et du programme `msgfmt` dont tous les utilisateurs finaux ont indéniablement besoin. Pour tester son travail, il sera utile de suivre les parties pertinentes des instructions d'installation.

Pour commencer un nouvel effort de traduction ou pour faire un assemblage de catalogues de messages (décrit ci-après), il faudra installer respectivement les programmes `xgettext` et `msgmerge` dans une implémentation compatible GNU. Il est prévu dans le futur que `xgettext` ne soit plus nécessaire lorsqu'une distribution empaquetée des sources est utilisée (en travaillant à partir du Git, il sera toujours utile). GNU Gettext 0.10.36 ou ultérieure est actuellement recommandé.

Toute implémentation locale de gettext devrait être disponible avec sa propre documentation. Une partie en est certainement dupliquée dans ce qui suit mais des détails complémentaires y sont certainement disponibles.

53.1.2. Concepts

Les couples de messages originaux (anglais) et de leurs (possibles) traductions sont conservés dans les *catalogues de messages*, un pour chaque programme (bien que des programmes liés puissent partager un catalogue de messages) et pour chaque langue cible. Il existe deux formats de fichiers pour les catalogues de messages : le premier est le fichier « PO » (pour "Portable Object" ou Objet Portable), qui est un fichier texte muni d'une syntaxe spéciale et que les traducteurs éditent. Le second est un fichier « MO » (pour "Machine Object" ou Objet Machine), qui est un fichier binaire engendré à partir du fichier PO respectif et qui est utilisé lorsque le programme internationalisé est exécuté. Les traducteurs ne s'occupent pas des fichiers MO ; en fait, quasiment personne ne s'en occupe.

L'extension du fichier de catalogue de messages est, sans surprise, soit `.po`, soit `.mo`. Le nom de base est soit le nom du programme qu'il accompagne soit la langue utilisée dans le fichier, suivant la situation. Ceci peut s'avérer être une source de confusion. Des exemples sont `pgsql.po` (fichier PO pour `pgsql`) ou `fr.mo` (fichier MO en français).

Le format du fichier PO est illustré ici :

```
# commentaire

msgid "chaîne originale"
msgstr "chaîne traduite"

msgid "encore une originale"
msgstr "encore une de traduite"
"les chaînes peuvent être sur plusieurs lignes, comme ceci"

...
```

Les chaînes msgid sont extraites des sources du programme. (Elles n'ont pas besoin de l'être mais c'est le moyen le plus commun). Les lignes msgstr sont initialement vides puis complétées avec les chaînes traduites. Les chaînes peuvent contenir des caractères d'échappement de style C et peuvent être sur plusieurs lignes comme le montre l'exemple ci-dessus (la ligne suivante doit démarrer au début de la ligne).

Le caractère # introduit un commentaire. Si une espace fine suit immédiatement le caractère #, c'est qu'il s'agit là d'un commentaire maintenu par le traducteur. On trouve aussi des commentaires automatiques qui n'ont pas d'espace fine suivant immédiatement le caractère #. Ils sont maintenus par les différents outils qui opèrent sur les fichiers PO et ont pour but d'aider le traducteur.

```
#. commentaire automatique
#: fichier.c:1023
```

```
#, drapeau, drapeau
```

Les commentaires du style #. sont extraits du fichier source où le message est utilisé. Il est possible que le développeur ait ajouté des informations pour le traducteur, telles que l'alignement attendu. Le commentaire #: indique l'emplacement exact où le message est utilisé dans le source. Le traducteur n'a pas besoin de regarder le source du programme, mais il peut le faire s'il subsiste un doute sur l'exactitude d'une traduction. Le commentaire #, contient des drapeaux décrivant le message d'une certaine façon. Il existe actuellement deux drapeaux : `fuzzy` est positionné si le message risque d'être rendu obsolète par des changements dans les sources. Le traducteur peut alors vérifier ceci et supprimer ce drapeau. Notez que les messages « `fuzzy` » ne sont pas accessibles à l'utilisateur final. L'autre drapeau est `c-format` indiquant que le message utilise le format de la fonction `C printf`. Ceci signifie que la traduction devrait aussi être de ce format avec le même nombre et le même type de paramètres fictifs. Il existe des outils qui vérifient que le message est une chaîne au format `printf` et valident le drapeau `c-format` en conséquence.

53.1.3. Créer et maintenir des catalogues de messages

OK, alors comment faire pour créer un catalogue de messages « vide » ? Tout d'abord, se placer dans le répertoire contenant le programme dont on souhaite traduire les messages. S'il existe un fichier `nls.mk`, alors ce programme est préparé pour la traduction.

S'il y a déjà des fichiers `.po`, alors quelqu'un a déjà réalisé des travaux de traduction. Les fichiers sont nommés `langue.po`, où `langue` est le code de langue sur deux caractères (en minuscules) tel que défini par l'*ISO 639-1, le code du pays composé de deux lettres en minuscule*, c'est-à-dire `fr.po` pour le français. S'il existe réellement un besoin pour plus d'une traduction par langue, alors les fichiers peuvent être renommés `langue_region.po` où `region` est le code de langue sur deux caractères (en majuscules), tel que défini par l'*ISO 3166-1, le code du pays sur deux lettres en majuscule*, c'est-à-dire `pt_BR.po` pour le portugais du Brésil. Si vous trouvez la langue que vous souhaitez, vous pouvez commencer à travailler sur ce fichier.

Pour commencer une nouvelle traduction, il faudra préalablement exécuter la commande :

```
make init-po
```

Ceci créera un fichier `nomprog.pot`. (.pot pour le distinguer des fichiers PO qui sont « en production ». Le T signifie « template » (NdT : modèle en anglais). On copiera ce fichier sous le nom `langue.po`. On peut alors l'éditer. Pour faire savoir qu'une nouvelle langue est disponible, il faut également éditer le fichier `nls.mk` et y ajouter le code de la langue (ou de la langue et du pays) avec une ligne ressemblant à ceci :

```
AVAIL_LANGUAGES := de fr
```

(d'autres langues peuvent apparaître, bien entendu).

À mesure que le programme ou la bibliothèque change, des messages peuvent être modifiés ou ajoutés par les développeurs. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de tout recommencer depuis le début. À la place, on lancera la commande :

```
make update-po
```

qui créera un nouveau catalogue de messages vides (le fichier pot avec lequel la traduction a été initiée) et le fusionnera avec les fichiers PO existants. Si l'algorithme de fusion a une incertitude sur un message particulier, il le marquera « `fuzzy` » comme expliqué ci-dessus. Le nouveau fichier PO est sauvegardé avec l'extension `.po.new`.

53.1.4. Éditer les fichiers PO

Les fichiers PO sont éditables avec un éditeur de texte standard. Le traducteur doit seulement modifier l'emplacement entre les guillemets après la directive `msgstr`, peut ajouter des commentaires et modifier le drapeau `fuzzy` (NdA : Il existe, ce qui n'est pas surprenant, un mode PO pour Emacs, que je trouve assez utile).

Les fichiers PO n'ont pas besoin d'être entièrement remplis. Le logiciel retournera automatiquement à la chaîne originale si une traduction n'est pas disponible ou est laissée vide. Soumettre des traductions incomplètes pour les inclure dans l'arborescence des sources n'est pas un problème ; cela permet à d'autres personnes de récupérer le travail commencé pour le continuer. Néanmoins, les traducteurs sont encouragés à donner une haute priorité à la suppression des entrées `fuzzy` après avoir fait une fusion. Les entrées `fuzzy` ne seront pas installées ; elles servent seulement de référence à ce qui pourrait être une bonne traduction.

Certaines choses sont à garder à l'esprit lors de l'édition des traductions :

- S'assurer que si la chaîne originale se termine par un retour chariot, la traduction le fasse bien aussi. De même pour les tabulations, etc.
- Si la chaîne originale est une chaîne au format `printf`, la traduction doit l'être aussi. La traduction doit également avoir les

même spécificateurs de format et dans le même ordre. Quelques fois, les règles naturelles de la langue rendent cela impossible ou tout au moins difficile. Dans ce cas, il est possible de modifier les spécificateurs de format de la façon suivante :

```
msgstr "Die Datei %2$s hat %1$u Zeichen."
```

Le premier paramètre fictif sera alors utilisé par le deuxième argument de la liste. Le *chiffre\$* a besoin de suivre immédiatement le %, avant tout autre manipulateur de format (cette fonctionnalité existe réellement dans la famille des fonctions `printf`, mais elle est peu connue, n'ayant que peu d'utilité en dehors de l'internationalisation des messages).

- Si la chaîne originale contient une erreur linguistique, on pourra la rapporter (ou la corriger soi-même dans le source du programme) et la traduire normalement. La chaîne corrigée peut être fusionnée lorsque les programmes sources auront été mis à jour. Si la chaîne originale contient une erreur factuelle, on la rapportera (ou la corrigerà soi-même) mais on ne la traduira pas. À la place, on marquera la chaîne avec un commentaire dans le fichier PO.
- Maintenir le style et le ton de la chaîne originale. En particulier, les messages qui ne sont pas des phrases (`cannot open file %s`, soit ne peut pas ouvrir le fichier %s) ne devraient probablement pas commencer avec une lettre capitale (si votre langue distingue la casse des lettres) ou finir avec un point (si votre langue utilise des marques de ponctuation). Lire Section 52.3, « Guide de style des messages d'erreurs » peut aider.
- Lorsque la signification d'un message n'est pas connue ou s'il est ambigu, on pourra demander sa signification sur la liste de diffusion des développeurs. Il est possible qu'un anglophone puisse aussi ne pas le comprendre ou le trouver ambigu. Il est alors préférable d'améliorer le message.

53.2. Pour le développeur

53.2.1. Mécaniques

Cette section explique comment implémenter le support natif d'une langue dans un programme ou dans une bibliothèque qui fait partie de la distribution PostgreSQL™. Actuellement, cela s'applique uniquement aux programmes C.

Procédure 53.1. Ajouter le support NLS à un programme

1. Le code suivant est inséré dans la séquence initiale du programme :

```
#ifdef ENABLE_NLS
#include <locale.h>
#endif

...
#ifndef ENABLE_NLS
setlocale(LC_ALL, "");
bindtextdomain("nomprog", LOCALEDIR);
textdomain("nomprog");
#endif
```

(*nomprog* peut être choisi tout à fait librement).

2. Partout où un message candidat à la traduction est trouvé, un appel à `gettext()` doit être inséré. Par exemple :

```
fprintf(stderr, "panic level %d\n", lvl);
```

devra être changé avec :

```
fprintf(stderr, gettext("panic level %d\n"), lvl);
```

(`gettext` est défini comme une opération nulle si NLS n'est pas configuré).

Cela peut engendrer du fouillis. Un raccourci habituel consiste à utiliser :

```
#define _(x) gettext(x)
```

Une autre solution est envisageable si le programme effectue la plupart de ses communications via une fonction ou un nombre restreint de fonctions, telle `ereport()` pour le moteur. Le fonctionnement interne de cette fonction peut alors être

modifiée pour qu'elle appelle `gettext` pour toutes les chaînes en entrée.

3. Un fichier `nls.mk` est ajouté dans le répertoire des sources du programme. Ce fichier sera lu comme un makefile. Les affectations des variables suivantes doivent être réalisées ici :

`CATALOG_NAME`

Le nom du programme tel que fourni lors de l'appel à `textdomain()`.

`AVAIL_LANGUAGES`

Liste des traductions fournies -- initialement vide.

`GETTEXT_FILES`

Liste des fichiers contenant les chaînes traduisibles, c'est-à-dire celles marquées avec `gettext` ou avec une solution alternative. Il se peut que cette liste inclut pratiquement tous les fichiers sources du programme. Si cette liste est trop longue, le premier « fichier » peut être remplacé par un + et le deuxième mot représenter un fichier contenant un nom de fichier par ligne.

`GETTEXT_TRIGGERS`

Les outils qui engendrent des catalogues de messages pour les traducteurs ont besoin de connaître les appels de fonction contenant des chaînes à traduire. Par défaut, seuls les appels à `gettext()` sont reconnus. Si _ ou d'autres identifiants sont utilisés, il est nécessaire de les lister ici. Si la chaîne traduisible n'est pas le premier argument, l'élément a besoin d'être de la forme `func:2` (pour le second argument). Si vous avez une fonction qui supporte les messages au format pluriel, l'élément ressemblera à `func:1,2` (identifiant les arguments singulier et pluriel du message).

Le système de construction s'occupera automatiquement de construire et installer les catalogues de messages.

53.2.2. Guide d'écriture des messages

Voici quelques lignes de conduite pour l'écriture de messages facilement traduisibles.

- Ne pas construire de phrases à l'exécution, telles que :

```
printf("Files were %s.\n", flag ? "copied" : "removed");
```

L'ordre des mots d'une phrase peut être différent dans d'autres langues. De plus, même si `gettext()` est correctement appelé sur chaque fragment, il pourrait être difficile de traduire séparément les fragments. Il est préférable de dupliquer un peu de code de façon à ce que chaque message à traduire forme un tout cohérent. Seuls les nombres, noms de fichiers et autres variables d'exécution devraient être insérés au moment de l'exécution dans le texte d'un message.

- Pour des raisons similaires, ceci ne fonctionnera pas :

```
printf("copied %d file%s", n, n!=1 ? "s" : "");
```

parce que cette forme présume de la façon dont la forme plurielle est obtenue. L'idée de résoudre ce cas de la façon suivante :

```
if (n==1)
    printf("copied 1 file");
else
    printf("copied %d files", n);
```

sera source de déception. Certaines langues ont plus de deux formes avec des règles particulières. Il est souvent préférable de concevoir le message de façon à éviter le problème, par exemple ainsi :

```
printf("number of copied files: %d", n);
```

Si vous voulez vraiment construire un message correctement pluralisé, il existe un support pour cela, mais il est un peu étrange. Quand vous générez un message d'erreur primaire ou détaillé dans `ereport()`, vous pouvez écrire quelque chose comme ceci :

```
errmsg_plural("copied %d file",
              "copied %d files",
              n,
              n)
```

Le premier argument est le chaîne dans le format approprié pour la forme au singulier en anglais, le second est le format de chaîne approprié pour la forme plurielle en anglais, et le troisième est la valeur entière déterminant la forme à utiliser. Des arguments additionnels sont formatés suivant la chaîne de formatage comme d'habitude. (Habituellement, la valeur de contrôle de la pluralisation sera aussi une des valeurs à formater, donc elle sera écrite deux fois.) En anglais, cela n'importe que si *n* est égale à 1 ou est différent de 1, mais dans d'autres langues, il pourrait y avoir plusieurs formes de pluriel. Le traducteur voit les deux formes anglaises comme un groupe et a l'opportunité de fournir des chaînes de substitution supplémentaires, la bonne étant sélectionnée suivant la valeur à l'exécution de *n*.

Si vous avez besoin de pluraliser un message qui ne va pas directement à `errmsg` ou `errdetail`, vous devez utiliser la fonction sous-jacente `ngettext`. Voir la documentation `gettext`.

- Lorsque quelque chose doit être communiqué au traducteur, telle que la façon dont un message doit être aligné avec quelque autre sortie, on pourra faire précéder l'occurrence de la chaîne d'un commentaire commençant par `translator`, par exemple :

```
/* translator: This message is not what it seems to be. */
```

Ces commentaires sont copiés dans les catalogues de messages de façon à ce que les traducteurs les voient.

Chapitre 54. Écrire un gestionnaire de langage procédural

Tous les appels de fonctions écrites dans un langage autre que celui de l'interface « version 1 » pour les langages compilés (ce qui inclut les fonctions dans les langages procéduraux utilisateur, les fonctions SQL et les fonctions utilisant l'interface de langage compilé version 0), passent par une fonction spécifique au langage du *gestionnaire d'appels*. Le gestionnaire d'appels exécute la fonction de manière appropriée, par exemple en interprétant le code source fourni. Ce chapitre décrit l'écriture du gestionnaire d'appels d'un nouveau langage procédural.

Le gestionnaire d'appel d'un langage procédural est une fonction « normale » qui doit être écrite dans un langage compilé tel que le C, en utilisant l'interface version-1, et enregistrée sous PostgreSQL™ comme une fonction sans argument et retournant le type `language_handler`. Ce pseudo-type spécial identifie la fonction comme gestionnaire d'appel et empêche son appel à partir des commandes SQL. Pour plus de détails sur les conventions d'appels et le chargement dynamique en langage C, voir Section 36.9, « Fonctions en langage C ».

L'appel du gestionnaire d'appels est identique à celui de toute autre fonction : il reçoit un pointeur de structure `FunctionCallInfoData` qui contient les valeurs des arguments et d'autres informations de la fonction appelée. Il retourne un résultat `Datum` (et, initialise le champ `isnull` de la structure `FunctionCallInfoData` si un résultat SQL NULL doit être retourné). La différence entre un gestionnaire d'appels et une fonction ordinaire se situe au niveau du champ `finfo->fn_oid` de la structure `FunctionCallInfoData`. Dans le cas du gestionnaire d'appels, il contiendra l'OID de la fonction à appeler, et non pas celui du gestionnaire d'appels lui-même. Le gestionnaire d'appels utilise ce champ pour déterminer la fonction à exécuter. De plus, la liste d'arguments passée a été dressée à partir de la déclaration de la fonction cible, et non pas en fonction du gestionnaire d'appels.

C'est le gestionnaire d'appels qui récupère l'entrée de la fonction dans la table système `pg_proc` et analyse les types des arguments et de la valeur de retour de la fonction appelée. La clause `AS` de la commande **CREATE FUNCTION** se situe dans la colonne `prosrc` de `pg_proc`. Il s'agit généralement du texte source du langage procédural lui-même (comme pour PL/Tcl) mais, en théorie, cela peut être un chemin vers un fichier ou tout ce qui indique au gestionnaire d'appels les détails des actions à effectuer.

Souvent, la même fonction est appelée plusieurs fois dans la même instruction SQL. L'utilisation du champ `finfo->fn_extra` évite au gestionnaire d'appels de répéter la recherche des informations concernant la fonction appelée. Ce champ, initialement NULL, peut être configuré par le gestionnaire d'appels pour pointer sur l'information concernant la fonction appelée. Lors des appels suivants, si `finfo->fn_extra` est différent de NULL, alors il peut être utilisé et l'étape de recherche d'information évitée. Le gestionnaire d'appels doit s'assurer que `finfo->fn_extra` pointe sur une zone mémoire qui restera allouée au moins jusqu'à la fin de la requête en cours, car une structure de données `FmgrInfo` peut être conservée aussi longtemps. Cela peut-être obtenu par l'allocation des données supplémentaires dans le contexte mémoire spécifié par `finfo->fn_mcxt` ; de telles données ont la même espérance de vie que `FmgrInfo`. Le gestionnaire peut également choisir d'utiliser un contexte mémoire de plus longue espérance de vie de façon à mettre en cache sur plusieurs requêtes les informations concernant les définitions des fonctions.

Lorsqu'une fonction en langage procédural est appelée via un déclencheur, aucun argument ne lui est passé de façon traditionnelle mais le champ `context` de `FunctionCallInfoData` pointe sur une structure `TriggerData`. Il n'est pas NULL comme c'est le cas dans les appels de fonctions standard. Un gestionnaire de langage doit fournir les mécanismes pour que les fonctions de langages procéduraux obtiennent les informations du déclencheur.

Voici un modèle de gestionnaire de langage procédural écrit en C :

```
#include "postgres.h"
#include "executor/spi.h"
#include "commands/trigger.h"
#include "fmgr.h"
#include "access/heapam.h"
#include "utils/syscache.h"
#include "catalog/pg_proc.h"
#include "catalog/pg_type.h"

#ifndef PG_MODULE_MAGIC
PG_MODULE_MAGIC;
#endif

PG_FUNCTION_INFO_V1(plsample_call_handler);

Datum
plsample_call_handler(PG_FUNCTION_ARGS)
{
```

```

Datum          retval;

if (CALLED_AS_TRIGGER(fcinfo))
{
    /*
     * Appelé comme procédure de déclencheur
     */
    TriggerData    *trigdata = (TriggerData *) fcinfo->context;
    retval = ...
}
else
{
    /*
     * Appelé en tant que fonction
     */
    retval = ...
}

return retval;
}

```

Il suffit de remplacer les points de suspension par quelques milliers de lignes de codes pour compléter ce modèle.

Lorsque la fonction du gestionnaire est compilée dans un module chargeable (voir Section 36.9.6, « Compiler et lier des fonctions chargées dynamiquement »), les commandes suivantes enregistrent le langage procédural défini dans l'exemple :

```

CREATE FUNCTION plsample_call_handler() RETURNS language_handler
    AS 'nomfichier'
    LANGUAGE C;
CREATE LANGUAGE plsample
    HANDLER plsample_call_handler;

```

Bien que fournir un gestionnaire d'appels est suffisant pour créer un langage de procédures minimal, il existe deux autres fonctions qui peuvent être fournies pour faciliter l'utilisation du langage. Ce sont les fonctions de validation (*validator*) et de traitement en ligne (*inline handler*). Une fonction de validation peut être fournie pour activer une vérification spécifique au langage lors du CREATE FUNCTION(7). Une fonction de traitement en ligne sera utilisé pour supporter les blocs de code anonymes exécutés via la commande DO(7).

Si une fonction de validation est fournie par un langage de procédures, elle doit être déclarée comme une fonction prenant un seul paramètre, de type oid. Le résultat de la validation est ignoré, donc elle peut renvoyer le type void. La fonction de validation sera appellée à la fin de la commande **CREATE FUNCTION** qui a créé ou mis à jour une fonction écrite dans ce langage. L'OID passé en argument est l'OID de la fonction, disponible dans le catalogue pg_proc. La fonction de validation doit récupérer cette ligne de la façon habituelle et réaliser les vérifications appropriées. Tout d'abord, elle appelle CheckFunctionValidatorAccess() pour diagnostiquer les appels explicites au validateur que l'utilisateur ne peut pas réaliser via **CREATE FUNCTION**. Les vérifications typiques incluent la vérification du support des types en arguments et en sortie, ainsi que la vérification syntaxique du corps de la requête pour ce langage. Si la fonction de validation est satisfait par la fonction, elle quitte sans erreur. Si, par contre, elle trouve une erreur, elle doit rapporter cette erreur au travers du mécanisme ereport() standard. Renvoyer une erreur forcera une annulation de la transaction et empêchera du même coup l'enregistrement de la fonction dont la définition est erronée.

Les fonctions de validation devraient typiquement accepter le paramètre check_function_bodies : s'il est désactivé, alors tout vérification coûteuse ou spécifique au contexte devrait être abandonnée. Si le langage permet l'exécution de code à la compilation, le validateur doit supprimer les vérifications qui impliquerait une telle exécution. En particulier, ce paramètre est désactivé par pg_dump, pour qu'il puisse charger le langage de procédures sans avoir à s'inquiéter des effets de bord et des dépendances possibles dans le corps des procédures stockées avec d'autres objets de la base de données. (À cause de cela, le gestionnaire d'appels doit éviter de supposer que la fonction de validation a vérifié complètement la fonction. Le but d'avoir une fonction de validation n'est pas d'éviter au gestionnaire d'appels de faire des vérifications, mais plutôt de notifier immédiatement à l'utilisateur si des erreurs évidentes apparaissent dans la commande **CREATE FUNCTION**.) Bien que le choix de ce qui est à vérifier est laissé à la discréption de la fonction de validation, il faut noter que le code de **CREATE FUNCTION** exécute seulement les clauses SET attachées à la fonction quand le paramètre check_function_bodies est activé. Du coup, les vérifications dont les résultats pourraient être affectés par les paramètres en question doivent être ignorées quand check_function_bodies est désactivé pour éviter de échecs erronés lors du chargement d'une sauvegarde.

Si une fonction de traitement en ligne est fournie au langage de procédures, elle doit être déclarée comme une fonction acceptant

un seul paramètre de type internal. Le résultat de la fonction de traitement en ligne est ignoré, donc elle peut renvoyer le type void. Elle sera appelée quand une instruction **DO** est exécutée pour ce langage. Le paramètre qui lui est fourni est un pointeur vers une structure `InlineCodeBlock`, structure contenant des informations sur les paramètres de l'instruction **DO**, en particulier le texte du bloc de code anonyme à exécuter. La fonction doit exécuter ce code.

Il est recommandé de placer toutes les déclarations de fonctions ainsi que la commande **CREATE LANGUAGE** dans une *extension* pour qu'une simple commande **CREATE EXTENSION** suffise à installer le langage. Voir Section 36.15, « Empaqueter des objets dans une extension » pour plus d'informations sur l'écriture d'extensions.

Les langages procéduraux inclus dans la distribution standard sont de bons points de départ à l'écriture de son propre gestionnaire de langage. Les sources se trouvent dans le répertoire `src/pl`. La page de référence de **CREATE LANGUAGE(7)** contient aussi certains détails utiles.

Chapitre 55. Écrire un wrapper de données distantes

Toutes les opérations sur une table distante sont gérées via un wrapper de données distantes. Ce dernier est un ensemble de fonctions que PostgreSQL appelle. Le wrapper de données distantes est responsable de la récupération des données à partir de la source de données distante et de leur renvoi à l'exécuteur PostgreSQL™. Si la mise à jour de tables distantes doit être supporté, le wrapper doit aussi gérer cela. Ce chapitre indique comment écrire un nouveau wrapper de données distantes.

Les wrappers de données distantes incluent dans la distribution standard sont de bons exemples lorsque vous essayez d'écrire les vôtres. Regardez dans le sous-répertoire `contrib` du répertoire des sources. La page de référence CREATE FOREIGN DATA WRAPPER(7) contient aussi des détails utiles.



Note

Le standard SQL spécifie une interface pour l'écriture des wrappers de données distantes. Néanmoins, PostgreSQL n'implémente pas cette API car l'effort nécessaire pour cela serait trop important. De toute façon, l'API standard n'est pas encore très adoptée.

55.1. Fonctions d'un wrapper de données distantes

Le développeur d'un FDW doit écrire une fonction de gestion (handler) et, en option, une fonction de validation. Les deux fonctions doivent être écrites dans un langage compilé comme le C en utilisant l'interface version-1. Pour les détails sur les conventions d'appel et le chargement dynamique en langage C, voir Section 36.9, « Fonctions en langage C ».

La fonction de gestion renvoie simplement une structure de pointeurs de fonctions callback qui seront appelées par le planificateur, l'exécuteur et différentes commandes de maintenance. La plupart du travail dans l'écriture d'une FDW se trouve dans l'implémentation de ces fonctions callback. La fonction de gestion doit être enregistrée dans PostgreSQL™ comme ne prenant aucun argument et renvoyant le pseudo-type `fdw_handler`. Les fonctions callback sont des fonctions en C et ne sont pas visibles ou appelables avec du SQL. Les fonctions callback sont décrites dans Section 55.2, « Routines callback des wrappers de données distantes ».

La fonction de validation est responsable de la validation des options données dans les commandes `CREATE` et `ALTER` pour son wrapper de données distantes, ainsi que pour les serveurs distants, les correspondances d'utilisateurs et les tables distants utilisant le wrapper. La fonction de validation doit être enregistrée comme prenant deux arguments : un tableau de texte contenant les options à valider et un OID représentant le type d'objet avec lequel les options sont validées (sous la forme d'un OID du catalogue système où sera stocké l'objet, donc `ForeignDataWrapperRelationId`, `ForeignServerRelationId`, `UserMappingRelationId` ou `ForeignTableRelationId`). Si aucune fonction de validation n'est fournie, les options ne sont pas vérifiées au moment de la création ou de la modification de l'objet.

55.2. Routines callback des wrappers de données distantes

La fonction de gestion d'une FDW renvoie une structure `FdwRoutine` allouée avec `malloc`. Elle contient des pointeurs vers les fonctions de callback décrites ci-dessous. Les fonctions relatives aux parcours sont requises, le reste est optionnel.

Le type de structure `FdwRoutine` est déclaré dans `src/include/foreign/fdwapi.h`, où vous trouverez plus de détails.

55.2.1. Routines des FDW pour parcourir les tables distantes

```
void
GetForeignRelSize (PlannerInfo *root,
                   RelOptInfo *baserel,
                   Oid foreigntableid);
```

Obtient des estimations de la taille de la relation pour une table distante. Elle est appelée au début de la planification d'une requête parcourant une table distante. `root` est l'information globale du planificateur sur la requête ; `baserel` est l'information du planificateur sur la table ; et `foreigntableid` est l'OID provenant de `pg_class` pour cette table distante. (`foreigntableid` pourrait être obtenu à partir de la structure de données du planificateur mais il est directement fourni pour ne pas avoir à faire cet effort.)

Cette fonction doit mettre à jour `baserel->rows` pour que cela corresponde au nombre de lignes renvoyées par un parcours

de table après avoir pris en compte le filtre réalisé par les clauses de restriction. La valeur initiale de baserel->rows est une estimation par défaut, qui doit être remplacée si possible. La fonction pourrait aussi choisir de mettre à jour baserel->width si elle peut calculer une meilleure estimation de la largeur moyenne d'une ligne du résultat.

Voir Section 55.4, « Planification de la requête avec un wrapper de données distantes » pour plus d'informations.

```
void
GetForeignPaths (PlannerInfo *root,
                 RelOptInfo *baserel,
                 Oid foreigntableid);
```

Crée les chemins d'accès possibles pour un parcours sur une table distante. Cette fonction est appelée lors de la planification de la requête. Les paramètres sont identiques à ceux de GetForeignRelSize, qui a déjà été appelée.

Cette fonction doit générer au moins un chemin d'accès (nœud ForeignPath) pour un parcours sur une table distante et doit appeler add_path pour ajouter chaque chemin à baserel->pathlist. Il est recommandé d'utiliser create_foreignscan_path pour construire les nœuds ForeignPath. La fonction peut générer plusieurs chemins d'accès, c'est-à-dire un chemin qui a un champ pathkeys valide pour représenter un résultat pré-trié. Chaque chemin d'accès doit contenir les estimations de coûts et peut contenir toute information privée au FDW qui est nécessaire pour identifier la méthode attendue du parcours spécifique.

Voir Section 55.4, « Planification de la requête avec un wrapper de données distantes » pour plus d'informations.

```
ForeignScan *
GetForeignPlan (PlannerInfo *root,
                RelOptInfo *baserel,
                Oid foreigntableid,
                ForeignPath *best_path,
                List *tlist,
                List *scan_clauses,
                Plan *outer_plan);
```

Crée un nœud de plan ForeignScan à partir du chemin d'accès distant sélectionné. Cette fonction est appelé à la fin de la planification de la requête. Les paramètres sont identiques à ceux de la fonction GetForeignRelSize, avec en plus le ForeignPath sélectionné (précédemment produit par GetForeignPaths, GetForeignJoinPaths ou GetForeignUpperPaths), la liste cible à émettre par le nœud du plan, les clauses de restriction forcées par le nœud du plan, et le sous-plan externe de ForeignScan, utilisé pour les vérifications réalisées par RecheckForeignScan. (Si le chemin est pour une jointure plutôt qu'une relation de base, foreigntableid est InvalidOid.)

Cette fonction doit créer et renvoyer un nœud ForeignScan. Il est recommandé d'utiliser make_foreignscan pour construire le nœud ForeignScan.

Voir Section 55.4, « Planification de la requête avec un wrapper de données distantes » pour plus d'informations.

55.2.2. Routines FDW pour optimiser le traitement après parcours/jointure

Si un FDW supporte l'exécution distante de jointure après parcours, comme une agrégation distante, il doit fournir cette fonction callback :

```
void
GetForeignUpperPaths (PlannerInfo *root,
                      UpperRelationKind stage,
                      RelOptInfo *input_rel,
                      RelOptInfo *output_rel);
```

Crée les chemins d'accès possibles pour le traitement *relation de niveau supérieur*, qui est le terme de l'optimiseur pour tout traitement après parcours/jointure, comme les agrégats, les fonctions de fenêtrage, le tri et les mises à jour de table. Cette fonction optionnelle est appelée lors de l'optimisation de la requête. Actuellement, elle est seulement appelée si toutes les relations de base impliquées appartiennent au même FDW. Cette fonction doit générer des chemins ForeignPath pour tout traitement post-parcours/jointure que le FDW sait réaliser à distance, et appeler add_path pour ajouter ces chemins à la relation indiquée du niveau supérieur. Tout comme GetForeignJoinPaths, il n'est pas nécessaire que cette fonction réussisse à créer des chemins, étant donné qu'il est toujours possible d'utiliser des chemins de traitement local.

Le paramètre stage identifie l'étape post- parcours/jointure est en cours de considération. output_rel est la relation supé-

rieure devant recevoir les chemins représentation le traitement de cette étape, et `input_rel` est la relation représentant la source de cette étape. (Notez que les chemins ForeignPath ajoutés à `output_rel` n'auront typiquement pas de dépendances directes avec les chemins de `input_rel` car leur traitement se fait en externe. Néanmoins, examiner les chemins précédemment générés pour l'étape de traitement précédente peut se révéler utile pour éviter un travail redondant de planification.)

Voir Section 55.4, « Planification de la requête avec un wrapper de données distantes » pour plus d'informations.

```
void
BeginForeignScan (ForeignScanState *node,
                  int eflags);
```

Commence l'exécution d'un parcours distant. L'appel se fait lors du démarrage de l'exécuteur. Cette fonction doit réaliser toutes les initialisation nécessaires avant le démarrage du parcours, mais ne doit pas commencer à exécuter le vrai parcours (cela se fera lors du premier appel à `IterateForeignScan`). Le nœud `ForeignScanState` est déjà créé mais son champ `fdw_state` vaut toujours `NULL`. Les informations sur la table à parcourir sont accessibles via le nœud `ForeignScanState` (en particulier à partir du nœud sous-jacent `ForeignScan` qui contient toute information privée au FDW fournie par `GetForeignPlan`). `eflags` contient les bits de drapeaux décrivant le mode opératoire de l'exécuteur pour ce nœud du plan.

Notez que quand (`eflags & EXEC_FLAG_EXPLAIN_ONLY`) est vraie, cette fonction ne doit pas réaliser d'actions visibles en externe. Elle doit seulement faire le minimum requis pour que l'état du nœud soit valide pour `ExplainForeignScan` et `EndForeignScan`.

```
TupleTableSlot *
IterateForeignScan (ForeignScanState *node);
```

Récupère une ligne de la source distante, la renvoyant dans un emplacement de ligne de table (le champ `ScanTupleSlot` du nœud doit être utilisé dans ce but). Renvoie `NULL` s'il n'y a plus de lignes disponibles. L'infrastructure d'emplacement de ligne de table permet qu'une ligne physique ou virtuelle soit renvoyée. Dans la plupart des cas, la deuxième possibilité (virtuelle), est préférable d'un point de vue des performances. Notez que cette fonction est appelée dans un contexte mémoire dont la durée de vie est très courte et qui sera réinitialisé entre chaque appel. Créez un contexte mémoire dans `BeginForeignScan` si vous avez besoin d'un stockage qui tient plus longtemps ou utilisez le champ `es_query_cxt` de `EState`.

Les lignes renvoyées doivent correspondre à la liste cible `fdw_scan_tlist` si elle a été fournie, sinon elles doivent correspondre au type de ligne de la table distante parcourue. Si vous choisissez d'optimiser en récupérant d'avance des colonnes non nécessaires, vous devriez insérer des valeurs `NULL` dans les positions de ces colonnes, ou sinon générer une liste `fdw_scan_tlist` avec ces colonnes omises.

Notez que l'exécuteur de PostgreSQL™ ne se préoccupe pas de savoir si les lignes renvoyées violent les contraintes définies sur la table distante -- mais le planificateur s'en préoccupe, et peut optimiser les requêtes incorrectement si il y a des lignes visibles dans la table distante qui ne satisfont pas une contrainte déclarée. Si une contrainte est violée lorsque l'utilisateur a déclaré que la contrainte devrait être vrai, il peut être approprié de lever une erreur (de la même manière que vous devriez le faire dans le cas où les types de données ne correspondent pas).

```
void
ReScanForeignScan (ForeignScanState *node);
```

Recommence le parcours depuis le début. Notez que les paramètres dont dépend le parcours peuvent avoir changés de valeur, donc le nouveau parcours ne va pas forcément renvoyer les mêmes lignes.

```
void
EndForeignScan (ForeignScanState *node);
```

Termine le parcours et relâche les ressources. Il n'est habituellement pas nécessaire de relâcher la mémoire allouée via `palloc`. Par contre, les fichiers ouverts et les connexions aux serveurs distants doivent être nettoyés.

55.2.3. Routines des FDW pour le parcours des jointures distantes

Si un FDW permet d'effectuer des jointures distantes (autrement qu'en récupérant les données des deux tables et en faisant la jointure localement), il devrait fournir cette fonction callback :

```
void
GetForeignJoinPaths (PlannerInfo *root,
                     RelOptInfo *joinrel,
                     RelOptInfo *outerrel,
                     RelOptInfo *innerrel,
                     JoinType jointype,
                     JoinPathExtraData *extra);
```

Crée les chemins possibles d'accès pour une jointure de deux (ou plus) tables distantes qui toutes proviennent du même serveur distant. Cette fonction optionnelle est appelée durant la planification de la requête. De la même façon que GetForeignPaths, cette fonction devrait générer des chemins ForeignPath pour le paramètre `joinrel` fourni, et appeler la fonction `add_path` pour ajouter ces chemins à l'ensemble des chemins à considérer pour la jointure. Mais contrairement à GetForeignPaths, il n'est pas nécessaire que cette fonction réussisse à créer au moins un chemin, dans la mesure où des chemins entraînant des jointures locales sont toujours possibles.

Notez que cette fonction sera invoquée de manière répétitive pour la même jointure, avec des combinaisons différentes de relations internes ou externes ; il est de la responsabilité du FDW de minimiser les tâches dupliquées.

Si un chemin ForeignPath est choisi pour la jointure, il représentera l'ensemble du processus de jointure ; les chemins générés pour les tables qui la composent et les jointures auxiliaires ne seront pas utilisés. Les traitements suivants des chemins de jointure procèdent essentiellement de la même manière que pour un chemin parcourant une simple table distante. Une différence est que le `scanrelid` résultant du nœud du plan ForeignScan devrait être mis à zéro, dans la mesure où il ne représente aucune relation simple ; à la place, le champ `fd_relids` du nœud ForeignScan représente l'ensemble des relations qui ont été jointes. (Le dernier champ est positionné automatiquement par le code interne du planificateur, et n'a pas besoin d'être rempli par le FDW.) Une autre différence est que, comme la liste des colonnes pour une jointure distante ne peut être trouvée dans les catalogues systèmes, le FDW doit remplir `fdw_scan_tlist` avec une liste appropriée de nœuds `TargetEntry`, représentant l'ensemble des colonnes qu'il fournira à l'exécution dans les lignes qu'il retournera.

Voir Section 55.4, « Planification de la requête avec un wrapper de données distantes » pour des informations supplémentaires.

55.2.4. Routines FDW pour la mise à jour des tables distantes

Si un FDW supporte la modification des tables distantes, il doit fournir certaines ou toutes les fonctions callback suivant les besoins et les capacités du FDW :

```
void
AddForeignUpdateTargets (Query *parsetree,
                        RangeTblEntry *target_rte,
                        Relation target_relation);
```

Les opérations **UPDATE** et **DELETE** sont réalisées contre des lignes précédemment récupérées par des fonctions de parcours de table. Le FDW peut avoir besoin d'informations supplémentaires, comme l'identifiant de la ligne ou les valeurs des colonnes formant la clé primaire pour s'assurer qu'il peut identifier la ligne exacte à mettre à jour ou à supprimer. Pour supporter cela, cette fonction peut ajouter des colonnes cibles supplémentaires cachées à la liste des colonnes qui doivent être récupérées de la table distante pendant une opération **UPDATE** ou **DELETE**.

Pour faire cela, ajoutez les éléments `TargetEntry` à `parsetree->targetList`, contenant les expressions des valeurs supplémentaires à récupérer. Chacun de ces entrées doit être marqué `resjunk = true`, et doit avoir un `resname` distinct qui l'identifiera à l'exécution. Évitez d'utiliser des noms correspondant à `ctidN`, `wholerow` ou `wholerowN`, car le système peut générer des colonnes ayant ces noms.

Cette fonction est appelé par le processus de réécriture, et non pas par le planificateur. Les informations disponibles sont un peu différentes de celles des routines de planification. `parsetree` est l'arbre d'analyse pour la commande **UPDATE** ou **DELETE** alors que `target_rte` et `target_relation` décrivent la table distante cible.

Si le pointeur `AddForeignUpdateTargets` est initialisé à `NULL`, aucune expression cible supplémentaire ne sera ajoutée. (Ceci rend impossible l'implémentation des opérations **DELETE** bien que l'**UPDATE** est toujours faisable si le FDW se base sur une clé primaire ne changeant pas pour identifier les lignes.)

```
List *
PlanForeignModify (PlannerInfo *root,
                   ModifyTable *plan,
                   Index resultRelation,
```

```
int subplan_index);
```

Réalise toute opération supplémentaire de planification nécessaire pour une insertion, mise à jour ou suppression sur une table distante. Cette fonction génère l'information privée du FDW qui sera attachée au nœud du plan ModifyTable qui réalise la mise à jour. Cette information privée doit avoir la forme d'une `List`, et sera réalisée par `BeginForeignModify` lors de l'exécution.

`root` est l'information globale du planificateur sur la requête. `plan` est le nœud du plan `ModifyTable` qui est complet sauf pour le champ `fdwPrivLists`. `resultRelation` identifie la table distante cible par son index rangetable. `subplan_index` identifie la cible du nœud de plan `ModifyTable` en comptant à partir de zéro ; utilisez ceci si vous voulez indexer dans `plan->plans` ou toute autre sous-structure du nœud `plan`.

Voir Section 55.4, « Planification de la requête avec un wrapper de données distantes » pour plus d'informations.

Si le pointeur `PlanForeignModify` est initialisé à `NULL`, aucune action supplémentaire n'est réalisée au moment de la planification, et la liste `fdw_private` renvoyée par `BeginForeignModify` vaudra `NIL`.

```
void
BeginForeignModify (ModifyTableState *mtstate,
                    ResultRelInfo *rinfo,
                    List *fdw_private,
                    int subplan_index,
                    int eflags);
```

Commence l'exécution d'une opération de modification de la table distante. Cette routine est appelée lors du démarrage de l'exécuteur. Elle doit réaliser toute initialisation nécessaire avant de procéder aux modifications de la table. En conséquence, `ExecForeignInsert`, `ExecForeignUpdate` ou `ExecForeignDelete` seront appelées pour chaque ligne à insérer, mettre à jour ou supprimer.

`mtstate` est l'état général du nœud de plan `ModifyTable` en cours d'exécution ; les données globales sur le plan et l'état d'exécution sont disponibles via cette structure. `rinfo` est la structure `ResultRelInfo` décrivant la table distante cible. (Le champ `ri_FdwState` de `ResultRelInfo` est disponible pour que le FDW enregistre tout état privé dont il aurait besoin pour réaliser cette opération.) `fdw_private` contient les données privées générées par `PlanForeignModify`. `subplan_index` identifie la cible du nœud de plan `ModifyTable`. `eflags` contient les bits de drapeaux décrivant le mode opératoire de l'exécuteur pour ce nœud de plan.

Notez que quand (`eflags & EXEC_FLAG_EXPLAIN_ONLY`) est vrai, cette fonction ne devrait réaliser aucune action visible externe ; il devrait seulement faire le minimum requis pour rendre l'état du nœud valide pour `ExplainForeignModify` et `EndForeignModify`.

Si le pointeur `BeginForeignModify` est initialisé à `NULL`, aucune action n'est prise lors du démarrage de l'exécuteur.

```
TupleTableSlot *
ExecForeignInsert (EState *estate,
                  ResultRelInfo *rinfo,
                  TupleTableSlot *slot,
                  TupleTableSlot *planSlot);
```

Insère une ligne dans la table distante. `estate` est un état global de l'exécution de la requête. `rinfo` est la structure `ResultRelInfo` décrivant la table distante cible. `slot` contient la ligne à insérer ; ça correspondra à la définition du type de la ligne de la table distante. `planSlot` contient la ligne qui a été générée par le sous-plan du nœud `ModifyTable` ; cela diffère du `slot` qui contient aussi les colonnes supplémentaires. (Le `planSlot` a typiquement peu d'intérêt pour `INSERT` mais est fourni pour être complet.)

La valeur de retour est soit un emplacement contenant les données effectivement insérées (elles peuvent différer des données fournies, par exemple le résultat de l'action de triggers), soit `NULL` si aucune ligne n'a été insérée (là-aussi typiquement le résultat d'un trigger). Le `slot` peut être ré-utilisé dans ce contexte.

Les données dans l'emplacement renvoyé sont utilisées seulement si la requête `INSERT` a une clause `RETURNING` ou si la table distante a un trigger `AFTER ROW`. Les triggers requièrent toutes les colonnes mais le Foreign Data Wrapper pourrait choisir d'optimiser en ne renvoyant que certaines ou toutes les colonnes suivant le contenu de la clause `RETURNING`. Quoi qu'il en soit, un slot doit être renvoyé pour indiquer le succès. Dans le cas contraire, le nombre de lignes renvoyé par la requête sera mauvais.

Si le pointeur `ExecForeignInsert` est initialisé à `NULL`, les tentatives d'insertion dans la table distante échoueront avec un message d'erreur.

```
TupleTableSlot *
ExecForeignUpdate (EState *estate,
                   ResultRelInfo *rinfo,
                   TupleTableSlot *slot,
                   TupleTableSlot *planSlot);
```

Met à jour une ligne dans la table distante. `estate` est l'état global de l'exécution de la requête. `rinfo` est la structure `ResultRelInfo` décrivant la table distante cible. `slot` contient les nouvelles données de la ligne ; elles correspondront à la définition du type de ligne pour la table distante. `planSlot` contient la ligne qui a été générée par le sous-plan du nœud `ModifyTable` ; il diffère de `slot` car il peut contenir des colonnes supplémentaires. En particulier, toute colonne supplémentaire qui était réclamée par `AddForeignUpdateTargets` sera disponible à partir de cet emplacement.

La valeur de retour est soit un emplacement contenant la nouvelle ligne modifiée (elle peut différer des données fournies suite, par exemple, à l'exécution d'un trigger), ou `NULL` si aucune ligne n'a été réellement mise à jour (là-encore typiquement l'action d'un trigger). L'emplacement `slot` fourni peut être réutilisé dans ce contexte.

Les données renvoyées dans l'emplacement sont utilisées seulement si la requête **UPDATE** a une clause `RETURNING` ou si la table distante a un trigger `AFTER ROW`. Les triggers requièrent toutes les colonnes mais le Foreign Data Wrapper pourrait choisir d'optimiser en ne renvoyant que certaines ou toutes les colonnes suivant le contenu de la clause `RETURNING`. Quoi qu'il en soit, un slot doit être renvoyé pour indiquer le succès. Dans le cas contraire, le nombre de lignes renvoyé par la requête sera mauvais.

Si le pointeur `ExecForeignUpdate` est initialisé à `NULL`, les tentatives de mise à jour de la table distante échoueront avec un message d'erreur.

```
TupleTableSlot *
ExecForeignDelete (EState *estate,
                   ResultRelInfo *rinfo,
                   TupleTableSlot *slot,
                   TupleTableSlot *planSlot);
```

Supprime une ligne de la table distante. `estate` est l'état global de l'exécution de la requête. `rinfo` est la structure `ResultRelInfo` décrivant la table distante cible. `slot` ne contient rien d'utille à l'appel de la fonction mais peut être utilisé pour contenir la ligne renvoyée. `planSlot` contient la ligne générée par le sous-plan du nœud du plan `ModifyTable` ; en particulier, elle contient toute colonne supplémentaire réclamée par `AddForeignUpdateTargets`. Les colonnes supplémentaires doivent être utilisées pour identifier la ligne à supprimer.

The return value is either a slot containing the row that was deleted, or `NULL` if no row was deleted (typically as a result of triggers). The passed-in `slot` can be used to hold the tuple to be returned.

les données placées dans l'emplacement sont utilisées seulement si la requête **DELETE** dispose de la clause `RETURNING` or the foreign table has an `AFTER ROW` trigger. Triggers require all columns, but the FDW could choose to optimize away returning some or all columns depending on the contents of the `RETURNING` clause. Regardless, some slot must be returned to indicate success, or the query's reported row count will be wrong.

Si le pointeur `the ExecForeignDelete` est initialisé à `NULL`, les tentatives de suppression dans la table distante échoueront avec un message d'erreur.

```
void
EndForeignModify (EState *estate,
                  ResultRelInfo *rinfo);
```

Termine la mise à jour et libère les ressources. Il n'est normalement pas importante de libérer la mémoire prise avec `palloc` mais, par exemple, les fichiers ouverts et les connexions vers des serveurs distants doivent être nettoyés.

Si le pointeur vers `EndForeignModify` est initialisé à `NULL`, aucune action n'a lieu pendant l'arrêt de l'exécuteur.

```
int
IsForeignRelUpdatable (Relation rel);
```

Indique les opérations de mise à jour supportées par la table distante indiquée. La valeur de retour doit être un masque de bits correspondant aux numéros d'événement des règles, indiquant les opérations supportées par la table distante, en utilisant l'énumération

`CmdType`. Autrement dit (`1 << CMD_UPDATE`) = 4 pour **UPDATE**, (`1 << CMD_INSERT`) = 8 pour **INSERT** et (`1 << CMD_DELETE`) = 16 pour **DELETE**.

Si le pointeur `IsForeignRelUpdatable` est configuré à `NULL`, les tables distantes sont supposées accepter les **INSERT**, **UPDATE** et **DELETE** si le connecteur FDW fournit respectivement les fonctions `ExecForeignInsert`, `ExecForeignUpdate` et `ExecForeignDelete`. Cette fonction est uniquement nécessaire si le FDW supporte quelques tables modifiables et d'autres qui ne le sont pas. (Et même là, il est possible de renvoyer une erreur dans la routine d'exécution au lieu de vérifier avec cette fonction. Néanmoins, cette fonction est utilisée pour déterminer l'état modifiable des tables qui sera affiché dans les vues `information_schema`.)

Certaines insertions, mises à jour et suppressions vers des tables distantes peuvent être optimisées en implémentant un ensemble alternatif d'interfaces. Les interfaces habituelles pour les insertions, mises à jour et suppressions récupèrent les lignes du serveur distant, puis modifient les lignes, une par une. Dans certains cas, cette approche ligne par ligne est nécessaire mais elle peut s'avérer inefficace. S'il est possible pour le serveur distant de déterminer les lignes à modifier sans avoir à les récupérer, et qu'il n'y a pas de triggers locaux qui pourraient affecter l'opération, alors il est possible de s'arranger pour que l'opération entière soit réalisée sur le serveur distant. Les interfaces décrites ci-dessous rendent cela possible.

```
bool
PlanDirectModify (PlannerInfo *root,
                  ModifyTable *plan,
                  Index resultRelation,
                  int subplan_index);
```

Décide si l'exécution d'une modification directement sur le serveur distant est sûre. Dans ce cas, renvoie `true` après avoir réalisé les actions d'optimisation nécessaire pour cela. Dans le cas contraire, renvoie `false`. Cette fonction optionnelle est appelée lors de la planification de la requête. Si cette fonction réussit, `BeginDirectModify`, `IterateDirectModify` et `EndDirectModify` seront appelées à l'étape d'exécution. Dans le cas contraire, la modification de la table sera exécutée en utilisant les fonctions de modification de la table décrites ci-dessus. Les paramètres sont les mêmes que pour `PlanForeignModify`.

Pour exécuter la modification directe sur le serveur distant, cette fonction doit ré-écrire le sous-plan cible avec un noeud de plan `ForeignScan` qui exécute la modification directe sur le serveur distant. Le champ `operation` du `ForeignScan` doit être configuré à l'énumération `CmdType` de façon appropriée ; c'est-à-dire `CMD_UPDATE` pour **UPDATE**, `CMD_INSERT` pour **INSERT** et `CMD_DELETE` pour **DELETE**.

Voir Section 55.4, « Planification de la requête avec un wrapper de données distantes » pour plus d'informations.

Si le pointeur `PlanDirectModify` est configuré à `NULL`, aucune tentative ne sera réalisée pour exécuter une modification directe sur le serveur distant.

```
void
BeginDirectModify (ForeignScanState *node,
                   int eflags);
```

Prépare une exécution d'une modification directe sur le serveur distant. Cette fonction est appelée lors du démarrage de l'exécuteur. Elle doit réaliser toute initialisation nécessaire avant la modification directe, qui doit être réalisée lors du premier appel à `IterateDirectModify`. Le noeud `ForeignScanState` a déjà été créé mais son champ `fdw_state` vaut toujours `NULL`. Des informations sur la table à modifier sont disponibles au travers du noeud `ForeignScanState` (en particulier, à partir du noeud `ForeignScan` sous-jacent, qui contient des informations privées au FDW fournies par `PlanDirectModify`). `eflags` contient des bits d'informations décrivant le mode d'opération de l'exécuteur pour ce noeud de plan.

Notez que quand (`eflags & EXEC_FLAG_EXPLAIN_ONLY`) est vrai, cette fonction ne doit pas réaliser d'actions visibles extérieurement ; elle doit seulement faire le minimum requis pour rendre valide l'état du noeud pour `ExplainDirectModify` et `EndDirectModify`.

Si le pointeur `BeginDirectModify` est configuré à `NULL`, aucune tentative ne sera réalisée pour exécuter une modification directe sur le serveur distant.

```
TupleTableSlot *
IterateDirectModify (ForeignScanState *node);
```

Quand la requête **INSERT**, **UPDATE** ou **DELETE** ne contient pas de clause `RETURNING`, renvoie simplement `NULL` après une modification directe sur le serveur distant. Quand la requête contient cette clause, récupère un résultat contenant la donnée nécessaire pour le traitement du `RETURNING`, le renvoyant dans un slot de ligne de table (le champ `ScanTupleSlot` du noeud doit être utilisé pour cela). Les données insérées, mises à jour ou supprimées doivent être enregistrées dans le champ `es_result_relation_info->ri_projectReturning->pi_exprContext->ecxt_scantuple` du EState du

nœud. Renvoie NULL s'il n'y a plus de lignes disponibles. Notez que cette fonction est appelée dans un contexte mémoire à court terme qui sera réinitialisée à chaque appel. Créez un contexte mémoire dans `BeginDirectModify` si vous avez besoin d'un stockage d'une durée de vie plus importante ou utilisez `es_query_cxt` du champ `EState` du nœud.

Les lignes renvoyées doivent correspondre à la liste cible `fdw_scan_tlist` si une liste a été fournie. Sinon, elles doivent correspondre au type de ligne de la table externe en cours de modification. Si vous choisissez d'optimiser la récupération des colonnes inutiles pour le traitement de `RETURNING`, vous devez placer des valeurs NULL à la position de ces colonnes ou générer une liste `fdw_scan_tlist` en omettant les colonnes inutiles.

Que la requête ait la clause ou non, le nombre de lignes rapporté par la requête doit être incrémenté par le FDW lui-même. Quand la requête n'a pas de clause, le FDW doit aussi incrémenter le nombre de lignes pour le nœud `ForeignScanState` dans le cas d'un **EXPLAIN ANALYZE** case.

Si le pointeur `IterateDirectModify` est configuré à NULL, aucune tentative ne sera réalisée pour exécuter une modification directe sur le serveur distant.

```
void
EndDirectModify (ForeignScanState *node);
```

Nettoie après une modification directe sur le serveur distant. Il n'est normalement pas important de relâcher la mémoire allouée avec `malloc` mais, par exemple, des fichiers et des connexions ouvertes sur le serveur distant doivent fermés.

Si le pointeur `EndDirectModify` est configuré à NULL, aucune tentative ne sera réalisée pour exécuter une modification directe sur le serveur distant.

55.2.5. Routines FDW pour le verrouillage des lignes

Si un FDW veut supporter le *verrouillage tardif de lignes* (comme décrit à Section 55.5, « Le verrouillage de ligne dans les wrappers de données distantes »), il doit fournir les fonctions callbacks suivantes :

```
RowMarkType
GetForeignRowMarkType (RangeTblEntry *rte,
                      LockClauseStrength strength);
```

Indique quelle option de marquage de ligne utiliser pour une table distante. `rte` est le nœud `RangeTblEntry` pour la table et `strength` décrit la force du verrou requis par la clause `FOR UPDATE / SHARE`, si applicable. Le résultat doit être un membre du type énumération `RowMarkType`.

Cette fonction est appelée durant la planification de la requête pour chaque table distante qui apparaît dans une requête **UPDATE**, **DELETE**, ou **SELECT FOR UPDATE/SHARE** et n'est pas la cible d'une commande **UPDATE** ou **DELETE**.

Si le pointeur de fonction `GetForeignRowMarkType` est positionné à NULL, l'option `ROW_MARK_COPY` est toujours utilisée. (Ceci implique que la fonction `RefetchForeignRow` ne sera jamais appelée, aussi elle n'a pas besoin d'être fournie non plus.)

Voir Section 55.5, « Le verrouillage de ligne dans les wrappers de données distantes » pour plus d'informations.

```
HeapTuple
RefetchForeignRow (EState *estate,
                   ExecRowMark *erm,
                   Datum rowid,
                   bool *updated);
```

Récupère à nouveau une ligne à partir de la table distante, après l'avoir verrouillée si nécessaire. `estate` est l'état global d'exécution de la requête. `erm` est la structure `ExecRowMark` décrivant la table distante cible et le type de verrou ligne (si applicable) à prendre. `rowid` identifie la ligne à récupérer. `updated` est un paramètre de sortie.

Cette fonction devrait renvoyer une copie allouée avec `malloc` de la ligne récupérée, ou NULL si le verrou ligne n'a pas pu être obtenu. Le verrou ligne à prendre est défini par `erm->markType`, qui est la valeur précédemment renvoyée par la fonction `GetForeignRowMarkType`. (`ROW_MARK_REFERENCE` signifie de juste récupérer la ligne sans prendre aucun verrou, et `ROW_MARK_COPY` ne sera jamais vu par cette routine.)

En complément, `*updated` devrait être positionné à `true` si ce qui a été récupéré est une version mise à jour de la ligne plutôt que la même version obtenue précédemment. (Si le FDW ne peut être sûr à propos de cette information, retourner toujours `true` est recommandé.)

Notez que par défaut, l'échec pour prendre un verrou ligne devrait avoir pour conséquence de lever une erreur ; un retour NULL est seulement approprié si l'option `SKIP LOCKED` est spécifié par `erm->waitPolicy`.

`rowid` est la valeur de `ctid` précédemment lue pour la ligne récupérée à nouveau. Bien que la valeur `rowid` est envoyée comme type Datnum, elle ne peut être actuellement que de type tid. L'API de la fonction est choisie dans l'espoir qu'il sera possible d'autoriser d'autres types de données pour les identifiants des lignes dans le futur.

Si le pointeur de fonction `RefetchForeignRow` est positionné sur `NULL`, les tentatives de récupération à nouveau des lignes échoueront avec un message d'erreur.

Voir Section 55.5, « Le verrouillage de ligne dans les wrappers de données distantes » pour plus d'informations.

```
bool
RecheckForeignScan (ForeignScanState *node, TupleTableSlot *slot);
```

Vérifie à nouveau qu'une ligne retornnée précédemment correspond toujours au parcours et aux qualificatifs de jointures, et éventuellement fournit une version modifiée de la ligne. Pour les wrappers de données distantes qui ne supportent pas les jointures (*join push-down*), il sera plus pratique de positionner ce pointeur de fonction à `NULL` et, à la place, configurer `fdw_recheck_quals` de manière appropriée. Cependant lorsque des jointures externes sont poussées au serveur distant, il n'est pas suffisant d'appliquer à nouveau les vérifications applicables à toutes les tables de base à la ligne résultat, même si tous les attributs nécessaires sont présents, parce que l'impossibilité de mettre en correspondance certains qualificatifs pourrait résulter en la mise à `NULL` de certaines colonnes, plutôt qu'aucune ligne ne soit retornée. `RecheckForeignScan` peut vérifier à nouveau les qualificatifs et renvoyer `true` si ils sont toujours satisfais et `false` dans le cas contraire, mais elle peut aussi stocker une ligne de remplacement dans l'emplacement fourni.

Pour implémenter le support des jointures, un wrapper de données distantes construira typiquement un plan alternatif local qui est utilisé uniquement pour les revérifications ; celui-ci deviendra le sous-plan externe de `ForeignScan`. Lorsqu'une révérification est requise, ce sous-plan peut être exécuté et la ligne résultante peut être stockée dans l'emplacement. Ce plan n'a pas besoin d'être efficace car aucune table de base ne retournera plus d'une ligne ; par exemple, il peut réaliser toutes les jointures comme des boucles imbriquées. La fonction `GetExistingLocalJoinPath` peut être utilisée pour rechercher des chemins existants dans un chemin de jointure local convenable, qui est utilisable comme plan de jointure local alternatif. `GetExistingLocalJoinPath` recherche un chemin sans paramètre dans la liste de chemins de la relation de jointure spécifiée (si un tel chemin n'existe pas, elle renvoie `NULL`, ce qui fait que le FDW pourrait construire un chemin local lui-même ou pourrait choisir de ne pas créer de chemins d'accès pour cette jointure).

55.2.6. Routines FDW pour EXPLAIN

```
void
ExplainForeignScan (ForeignScanState *node,
                    ExplainState *es);
```

Affiche une sortie **EXPLAIN** supplémentaire pour un parcours de table distante. Cette fonction peut faire appel à `ExplainPropertyText` et aux fonctions relatives pour ajouter des champs à la sortie d'**EXPLAIN**. Les champs drapeaux dans `es` peuvent être utilisés pour déterminer ce qui doit être affiché, et l'état du nœud `ForeignScanState` peut être inspecté pour fournir des statistiques d'exécution dans le cas du **EXPLAIN ANALYZE**.

Si le pointeur `ExplainForeignScan` vaut `NULL`, aucune information supplémentaire n'est affichée lors de l'**EXPLAIN**.

```
void
ExplainForeignModify (ModifyTableState *mtstate,
                      ResultRelInfo *rinfo,
                      List *fdw_private,
                      int subplan_index,
                      struct ExplainState *es);
```

Affiche une sortie supplémentaire pour **EXPLAIN** lors de la mise à jour d'une table distante. Cette fonction peut appeler `ExplainPropertyText` et les fonctions en relation pour ajouter des champs à la sortie d'**EXPLAIN**. Les champs drapeaux de `es` peuvent être utilisés pour déterminer quoi afficher, et l'état du nœud `ModifyTableState` peut être inspecté pour fournir des statistiques en exécution dans le cas du **EXPLAIN ANALYZE**. Les quatre premiers arguments sont les mêmes que pour `BeginForeignModify`.

Si le pointeur `ExplainForeignModify` vaut `NULL`, aucune information supplémentaire n'est affichée lors de l'**EXPLAIN**.

```
void
```

```
ExplainDirectModify (ForeignScanState *node,
                     ExplainState *es);
```

Affiche une sortie **EXPLAIN** supplémentaire pour une modification directe sur le serveur distant. Cette fonction peut appeler `ExplainPropertyText` et les fonctions relatives pour ajouter des champs à la sortie d'**EXPLAIN**. Les champs flag dans `es` peuvent être utilisés pour déterminer ce qui doit être affiché, et l'état du nœud `ForeignScanState` peut être inspecté pour fournir des statistiques à l'exécution dans le cas d'un **EXPLAIN ANALYZE**.

Si le pointeur `ExplainDirectModify` est configuré à `NULL`, aucune information supplémentaire n'est affichée pendant un **EXPLAIN**.

55.2.7. Routines FDW pour ANALYZE

```
bool
AnalyzeForeignTable (Relation relation,
                     AcquireSampleRowsFunc *func,
                     BlockNumber *totalpages);
```

Cette fonction est appelée quand `ANALYZE(7)` est exécuté sur une table distante. Si le wrapper de données distantes peut récupérer des statistiques pour cette table distante, il doit renvoyer `true`, et fournir un pointeur vers une fonction qui récupérera un échantillon de lignes à partir de la table dans `func`, ainsi que la taille estimée de la table en blocs dans `totalpages`. Sinon, il doit renvoyer `false`.

Si le wrapper de données distantes ne supporte pas la récupération de statistiques quelque soit la table, le pointeur `AnalyzeForeignTable` doit être configuré à `NULL`.

Si fourni, la fonction de récupération de l'échantillon doit avoir la signature suivante :

```
int
AcquireSampleRowsFunc (Relation relation, int elevel,
                       HeapTuple *rows, int targrows,
                       double *totalrows,
                       double *totaldeadrows);
```

Un échantillon récupéré au hasard et comprenant au plus `targrows` lignes doit être récupéré à partir de la table et stocké dans le tableau `rows` fourni par l'appelant. Le nombre réel de lignes récupérées doit être renvoyé. De plus, les estimations du nombre total de lignes vivantes et mortes doivent être enregistrées dans les paramètres en sortie appelés `totalrows` et `totaldeadrows`. (Configurez `totaldeadrows` à zéro si le wrapper de données distantes ne connaît pas le concept des lignes mortes.)

55.2.8. Routines FDW pour IMPORT FOREIGN SCHEMA

```
List *
ImportForeignSchema (ImportForeignSchemaStmt *stmt, Oid serverOid);
```

Obtient une liste des commandes de création de tables distantes. Cette fonction est appelée lors de l'exécution de `IMPORT FOREIGN SCHEMA(7)`, et il lui est passé l'arbre d'analyse pour cette instruction, ainsi que l'OID du serveur distant à utiliser. Elle devrait renvoyer une liste de chaînes C, chacune d'entre elles devant contenir une commande `CREATE FOREIGN TABLE(7)`. Ces chaînes seront analysées et exécutées par le serveur principal.

À l'intérieur de la structure `ImportForeignSchemaStmt`, `remote_schema` est le nom du schéma distant à partir duquel les tables sont à importer. `list_type` indique comment filtrer les noms de tables : `FDW_IMPORT_SCHEMA_ALL` signifie que toutes les tables dans le schéma distant devraient être importées (dans ce cas, `table_list` est vide), `FDW_IMPORT_SCHEMA_LIMIT_TO` signifie d'inclure seulement les tables listées dans `table_list`, et `FDW_IMPORT_SCHEMA_EXCEPT` signifie d'exclure les tables listées dans `table_list`. `options` est une liste d'options utilisées pour le processus d'import. La signification des options relève du FDW. Par exemple, un FDW pourrait utiliser une option pour définir si les attributs `NOT NULL` des colonnes devraient être importés. Ces options n'ont pas besoin d'avoir une quelconque relation avec celles supportées par le FDW pour les objets base de données.

Le FDW peut ignorer le champ `local_schema` de `ImportForeignSchemaStmt`, parce que le serveur principal insérera automatiquement ce nom dans les commandes `CREATE FOREIGN TABLE` analysées.

Le FDW n'a pas besoin de mettre en place lui-même le filtrage spécifié par `list_type` et `table_list`, dans la mesure où le serveur principal ignorera automatiquement les commandes renvoyées pour les tables exclues selon ces options. Cependant, il est

souvent utile d'éviter le travail de création des commandes pour les tables exclues dès le départ. La fonction `IsImportableForeignTable()` peut être utile pour tester si une table distante donnée passera ou pas le filtre.

Si le FDW ne supporte pas l'import de définition de tables, le pointeur de fonction `ImportForeignSchema` peut être positionné à `NULL`.

55.2.9. Routines FDW Routines pour une exécution parallélisée

Un nœud ForeignScan peut, en option, supporter une exécution parallélisée. Un ForeignScan parallélisée sera exécutée par plusieurs processus et devrait renvoyer chaque ligne une fois seulement au travers de tous les processus coopérant. Pour faire cela, les processus peuvent se coordonner avec des ensembles de taille fixe de mémoire partagée dynamique. Cette mémoire partagée n'est pas garantie d'être placée à la même adresse pour chaque processus, donc des pointeurs pourraient ne pas être utilisables. Les callbacks suivants sont tous optionnels en général, mais ils sont requis si une exécution parallèle doit être supportée.

```
bool
IsForeignScanParallelSafe(PlannerInfo *root, RelOptInfo *rel,
                           RangeTblEntry *rte);
```

Teste si un parcours peut être réalisé avec un processus parallèle. Cette fonction sera seulement appelée quand le planificateur pense qu'un plan parallélisé est possible, et doit renvoyer true si un tel plan est sûr pour ce parcours. Ceci ne sera généralement pas le cas si la source de données distante a des sémantiques transactionnelles, sauf si la connexion du processus supplémentaire peut être en quelque sorte partagée dans le même contexte transactionnelle que celui du processus maître

Si ce callback n'est pas défini, il est supposé que le parcours doit avoir lieu au niveau du processus maître. Notez que renvoyer true ne signifie pas que le parcours sera parallélisé. Cela signifie seulement qu'il est possible de l'effectuer avec des processus parallèles. De ce fait, il peut être utile de définir cette méthode même quand l'exécution parallélisée n'est pas supportée.

```
Size
EstimateDSMForeignScan(ForeignScanState *node, ParallelContext *pcxt);
```

Estime la quantité de mémoire partagée dynamique requis pour une opération parallélisée. Cette valeur pourrait être supérieure à la quantité réellement utilisée mais elle ne peut pas être inférieure. La valeur renvoyée est en octets.

```
void
InitializeDSMForeignScan(ForeignScanState *node, ParallelContext *pcxt,
                           void *coordinate);
```

Initialise la mémoire partagée dynamique qui sera requise pour une opération parallélisée ; coordinate pointe vers un ensemble de mémoire allouée égale à la valeur de retour de `EstimateDSMForeignScan`.

```
void
InitializeWorkerForeignScan(ForeignScanState *node, shm_toc *toc,
                            void *coordinate);
```

Initialise un état personnalisé d'un processus parallèle suivant l'état partagé configuré dans le processus maître par `InitializeDSMForeignScan`. Ce callback est optionnel et n'est nécessaire que si le chemin personnalisé supporte une exécution parallélisée.

55.3. Fonctions d'aide pour les wrapper de données distantes

Plusieurs fonctions d'aide sont exportées à partir du cœur du serveur, pour que les auteurs de wrappers de données distantes puissent accéder facilement aux attributs des objets en relation avec les wrappers, comme par exemple les options d'un wrapper. Pour utiliser une de ces fonctions, vous avez besoin d'inclure le fichier en-tête `foreign/foreign.h` dans votre fichier source. Cet en-tête définit aussi les types de structures qui sont renvoyés par ces fonctions.

```
ForeignDataWrapper *
GetForeignDataWrapper(Oid fdwid);
```

Cette fonction renvoie un objet `ForeignDataWrapper` pour le wrapper de données distantes de l'OID spécifié. Un objet `ForeignDataWrapper` contient les propriétés du wrapper (voir `foreign/foreign.h` pour les détails).

```
ForeignServer *
GetForeignServer(Oid serverid);
```

Cette fonction renvoie un objet ForeignServer pour le serveur distant de l'OID donné. Un objet ForeignServer contient les propriétés du serveur (voir `foreign/foreign.h` pour les détails).

```
UserMapping *
 GetUserMapping(Oid userid, Oid serverid);
```

Cette fonction renvoie un objet UserMapping pour la correspondance utilisateur du rôle donné sur le serveur donné. (S'il n'existe pas de correspondance utilisateur, la fonction renvoie la correspondance pour PUBLIC ou une erreur si cette dernière n'existe pas non plus.) Un objet UserMapping contient les propriétés de la correspondance utilisateur (voir `foreign/foreign.h` pour les détails).

```
ForeignTable *
GetForeignTable(Oid relid);
```

Cette fonction renvoie un objet ForeignTable pour la table distante de l'OID donné. Un objet ForeignTable contient les propriétés de la table distante (voir `foreign/foreign.h` pour les détails).

```
List *
GetForeignColumnOptions(Oid relid, AttrNumber attnum);
```

Cette fonction renvoie les opérations du wrapper de données distantes par colonne pour l'OID de la table distante donnée et le numéro de l'attribut sous la forme d'une liste de DefElem. NIL est renvoyé sur la colonne n'a pas d'options.

Certains types d'objets ont des fonctions de recherche basées sur le nom en plus de celles basées sur l'OID :

```
ForeignDataWrapper *
GetForeignDataWrapperByName(const char *name, bool missing_ok);
```

Cette fonction renvoie un objet ForeignDataWrapper pour le wrapper de données distante du nom indiqué. Si le wrapper n'est pas trouvé, cette fonction renvoie NULL si `missing_ok` vaut true, et renvoie une erreur sinon.

```
ForeignServer *
GetForeignServerByName(const char *name, bool missing_ok);
```

Cette fonction renvoie un objet ForeignServer pour le serveur distant du nom donné. Si le serveur n'est pas trouvé, cette fonction renvoie NULL si `missing_ok` vaut true, et renvoie une erreur sinon.

55.4. Planification de la requête avec un wrapper de données distantes

Les fonctions d'appels d'un wrapper de données distantes, `GetForeignRelSize`, `GetForeignPaths`, `GetForeignPlan`, `PlanForeignModify`, `GetForeignJoinPaths`, `GetForeignUpperPaths` et `PlanDirectModify` doivent s'intégrer au fonctionnement du planificateur de PostgreSQL™. Voici quelques notes sur ce qu'elles doivent faire.

Les informations dans `root` et `baserel` peuvent être utilisées pour réduire la quantité d'informations qui doivent être récupérées sur la table distante (et donc réduire le coût) `baserel->baserestrictinfo` est tout particulièrement intéressant car il contient les qualificatifs de restriction (clauses WHERE) qui doivent être utilisées pour filtrer les lignes à récupérer. (Le wrapper lui-même n'est pas requis de respecter ces clauses car l'exécuteur du moteur peut les vérifier à sa place.) `baserel->reltargetlist` peut être utilisé pour déterminer les colonnes à récupérer ; mais notez qu'il liste seulement les colonnes qui doivent être émises par le nœud `ForeignScan`, et non pas les colonnes qui sont utilisées pour satisfaire l'évaluation des qualificatifs et non renvoyées par la requête.

Divers champs privés sont disponibles pour que les fonctions de planification du wrapper de données distantes conservent les in-

formations. Habituellement, tout ce que vous stockez dans les champs privées doit avoir été alloué avec la fonction `palloc`, pour que l'espace soit récupéré à la fin de la planification.

`baserel->fdw_private` est un pointeur void disponible pour que les fonctions de planification du wrapper y stockent des informations correspondant à la table distante spécifique. Le planificateur du moteur n'y touche pas sauf lors de son initialisation à `NULL` quand le noeud `RelOptInfo` est créé. Il est utile de passer des informations de `GetForeignRelSize` à `GetForeignPaths` et/ou `GetForeignPaths` à `GetForeignPlan`, évitant du coup un recalcul.

`GetForeignPaths` peut identifier la signification de chemins d'accès différents pour enregistrer des informations privées dans le champ `fdw_private` des noeuds `ForeignPath`. `fdw_private` est déclaré comme un pointeur `List` mais peut contenir réellement n'importe quoi car le planificateur du moteur n'y touche pas. Néanmoins, une bonne pratique est d'utiliser une représentation qui est affichable par `nodeToString`, pour son utilisation avec le support du débogage disponible dans le processus.

`GetForeignPlan` peut examiner le champ `fdw_private` du noeud `ForeignPath`, et peut générer les listes `fdw_exprs` et `fdw_private` à placer dans le noeud de plan `ForeignScan`, où elles seront disponibles au moment de l'exécution. Les deux listes doivent être représentées sous une forme que `copyObject` sait copier. La liste `fdw_private` n'a pas d'autres restrictions et n'est pas interprétée par le processus moteur. La liste `fdw_exprs`, si non `NULL`, devrait contenir les arbres d'expressions qui devront être exécutées. Ces arbres passeront par un post-traitement par le planificateur qui les rend complètement exécutables.

Dans `GetForeignPlan`, habituellement, la liste cible fournie peut être copiée dans le noeud du plan tel quel. La liste `scan_clauses` fournie contient les mêmes clauses que `baserel->baserestrictinfo` mais ces clauses pourraient être ré-ordonnées pour une meilleure efficacité à l'exécution. Dans les cas simples, le wrapper peut seulement supprimer les noeuds `RestrictInfo` de la liste `scan_clauses` (en utilisant `extract_actual_clauses`) et placer toutes les clauses dans la liste des qualificatifs du noeud. Cela signifie que toutes les clauses seront vérifiées par l'exécuteur au moment de l'exécution. Les wrappers les plus complexes peuvent être capables de vérifier certaines clauses en interne, auquel cas ces clauses peuvent être supprimées de la liste de qualificatifs du noeud du plan pour que le planificateur ne perde pas de temps à les vérifier de nouveau.

Comme exemple, le wrapper peut identifier certaines clauses de restriction de la forme `variable_distante = sous_expression`, qui, d'après lui, peut être exécuté sur le serveur distant en donnant la valeur évaluée localement de la `sous_expression`. L'identification réelle d'une telle clause doit survenir lors de l'exécution de `GetForeignPaths` car cela va affecter l'estimation du coût pour le chemin. Le champ `fdw_private` du chemin pourrait probablement inclure un pointeur vers le noeud `RestrictInfo` de la clause identifiée. Puis, `GetForeignPlan` pourrait supprimer cette clause de `scan_clauses` et ajouter la `sous_expression` à `fdw_exprs` pour s'assurer qu'elle soit convertie en une forme exécutable. Il pourrait aussi placer des informations de contrôle dans le champ `fdw_private` du noeud pour dire aux fonctions d'exécution ce qu'il faudra faire au moment de l'exécution. La requête transmise au serveur distant va impliquer quelque chose comme `WHERE variable_distante = $1`, avec la valeur du paramètre obtenu à l'exécution à partir de l'évaluation de l'arbre d'expression `fdw_exprs`.

Toutes les clauses enlevées de la liste des qualificatifs du noeud du plan doivent être à la place ajoutées à `fdw_recheck_quals` ou vérifiées à nouveau par `RecheckForeignScan` pour permettre un fonctionnement correct au niveau d'isolation `READ COMMITTED`. Lorsqu'une mise à jour concurrente survient pour une autre table concernée par la requête, l'exécuteur peut avoir besoin de vérifier que tous les qualificatifs originaux sont encore satisfais pour la ligne, éventuellement avec un ensemble différent de valeurs pour les paramètres. L'utilisation de `fdw_recheck_quals` est typiquement plus facile que de mettre en place les vérifications à l'intérieur de `RecheckForeignScan`, mais cette méthode sera insuffisante lorsque des jointures externes ont été poussées, dans la mesure où les lignes jointes dans ce cas peuvent avoir certaines colonnes à `NULL` sans rejeter la ligne entièrement.

Un autre champ `ForeignScan` qui peut être rempli par les FDW est `fdw_scan_tlist`, qui décrit les lignes renvoyées par le FDW pour ce noeud du plan. Pour les parcours simples de tables distantes, il peut être positionné à `NIL`, impliquant que les lignes renvoyées ont le type de ligne déclaré pour la table distante. Une valeur différente de `NIL` doit être une liste cible (liste de `TargetEntry`) contenant des variables et/ou expressions représentant les colonnes renvoyées. Ceci peut être utilisé, par exemple, pour montrer que le FDW a omis certaines colonnes qu'il a noté comme non nécessaire à la requête. Aussi, si le FDW peut calculer des expressions utilisées par la requête de manière moins coûteuse que localement, il pourrait ajouter ces expressions à `fdw_scan_tlist`. Notez que les plans de jointure (créés à partir des chemins construits par `GetForeignJoinPaths`) doivent toujours fournir `fdw_scand_tlist` pour décrire l'ensemble des colonnes qu'ils retourneront.

Le wrapper de données distantes devrait toujours construire au moins un chemin qui dépend seulement des clauses de restriction de la table. Dans les requêtes de jointure, il pourrait aussi choisir de construire des chemins qui dépendent des clauses de jointures. Par exemple, `variable_distante = variable_local`. De telles clauses ne se trouveront pas dans `baserel->baserestrictinfo` mais doivent être dans les listes de jointures des relations. Un chemin utilisant une telle clause est appelé un « parameterized path ». Il doit identifier les autres relations utilisées dans le(s) clause(s) de jointure sélectionnée(s) avec une valeur convenable pour `param_info` ; utilisez `get_baserel_parampathinfo` pour calculer cette valeur. Dans `GetForeignPlan`, la portion `local_variable` de la clause de jointure pourra être ajoutée à `fdw_exprs`, et ensuite à l'exécution, cela fonctionne de la même façon que pour une clause de restriction standard.

Si un FDW supporte les jointures distantes, `GetForeignJoinPaths` devrait produire `ForeignPath` pour les jointures distantes

potentielles essentiellement de la même manière que `GetForeignPaths` le fait pour les tables de base. L'information à propos de la jointure envisagée peut être passée à `GetForeignPlan` de la même manière que décrit ci-dessus. Cependant, `baserestrictinfo` n'est pas applicable pour les tables d'une jointure ; à la place, les clauses de jointure applicables pour une jointure particulière sont passées à `GetForeignJoinPaths` comme un paramètre séparé (`extra->restrictlist`).

Un FDW pourrait supporter en plus l'exécution directe de certaines actions d'un plan, qui sont au-dessus du niveau d'un parcours ou d'une jointure, comme par exemple un regroupement ou un agrégat. Pour proposer ce genre d'options, le FDW doit générer des chemins et les insérer dans la *relation de niveau supérieur* appropriée. Par exemple, un chemin représentant un agrégat distant doit être inséré dans la relation `UPPERREL_GROUP_AGG`, en utilisant `add_path`. Ce chemin sera comparé suivant son coût et celui d'un agrégat local réalisé en lisant un chemin de parcours simple de la relation externe (notez qu'un tel chemin doit aussi être fourni... dans le cas contraire, une erreur est renvoyée lors de l'optimisation). Si le chemin de l'agrégat distant gagne (ce qui sera généralement le cas), il sera converti en un plan standard en appelant `GetForeignPlan`. L'endroit recommandé pour générer de tels chemins est dans la fonction callback `GetForeignUpperPaths`, qui est appelée pour chaque relation supérieure (autrement dit, chaque étape de traitement post-parcours/jointure) si toutes les relations de base de la requête viennent du même FDW.

`PlanForeignModify` et les autres callbacks décrits dans Section 55.2.4, « Routines FDW pour la mise à jour des tables distantes » sont conçus autour de la supposition que la relation externe sera parcourue de la façon standard et qu'ensuite, les mises à jour individuelles de lignes seront réalisées par un nœud local `ModifyTable`. Cette approche est nécessaire dans le cas général où une mise à jour nécessite de lire des tables locales ainsi que des tables externes. Néanmoins, si l'opération pouvoit être exécutée entièrement par le serveur distant, le FDW pourrait générer un plan représentant cela et l'insérer dans la relation de niveau supérieur `UPPERREL_FINAL`, où il serait comparé avec l'approche `ModifyTable`. Cette approche pourrait être utilisée pour implémenter un `SELECT FOR UPDATE` distant, plutôt que d'utiliser les callbacks de verrouillage de ligne décrits dans Section 55.2.5, « Routines FDW pour le verrouillage des lignes ». Gardez à l'esprit qu'un chemin inséré dans `UPPERREL_FINAL` est responsable de l'implémentation de *tout* le comportement de cette requête.

Lors de la planification d'un `UPDATE` ou d'un `DELETE`, `PlanForeignModify` et `PlanDirectModify` peuvent rechercher la structure `RelOptInfo` pour la table distante et utiliser la donnée `baserel->fdw_private` créée précédemment par les fonctions de planification de parcours. Néanmoins, pour un `INSERT`, la table cible n'est pas parcourue, donc il n'existe aucun `RelOptInfo` pour elle. La structure `List` renvoyée par `PlanForeignModify` a les mêmes restrictions que la liste `fdw_private` d'un nœud de plan `ForeignScan`, c'est-à-dire qu'elle doit contenir seulement les structures que `copyObject` sait copier.

Une commande `INSERT` avec une clause `ON CONFLICT` ne supporte pas la spécification d'une cible de conflit, dans la mesure où les contraintes uniques ou les contraintes d'exclusion sur les tables distantes ne sont pas localement connues. Ceci entraîne également que `ON CONFLICT DO UPDATE` n'est pas supporté car la spécification est obligatoire ici.

55.5. Le verrouillage de ligne dans les wrappers de données distantes

Si le mécanisme de stockage sous-jacent à un FDW a un concept de verrouillage individuel des lignes pour prévenir des mises à jour concurrentes de ces lignes, il est généralement intéressant pour le FDW d'effectuer des verrouillages de niveau ligne avec une approximation aussi proche que possible de la sémantique utilisée pour les tables ordinaires de PostgreSQL™. Ceci implique de multiples considérations.

Une décision clef à prendre est si il vaut mieux effectuer un *verrouillage précoce* ou un *verrouillage tardif*. Dans le verrouillage précoce, une ligne est verrouillée lorsqu'elle est récupérée pour la première fois à partir du stockage sous-jacent, alors qu'avec le verrouillage tardif, la ligne est verrouillée seulement lorsque le besoin est connu et nécessaire. (La différence survient parce que certaines lignes peuvent être abandonnées par des restrictions vérifiées localement ou des conditions de jointure.) Le verrouillage précoce est beaucoup plus simple et évite des allers-retours supplémentaires vers le stockage distant, mais il peut entraîner des verrouillages de lignes qui n'auraient pas eu besoin de l'être, résultant en une réduction de la concurrence voire même des deadlocks inattendus. De plus, le verrouillage tardif n'est possible seulement que si la ligne à verrouiller peut être identifiée de manière unique à nouveau plus tard. Idéalement, l'identifiant de ligne devrait identifier une version spécifique de la ligne, comme les TID de PostgreSQL™ le font.

Par défaut, PostgreSQL™ ignore les considérations de verrouillage lorsqu'il s'interface avec les FDW, mais un FDW peut effectuer un verrouillage précoce sans un support explicite du code du serveur principal. Les fonctions de l'API décrites dans le Section 55.2.5, « Routines FDW pour le verrouillage des lignes », qui ont été ajoutées dans la version 9.5 de PostgreSQL™, autorise un FDW à utiliser un verrouillage tardif si il le désire.

Une considération supplémentaire est que dans le niveau d'isolation `READ COMMITTED`, PostgreSQL™ peut avoir besoin de vérifier à nouveau les restrictions et conditions de jointures avec une version mise à jour de certaines lignes. Vérifier à nouveau des conditions de jointure requiert d'obtenir à nouveau des copies des lignes non ciblées qui étaient auparavant jointes à la ligne cible. En travaillant avec des tables standards PostgreSQL™, ceci est effectué en incluant les TID des tables non ciblées dans la liste des colonnes projetées via la jointure, puis en récupérant à nouveau les lignes non ciblées si nécessaire. Cette approche maintient l'ensemble des données jointes compact, mais il demande une capacité peu coûteuse de récupération à nouveau, ainsi qu'un TID qui peut identifier de manière unique la version de la ligne à récupérer à nouveau. Par défaut, donc, l'approche utilisée avec les

tables distantes est d'inclure une copie de la ligne entière récupérée dans la liste de colonnes projetée via la jointure. Ceci n'impose rien au FDW mais peut entraîner des performances réduites des jointures par fusion ou hachage. Un FDW qui remplit les conditions pour récupérer à nouveau peut choisir de le faire.

Pour une commande **UPDATE** ou **DELETE** sur une table distante, il est recommandé que l'opération de ForeignScan sur la table cible effectue un verrouillage précoce sur les lignes qu'elle récupère, peut-être via un équivalent de la commande **SELECT FOR UPDATE**. Un FDW peut détecter si une table est la cible d'une commande **UPDATE/DELETE** lors de la planification en comparant son relid à root->parse->resultRelation, ou lors de l'exécution en utilisant la fonction ExecRelation::IsTargetRelation(). Une possibilité alternative est d'effectuer un verrouillage tardif à l'intérieur des fonctions callback ExecForeignUpdate ou ExecForeignDelete, mais aucun support spécial n'est fourni pour cela.

Pour les tables distantes qui sont verrouillées par une commande **SELECT FOR UPDATE/SHARE**, l'opération ForeignScan peut encore effectuer un verrouillage précoce en récupérant des lignes avec l'équivalent de la commande **SELECT FOR UPDATE/SHARE**. Pour effectuer à la place un verrouillage tardif, fournissez les fonctions callback définies à Section 55.2.5, « Routines FDW pour le verrouillage des lignes ». Dans GetForeignRowMarkType, sélectionnez l'option rowmark ROW_MARK_EXCLUSIVE, ROW_MARK_NOKEYEXCLUSIVE, ROW_MARK_SHARE ou ROW_MARK_KEYSHARE en fonction de la force du verrouillage demandé. (Le code du serveur principal agira de la même manière indépendamment de l'option choisie parmi ces quatres options.) Ailleurs, vous pouvez détecter si une table distante a été verrouillée par ce type de commandes en utilisant la fonction get_plan_rowmark lors de la planification ou la fonction ExecFindRowMark lors de l'exécution ; vous devez vérifier non seulement si une structure rowmark non nulle est renvoyée, mais également que son champ *strength* n'est pas égal à LCS_NONE.

Enfin, pour les tables distantes qui sont utilisées dans une commande **UPDATE**, **DELETE** ou **SELECT FOR UPDATE/SHARE** sans demande de verrouillage de ligne, vous pouvez passer outre le choix par défaut de copier les lignes entières dans la fonction GetForeignRowMarkType en sélectionnant l'option ROW_MARK_REFERENCE lorsqu'elle voit comme valeur de puissance de verrouillage LCS_NONE. Ceci aura pour conséquence d'appeler RefetchForeignRow avec cette valeur pour le champ *markType* ; elle devrait alors récupérer à nouveau la ligne sans prendre aucun nouveau verrouillage. (Si vous avez une fonction GetForeignRowMarkType mais ne souhaitez pas récupérer à nouveau des lignes non verrouillées, sélectionnez l'option ROW_MARK_COPY pour LCS_NONE.)

Voir les commentaires dans `src/include/nodes/lockoptions.h`, pour RowMarkType et dans `src/include/nodes/plannodes.h` pour PlanRowMark, et les commentaires pour ExecRowMark dans `src/include/nodes/execnodes.h` pour des informations complémentaires.

Chapitre 56. Écrire une méthode d'échantillonnage de table

L'implémentation de la clause `TABLESAMPLE` de PostgreSQL™ supporte l'utilisation de méthodes personnalisées d'échantillonnage de table, en plus des méthodes `BERNOULLI` et `SYSTEM` qui sont requises par le standard SQL. La méthode d'échantillonnage détermine les lignes de la table sélectionnées lorsque la clause `TABLESAMPLE` est utilisée.

Au niveau SQL, une méthode d'échantillonnage de table est représentée par une simple fonction, classiquement implémentée en C, et qui a la signature suivante :

```
method_name(internal) RETURNS tsm_handler
```

Le nom de la fonction est le même que le nom de la méthode apparaissant dans la clause `TABLESAMPLE`. L'argument `internal` est factice (il a toujours une valeur de zéro) qui sert uniquement à interdire que cette fonction soit appelée directement à partir d'une commande SQL. Le résultat de cette fonction doit être une structure allouée avec `malloc` de type `TsmRoutine`, qui contient des pointeurs de fonction supportant la méthode d'échantillonnage. Ces fonctions sont des fonctions C pleines et entières qui ne sont ni visibles ni appellables au niveau SQL. Les fonctions de support sont décrites dans le Section 56.1, « Fonctions de support d'une méthode d'échantillonnage ».

En plus des pointeurs de fonction, la structure `TsmRoutine` doit fournir ces champs additionnels :

```
List *parameterTypes
```

Il s'agit d'une liste d'`OID` contenant les `OID` des types de données du ou des paramètre(s) qui seront acceptés par la clause `TABLESAMPLE` lorsque cette méthode d'échantillonnage sera utilisée. Par exemple, pour les méthodes incluses, cette liste contient un simple élément avec la valeur `FLOAT4OID`, qui représente le pourcentage d'échantillonnage. Les méthodes d'échantillonnage personnalisées peuvent avoir des paramètres en plus ou différents.

```
bool repeatable_across_queries
```

Si `true`, la méthode d'échantillonnage peut renvoyer des échantillons identiques pour des requêtes successives, si les mêmes paramètres et la valeur de graine de la clause `REPEATABLE` sont fournis à chaque fois et que le contenu de la table n'a pas changé. Lorsque positionné à `false`, la clause `REPEATABLE` n'est pas acceptée comme valable pour la méthode d'échantillonnage.

```
bool repeatable_across_scans
```

Si `true`, la méthode d'échantillonnage peut renvoyer des échantillons identiques pour des parcours successifs dans la même requête (en supposant des paramètres, une graine et une image de la base inchangés). Lorsque positionné à `false`, le planificateur ne sélectionnera pas des plans qui requièrent de parcourir la table échantillonnée plus d'une fois, dans la mesure où ceci pourrait entraîner des résultats de sortie incohérents.

La structure `TsmRoutine` est déclarée dans le fichier `src/include/access/tsmapi.h`, auquel il convient de se référer pour des détails supplémentaires.

Les méthodes d'échantillonnage de table incluses dans la distribution standard sont de bonnes références pour écrire la vôtre. Jeter un œil dans le répertoire `src/backend/access/tablesample` de l'arbre des sources pour les méthodes incluses, et dans le répertoire `contrib` pour des méthodes additionnelles.

56.1. Fonctions de support d'une méthode d'échantillonnage

La fonction du gestionnaire TSM renvoie une structure `TsmRoutine` allouée avec `malloc` contenant des pointeurs vers les fonctions de support décrites ci-dessous. La plupart des fonctions sont obligatoires, mais certaines sont optionnelles, et leurs pointeurs peuvent être `NULL`.

```
void
SampleScanGetSampleSize (PlannerInfo *root,
                        RelOptInfo *baserel,
                        List *paramexprs,
                        BlockNumber *pages,
                        double *tuples);
```

Cette fonction est appelée durant la planification. Elle doit estimée le nombre de pages de la relation qui seront lues lors d'un simple parcours, et le nombre de lignes qui seront sélectionnées lors du parcours. (Par exemple, cela pourrait être déterminé en estimant la fraction échantillonnée, puis en multipliant `baserel->pages` et `baserel->tuples` par ce chiffre, après s'être

assuré d'avoir arrondi ces chiffres à des valeurs entières.) La liste `paramexprs` contient les expressions qui sont les paramètres de la clause `TABLESAMPLE`. Il est recommandé d'utiliser la fonction `estimate_expression_value` pour essayer de réduire ces expressions à des constantes, si leurs valeurs sont nécessaires pour les besoins de l'estimation ; mais la fonction doit renvoyer les estimations des tailles même si elles ne peuvent être réduites, et elle ne devrait pas échouer même si les valeurs apparaissent invalides (rappelez-vous qu'il s'agit uniquement d'une estimation de valeurs futures à l'exécution). Les paramètres `pages` et `tuples` sont les valeurs de sorties.

```
void
InitSampleScan (SampleScanState *node,
                int eflags);
```

Initialise pour l'exécution d'un nœud du plan `SampleScan`. La fonction est appelée au démarrage de l'exécuteur. Elle devrait effectuer toutes les initialisations nécessaires avant que le traitement ne puisse commencer. Le nœud `SampleScanState` a déjà été créé, mais son champ `tsm_state` est `NULL`. La fonction peut allouer via `malloc` les données internes d'état nécessaires à la fonction d'échantillonnage, et enregistrer un pointeur dans `node->tsm_state`. Des informations à propos de la table à parcourir sont accessibles via d'autres champs du nœud `SampleScanState` (mais veuillez noter que le descripteur du parcours `node->ss.ss_currentScanDesc` n'est pas encore positionné à ce stade). `eflags` contient un ensemble de bits décrivant le mode opératoire de l'exécuteur pour ce nœud du plan.

Lorsque (`eflags & EXEC_FLAG_EXPLAIN_ONLY`) est true, le parcours ne sera pas encore effectué. Dans ce cas, cette fonction devrait effectuer uniquement le minimum requis pour mettre dans un état valide le nœud pour la commande `EXPLAIN` et la fonction `EndSampleScan`.

Cette fonction est optionnelle (positionnez alors le pointeur sur `NULL`), auquel cas la fonction `BeginSampleScan` doit effectuer toutes les initialisations nécessaires à la méthode d'échantillonnage.

```
void
BeginSampleScan (SampleScanState *node,
                  Datum *params,
                  int nparms,
                  uint32 seed);
```

Débute l'exécution d'un parcours d'échantillonnage. Cette fonction est appelée juste avant la première tentative de récupération d'une ligne, et peut être appelée à nouveau si le parcours a besoin d'être relancé. Des informations sur la table à parcourir sont accessibles via les champs de la structure du nœud `SampleScanState` (mais notez que le descripteur du parcours `node->ss.ss_currentScanDesc` n'est pas encore positionné à ce stade). Le tableau `params`, de longueur `nparms`, contient les valeurs des paramètres indiqués dans la clause `TABLESAMPLE`. Ces paramètres seront en nombre et de types spécifiés par la méthode d'échantillonnage dans la liste `parameterTypes`, et ont été vérifiés comme n'étant pas null. `seed` contient une graine à usage de la méthode d'échantillonnage pour générer des nombres aléatoires ; il s'agit d'un hash dérivé de la valeur de la clause `REPEATABLE` si fournie, ou du résultat de la fonction `random()` dans le cas contraire.

Cette fonction peut ajuster les champs `node->use_bulkread` et `node->use_pagemode`. Si `node->use_bulkread` est true, ce qui est le cas par défaut, le parcours utilisera une stratégie d'accès aux tampons mémoires qui encourage le recyclage des tampons après usage. Il peut être raisonnable de mettre cette valeur à `false` si le parcours doit visiter seulement une petite fraction des pages de la table. Si `node->use_pagemode` est `true`, ce qui est la valeur par défaut, le parcours effectuera une vérification de la visibilité avec un unique passage pour l'ensemble des lignes composant chaque page visitée. Il peut être raisonnable de mettre cette valeur à `false` si le parcours doit sélectionner seulement une petite fraction des lignes de chaque page visitée. Ceci aura pour conséquence un nombre moindre de vérifications de visibilité effectuées, mais chacune sera plus coûteuse car elle demandera plus de verrouillages.

Si la méthode d'échantillonnage est marquée comme `repeatable_across_scans`, elle doit être capable de sélectionner le même ensemble de lignes lors d'un parcours relancé à nouveau comme elle l'a fait à l'origine, c'est-à-dire qu'un nouvel appel à la fonction `BeginSampleScan` doit engendrer la sélection des mêmes lignes que précédemment (dans la mesure où les paramètres de la clause `TABLESAMPLE` et la graine ne changent pas).

```
BlockNumber
NextSampleBlock (SampleScanState *node);
```

Renvoie le numéro du bloc de la page suivante à parcourir, ou `InvalidBlockNumber` si il n'y a plus de pages à parcourir.

Cette fonction peut être omise (mettez le pointeur à la valeur `NULL`), auquel cas le code du serveur effectuera un parcours séquentiel de l'ensemble de la relation. Un tel parcours peut utiliser un parcours synchronisé, aussi la méthode d'échantillonnage ne peut pas supposer que les pages de la relation sont visitées dans le même ordre à chaque parcours.

```
OffsetNumber  
NextSampleTuple (SampleScanState *node,  
                 BlockNumber blockno,  
                 OffsetNumber maxoffset);
```

Renvoie le décalage de la ligne suivante à échantillonner sur la page spécifiée, ou `InvalidOffsetNumber` si il n'y a plus de lignes à échantillonner. `maxoffset` est le décalage le plus grand utilisé sur la page.



Note

Il n'est pas explicitement indiqué à la fonction `NextSampleTuple` les décalages dans l'intervalle `1 .. maxoffset` qui contiennent des lignes valides. Ce n'est normalement pas un problème dans la mesure où le code du serveur ignore les requêtes pour échantillonner des lignes manquantes ou non visibles ; ceci ne devrait pas entraîner de biais dans l'échantillon. Cependant, si nécessaire, la fonction peut examiner `node->ss.ss_currentScanDesc->rs_vistuples[]` pour identifier les lignes valides et visibles. (Ceci requiert que `node->use_pagemode` soit `true`.)



Note

La fonction `NextSampleTuple` ne doit *pas* assumer que `blockno` est le même numéro de page que celui renvoyé par le plus récent appel à la fonction `NextSampleBlock`. Le numéro a été renvoyé par un précédent appel à la fonction `NextSampleBlock`, mais le code du serveur est autorisé à appeler `NextSampleBlock` en amont du parcours des pages, pour rendre possible la récupération en avance. Il est acceptable d'assumer qu'une fois le parcours d'une page débuté, les appels successifs à la fonction `NextSampleTuple` se réfèrent tous à la même page jusqu'à ce que `InvalidOffsetNumber` soit retourné.

```
void  
EndSampleScan (SampleScanState *node);
```

Termine le parcours et libère les ressources. Il n'est normalement pas important de libérer la mémoire allouée via `palloc`, mais toutes les ressources visibles à l'extérieur doivent être nettoyées. Cette fonction peut être omise (positionnez le pointeur sur la valeur `NULL`) dans la plupart des cas où de telles ressources n'existent pas.

Chapitre 57. Écrire un module de parcours personnalisé

PostgreSQL™ supporte un ensemble de fonctionnalités expérimentales destinées à permettre à des modules d'extension d'ajouter de nouveaux types de parcours au système. Contrairement aux wrapper de données distantes, qui sont seulement en charge de savoir comment parcourir leurs propres tables distantes, un module de parcours personnalisé peut fournir une méthode alternative de parcours de n'importe quelle relation du système. Typiquement, la motivation pour écrire un module de parcours personnalisé serait d'utiliser des optimisations non supportées par le système de base, telles que la mise en cache ou certaines formes d'accélération matérielles. Ce chapitre décrit les grandes lignes de l'écriture d'un nouveau module de parcours personnalisé.

Développer un nouveau type de parcours personnalisé est un processus en trois étapes. Premièrement, lors de la planification, il est nécessaire de générer des chemins d'accès représentant un parcours utilisant la stratégie proposée. Deuxièmement, si l'un de ces chemins d'accès est sélectionné par le planificateur comme la stratégie optimale pour parcourir une relation particulière, le chemin d'accès doit être converti en plan. Finalement, il doit être possible d'exécuter le plan et de générer le même résultat qui aurait été généré pour tous les autres chemins d'accès visant la même relation.

57.1. Créer des parcours de chemin personnalisés

Un module de parcours personnalisé ajoutera classiquement des chemins pour une relation de base en mettant en place le hook suivant, qui est appelé après que le code de base ait généré ce qu'il pense être l'ensemble complet et correct des chemins d'accès pour la relation.

```
typedef void (*set_rel_pathlist_hook_type) (PlannerInfo *root,
                                             RelOptInfo *rel,
                                             Index rti,
                                             RangeTblEntry *rte);
extern PGDLLIMPORT set_rel_pathlist_hook_type set_rel_pathlist_hook;
```

Bien que cette fonction puisse être utilisée pour examiner, modifier ou supprimer des chemins générés par le système de base, un module de parcours personnalisé se limitera généralement lui-même à générer des objets CustomPath et à les ajouter à `rel` en utilisant la fonction `add_path`. Le module de parcours personnalisé a la charge d'initialiser l'objet CustomPath, qui est déclaré comme suit :

```
typedef struct CustomPath
{
    Path      path;
    uint32   flags;
    List     *custom_paths;
    List     *custom_private;
    const CustomPathMethods *methods;
} CustomPath;
```

`path` doit être initialisé comme pour tous les autres chemins, y compris l'estimation du nombre de lignes, le coût de départ et le coût total, et l'ordre de tri fourni par ce chemin. `flags` est un masque de bits, qui devrait inclure `CUSTOM_PATH_SUPPORT_BACKWARD_SCAN` si le chemin personnalisé supporte le parcours inverse et `CUSTOM_PATH_SUPPORT_MARK_RESTORE` si il peut supporter le marquage et la restauration. Les deux fonctionnalités sont optionnelles. Une liste optionnelle `custom_paths` est une liste de nœuds `Path` utilisés par ce nœud de chemin personnalisé ; ils seront transformés en nœuds `Plan` par le planificateur. `custom_private` peut être utilisé pour stocker les données privées du chemin personnalisé. Les données privées devraient être stockées dans une forme qui puisse être traitée par `nodeToString`, de telle manière que les routines de débogage qui essaient d'imprimer le chemin personnalisé fonctionnent comme prévu. `methods` doit pointer vers un objet (généralement alloué statiquement) implémentant les méthodes obligatoires d'un chemin personnalisé. Pour l'instant, il n'y en a qu'une. Les champs `LibraryName` et `SymbolName` doivent aussi être initialisés pour que le chargeur dynamique puisse les résoudre pour situer la table de méthode.

Un module de parcours personnalisé peut également fournir des chemins de jointure. De la même manière que pour les relations de base, un tel chemin doit produire la même sortie qui serait normalement produite par la jointure qu'il remplace. Pour réaliser ceci, le module de jointure devrait mettre en place le hook suivant, puis, à l'intérieur de cette fonction, créer un ou des chemins `CustomPath` pour la relation de jointure.

```
typedef void (*set_join_pathlist_hook_type) (PlannerInfo *root,
```

```

RelOptInfo *joinrel,
RelOptInfo *outerrel,
RelOptInfo *innerrel,
JoinType jointype,
JoinPathExtraData *extra);
extern PGDLLIMPORT set_join_pathlist_hook_type set_join_pathlist_hook;

```

Cette fonction sera appelée de manière répétée pour la même relation de jointure, avec différentes combinaisons de relations internes ou externes ; la fonction a la charge de minimiser la duplication des travaux.

57.1.1. Fonctions callbacks d'un parcours de chemin personnalisé

```

Plan *(*PlanCustomPath) (PlannerInfo *root,
                          RelOptInfo *rel,
                          CustomPath *best_path,
                          List *tlist,
                          List *clauses,
                          List *custom_plans);

```

Convertit un chemin personnalisé en un plan finalisé. La valeur de retour sera généralement un objet CustomScan, que la fonction callback doit alloué et initialisé. Voir Section 57.2, « Crée des parcours de plans personnalisés » pour plus de détails.

57.2. Crée des parcours de plans personnalisés

Un parcours personnalisé est représenté dans un arbre de plans finalisé en utilisant la structure suivante :

```

typedef struct CustomScan
{
    Scan      scan;
    uint32   flags;
    List     *custom_plans;
    List     *custom_exprs;
    List     *custom_private;
    List     *custom_scan_tlist;
    Bitmapset *custom_relids;
    const CustomScanMethods *methods;
} CustomScan;

```

scan doit être initialisé comme pour tous les autres parcours, y compris le coût estimé, les listes cibles, les qualifications, et ainsi de suite. *flags* est un masque de bits avec la même signification que dans CustomPath. *custom_plans* peut être utilisé pour stocker des nœuds enfants de type Plan. *custom_exprs* devrait être utilisé pour stocker des arbres d'expressions qui devront être corrigés par *setrefs.c* et *subselect.c*, tandis que *custom_private* devrait être utilisé pour stocker d'autres données privées qui sont seulement utilisées par le module de parcours personnalisé lui-même. *custom_scan_tlist* peut être à NIL lors du parcours d'une relation de base, indiquant que le parcours personnalisé renvoie des lignes parcourues qui correspondent au type des lignes de la relation de base. Dans le cas contraire, il s'agit d'une liste de cibles décrivant les lignes actuellement parcourues. *custom_scan_tlist* devrait être fourni pour les jointures, et peut être fourni pour les parcours dont le module de parcours personnalisé peut calculer certaines expressions non variables. *custom_relids* est positionné par le code du serveur sur l'ensemble des relations (index de l'ensemble des tables) que ce nœud de parcours gère ; sauf lorsque ce parcours remplace une jointure, il aura alors un seul membre. *methods* doit pointer sur un objet (généralement alloué statiquement) implémentant les méthodes requises d'un parcours personnalisé, lesquelles sont détaillées ci-dessous.

Lorsqu'un CustomScan parcourt une simple relation, *scan.scanrelid* doit être l'index dans l'ensemble des tables de la table à parcourir. Lorsqu'il remplace une jointure, *scan.scanrelid* devrait être à zéro.

Les arbres de plan doivent pouvoir être dupliqués en utilisant la fonction *copyObject*, aussi les données stockées dans les champs « custom » doivent consister en des nœuds que cette fonction peut gérer. De plus, les modules de parcours personnalisés ne peuvent pas substituer une structure plus large qui incorporerait une structure de type CustomScan, comme il est possible pour les structures CustomPath ou CustomScanState.

57.2.1. Fonctions callbacks d'un plan de parcours personnalisé

```

Node *(*CreateCustomScanState) (CustomScan *cscan);

```

Alloue une structure CustomScanState pour ce CustomScan. L'allocation actuelle sera souvent plus grande que requis pour une

structure ordinaire `CustomScanState` car beaucoup de modules voudront incorporer celui-ci comme le premier champ d'une structure plus large. La valeur renvoyée doit avoir la marque du nœud et le champ `methods` positionnés correctement, les autres champs devraient être laissés à zéro à ce stade ; après que la fonction `ExecInitCustomScan` ait effectué une initialisation basique, la fonction `BeginCustomScan` sera appelée pour permettre au module de parcours personnalisé d'effectuer ce qu'il a besoin de faire.

57.3. Exécution de parcours personnalisés

Lorsqu'un `CustomScan` est exécuté, l'état de son exécution est représenté par un `CustomScanState`, qui est déclaré comme suit :

```
typedef struct CustomScanState
{
    ScanState ss;
    uint32 flags;
    const CustomExecMethods *methods;
} CustomScanState;
```

`ss` est initialisé comme tous les autres états de parcours, sauf que si le parcours est pour une jointure plutôt qu'une relation, `ss.ss_currentRelation` est laissé à `NULL`. `flags` est un masque de bits avec la même signification que dans `CustomPath` et `CustomScan`. `methods` doit pointer vers un objet (généralement alloué statiquement) implémentant les méthodes requises d'un état de parcours personnalisé, qui sont détaillées ci-dessous. Typiquement, une structure `CustomScanState`, qui n'a pas besoin de supporter la fonction `copyObject`, sera actuellement une structure plus grande incorporant la structure ci-dessus comme premier membre.

57.3.1. Fonction callbacks d'exécution d'un parcours personnalisé

```
void (*BeginCustomScan) (CustomScanState *node,
                        Estate *estate,
                        int eflags);
```

Complète l'initialisation de la structure `CustomScanState`. Les champs standards ont été initialisés par la fonction `ExecInitCustomScan`, mais tous les champs privés devraient être initialisés ici.

```
TupleTableSlot *(*ExecCustomScan) (CustomScanState *node);
```

Récupère la ligne suivante du parcours. Si il existe des lignes restantes, la fonction devrait remplir `pg_ResultTupleSlot` avec la ligne suivante dans le sens actuel du parcours, puis renvoyer le slot de la ligne. Dans le cas contraire, `NULL` ou un slot vide devrait être renvoyé.

```
void (*EndCustomScan) (CustomScanState *node);
```

Nettoie les données privées associées avec le `CustomScanState`. Cette méthode est obligatoire, mais elle n'a pas besoin de faire quoi que ce soit si il n'y a pas de données associées ou des données qui seront nettoyées automatiquement.

```
void (*ReScanCustomScan) (CustomScanState *node);
```

Repositionne au début le parcours en cours et prépare à parcourir de nouveau la relation.

```
void (*MarkPosCustomScan) (CustomScanState *node);
```

Enregistre la position du parcours courant de telle manière qu'elle puisse être restaurée par la fonction callback `RestrPosCustomScan`. Cette fonction callback est facultative, et n'a besoin d'être fournie que si le drapeau `CUSTOMPATH_SUPPORT_MARK_RESTORE` est positionné.

```
void (*RestrPosCustomScan) (CustomScanState *node);
```

Restaure la position précédente du parcours telle que sauvegardée par la fonction `MarkPosCustomScan`. Cette fonction callback est facultative, et n'a besoin d'être fournie que si le drapeau `CUSTOMPATH_SUPPORT_MARK_RESTORE` est positionné.

```
Size (*EstimateDSMCustomScan) (CustomScanState *node,  
                                ParallelContext *pcxt);
```

Estime la quantité de mémoire partagée dynamique qui sera requise pour l'opération parallélisée. Elle pourrait être plus importante que la quantité réellement utilisée, mais elle ne doit pas être moindre. La valeur en retour est en octets. Cette fonction est optionnelle. Elle n'est nécessaire que si ce type de parcours supporte une exécution parallélisée.

```
void (*InitializeDSMCustomScan) (CustomScanState *node,  
                                 ParallelContext *pcxt,  
                                 void *coordinate);
```

Initialise la mémoire partagée dynamique requise pour une opération parallélisée. L'argument coordinate pointe vers partie d'espace allouée égale à la valeur en retour de EstimateDSMCustomScan. Cette fonction est optionnelle. Elle n'est nécessaire que si ce type de parcours supporte une exécution parallélisée.

```
void (*InitializeWorkerCustomScan) (CustomScanState *node,  
                                   shm_toc *toc,  
                                   void *coordinate);
```

Initialise un état personnalisé d'un processus en parallèle basé sur la configuration de l'état partagée dans le processus principal par InitializeDSMCustomScan. Cette fonction est optionnelle. Elle n'est nécessaire que si ce type de parcours supporte une exécution parallélisée.

```
void (*ExplainCustomScan) (CustomScanState *node,  
                           List *ancestors,  
                           ExplainState *es);
```

Envoie sur la sortie des informations additionnelles pour la commande **EXPLAIN** d'un nœud du plan d'un parcours personnalisé. Cette fonction est facultative. Les données communes enregistrées dans la structure ScanState, tel que la liste des cibles et la relation parcourue, seront montrées même sans cette fonction callback, mais la fonction permet l'affichage d'états additionnels, privés.

Chapitre 58. Optimiseur génétique de requêtes (*Genetic Query Optimizer*)



Auteur

Écrit par Martin Utesch (<utesch@aut.tu-freiberg.de>) de l'Institut de Contrôle Automatique à l'Université des Mines et de Technologie de Freiberg, en Allemagne.

58.1. Gérer les requêtes, un problème d'optimisation complexe

De tous les opérateurs relationnels, le plus difficile à exécuter et à optimiser est la jointure (*join*). Le nombre de plans de requêtes possibles croît exponentiellement avec le nombre de jointures de la requête. Un effort supplémentaire d'optimisation est nécessaire par le support de différentes *méthodes de jointure* (boucles imbriquées, jointures de hachage, jointures de fusion...) pour exécuter des jointures individuelles et différents *index* (B-tree, hash, GiST et GIN...) pour accéder aux relations.

L'optimiseur standard de requêtes pour PostgreSQL™ réalise une *recherche quasi-exhaustive* sur l'ensemble des stratégies alternatives. Cet algorithme, introduit à l'origine dans la base de données System R d'IBM, produit un ordre de jointure quasi-optimal mais peut occuper beaucoup de temps et de mémoire à mesure que le nombre de jointures d'une requête augmente. L'optimiseur ordinaire de requêtes de PostgreSQL™ devient donc inapproprié pour les requêtes qui joignent un grand nombre de tables.

L'Institut de Contrôle Automatique de l'Université des Mines et de Technologie basé à Freiberg, en Allemagne, a rencontré des difficultés lorsqu'il s'est agi d'utiliser PostgreSQL™ comme moteur d'un système d'aide à la décision reposant sur une base de connaissance utilisé pour la maintenance d'une grille de courant électrique. Le SGBD devait gérer des requêtes à nombreuses jointures pour la machine d'inférence de la base de connaissances. Le nombre de jointures de ces requêtes empêchait l'utilisation de l'optimiseur de requête standard.

La suite du document décrit le codage d'un *algorithme génétique* de résolution de l'ordonnancement des jointures qui soit efficace pour les requêtes à jointures nombreuses.

58.2. Algorithmes génétiques

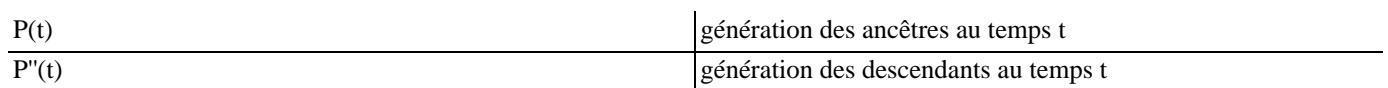
L'algorithme génétique (GA) est une méthode d'optimisation heuristique qui opère par recherches aléatoires. L'ensemble des solutions possibles au problème d'optimisation est considéré comme une *population d'individus*. Le degré d'adaptation d'un individu à son environnement est indiqué par sa *valeur d'adaptation* (*fitness*).

Les coordonnées d'un individu dans l'espace de recherche sont représentées par des *chromosomes*, en fait un ensemble de chaînes de caractères. Un *gène* est une sous-section de chromosome qui code la valeur d'un paramètre simple en cours d'optimisation. Les codages habituels d'un gène sont *binary* ou *integer*.

La simulation des opérations d'évolution (*recombinaison, mutation et sélection*) permet de trouver de nouvelles générations de points de recherche qui présentent une meilleure adaptation moyenne que leurs ancêtres.

Selon la FAQ de comp.ai.genetic, on ne peut pas réellement affirmer qu'un GA n'est pas purement une recherche aléatoire. Un GA utilise des processus stochastiques, mais le résultat est assurément non-aléatoire (il est mieux qu'aléatoire).

Figure 58.1. Diagramme structuré d'un algorithme génétique



```
+=====+
|>>>>>>>> Algorithme GA <<<<<<<<<|
+=====+
| INITIALISE t := 0 |
+=====+
| INITIALISE P(t) |
+=====+
| évalue ADAPTATION de P(t) |
+=====+
```

```

tant que pas CRITERE ARRET faire
+-----+
| P'(t) := RECOMBINAISON{P(t)}
+-----+
| P''(t) := MUTATION{P'(t)}
+-----+
| P(t+1) := SELECTION{P''(t) + P(t)}
+-----+
| évalue ADAPTATION de P''(t)
+-----+
| t := t + 1
+=====+

```

58.3. Optimisation génétique des requêtes (GEQO) dans PostgreS-QL

Le module GEQO utilise une approche du problème d'optimisation des requêtes similaire à celui du voyageur de commerce (TSP). Les plans de requêtes possibles sont codés comme des chaînes d'entiers. Chaque chaîne représente l'ordre de jointure d'une relation de la requête à une autre. Par exemple, l'arbre de jointure

```

/\ 2
/\ 3
4  1

```

est codé avec la chaîne d'entiers '4-1-3-2', ce qui signifie : première jointure entre les relations '4' et '1', puis '3' et enfin '2', avec 1, 2, 3, 4 les identifiants des relations pour l'optimiseur de PostgreSQL™.

Les caractéristiques spécifiques de l'implantation du GEQO sont :

- l'utilisation d'un algorithme génétique monostable (ou à état stable) (remplacement des individus les moins ciblés au lieu d'un remplacement global de génération) permet une convergence rapide vers des plans de requêtes améliorés ; c'est indispensable au traitement des requêtes dans un temps raisonnable ;
- l'utilisation de croisements (recombinaisons) aux limites est particulièrement adapté pour la restriction des pertes aux limites lors de la résolution du problème du voyageur de commerce par un algorithme génétique ;
- la mutation en tant qu'opérateur génétique est rendue obsolète afin d'éviter la nécessité de mécanismes de réparation lors de la génération de tournées valides du problème du voyageur de commerce.

Diverses parties du module GEQO sont adaptées de l'algorithme Genitor de D. Whitley.

Le module GEQO permet à l'optimiseur de requêtes de PostgreSQL™ de supporter les requêtes disposant de jointures importantes de manière efficace via une recherche non exhaustive.

58.3.1. Génération par le GEQO des plans envisageables

Le processus de planification du GEQO utilise le code standard du planificateur pour créer les plans de parcours des relations individuelles. Les plans de jointure sont alors développés à l'aide de l'approche génétique. Comme décrit plus bas, chaque plan de jointure candidat est représenté par une séquence à laquelle joindre les relations de base. Lors de l'étape initiale, l'algorithme produit simplement quelques séquences de jointure aléatoirement. Pour chaque séquence considérée, le code du planificateur standard est invoqué pour estimer le coût de la requête à l'aide de cette séquence. (Pour chaque étape de la séquence, les trois stratégies de jointure sont considérées ; et tous les plans de parcours initiaux sont disponibles. Le coût estimé est le moins coûteux.) Les séquences dont le coût est moindre sont considérées « plus adaptée » que celle de coût plus élevé. L'algorithme génétique élimine les candidats les moins adaptés. De nouveaux candidats sont alors engendrés par combinaison de gènes de candidats à forte valeur d'adaptation -- par l'utilisation de portions aléatoires de plans peu coûteux pour créer de nouvelles séquences. Ce processus est répété jusqu'à ce qu'un nombre prédéterminé de séquences aient été considérées ; la meilleure séquence rencontrée pendant la recherche est utilisée pour produire le plan final.

Ce processus est intrinsèquement non-déterministe, du fait des choix aléatoires effectués lors de la sélection initiale de la population et lors des « mutations » des meilleurs candidats qui s'en suivent. Pour éviter des modifications surprenantes du plan sélectionné, chaque exécution de l'algorithme relance son générateur aléatoire de numéros avec le paramètre `geqo_seed`. Tant que `geqo_seed` et les autres paramètres GEQO sont fixes, le même plan sera généré pour une même requête (ainsi que pour certaines informations du planificateur comme les statistiques). Pour expérimenter différents chemins de recherche, modifiez `geqo_seed`.

58.3.2. Tâches à réaliser pour la future implantation du GEQO

Un gros travail est toujours nécessaire pour améliorer les paramètres de l'algorithme génétique. Dans le fichier `src/backend/optimizer/geqo/geqo_main.c`, pour les routines `gimme_pool_size` et `gimme_number_generations`, il faut trouver un compromis pour que les paramètres satisfassent deux besoins concurrents :

- l'optimisation du plan de requête ;
- le temps de calcul.

Dans l'implantation courante, l'adaptation de chaque séquence de jointure candidate est estimée par l'exécution ab-initio du code standard de sélection de jointure et d'estimation de coût utilisé par le planificateur. Avec l'hypothèse que différents candidats utilisent des sous-séquences de jointure similaires, une grande partie du travail est répétée. Ce processus peut être grandement accéléré en retenant les estimations de coût des sous-jointures. Le problème consiste à éviter d'étendre inutilement la mémoire en mémorisant ces états.

À un niveau plus basique, il n'est pas certain qu'optimiser une requête avec un algorithme génétique conçu pour le problème du voyageur de commerce soit approprié. Dans le cas du voyageur de commerce, le coût associé à une sous-chaîne quelconque (tour partiel) est indépendant du reste du tour, mais cela n'est certainement plus vrai dans le cas de l'optimisation de requêtes. Du coup, la question reste posée quant au fait que la recombinaison soit la procédure de mutation la plus efficace.

58.4. Lectures supplémentaires

Les ressources suivantes contiennent des informations supplémentaires sur les algorithmes génétiques :

- *The Hitch-Hiker's Guide to Evolutionary Computation* (FAQ de <news://comp.ai.genetic>) ;
- *Evolutionary Computation and its application to art and design*, par Craig Reynolds ;
- elma04
- fong

Chapitre 59. Définition de l'interface des méthodes d'accès aux index

Ce chapitre définit l'interface entre le cœur du système de PostgreSQL™ et les *méthodes d'accès aux index*, qui gèrent chaque type d'index. Le système principal ne sait rien des index en dehors de ce qui est spécifié ici. Il est donc possible de développer des types d'index entièrement nouveaux en écrivant du code supplémentaire.

Tous les index de PostgreSQL™ sont techniquement des *index secondaires* ; c'est-à-dire que l'index est séparé physiquement du fichier de la table qu'il décrit. Chaque index est stocké dans sa propre *relation physique* et est donc décrit par une entrée dans le catalogue pg_class. Le contenu d'un index est entièrement contrôlé par la méthode d'accès à l'index. En pratique, toutes les méthodes d'accès aux index les divisent en pages de taille standard de façon à utiliser le gestionnaire de stockage et le gestionnaire de tampon pour accéder au contenu de l'index. (De plus, toutes les méthodes existantes d'accès aux index utilisent la disposition de page standard décrite dans Section 65.6, « Emplacement des pages de la base de données » et la plupart ont le même format pour les en-têtes de ligne de l'index ; mais ce ne sont pas des obligations pour toutes les méthodes d'accès.)

Dans les faits, un index est une correspondance entre certaines valeurs de données clés et les identifiants des lignes (*tuple identifiers*, ou TIDs), dans leurs différentes versions, dans la table parente de l'index. Un TID consiste en un numéro de bloc et un numéro d'élément dans ce bloc (voir Section 65.6, « Emplacement des pages de la base de données »). L'information est suffisante pour récupérer une version d'une ligne particulière à partir de la table. Les index n'ont pas directement connaissance de l'existence éventuelle, à cause du MVCC, de plusieurs versions de la même ligne logique ; pour un index, chaque ligne est un objet indépendant qui a besoin de sa propre entrée. En conséquence, la mise à jour d'une ligne crée toujours de nouvelles entrées dans l'index pour cette ligne, même si les valeurs de la clé ne changent pas. (Les lignes HOT sont une exception ; mais les index ne s'en occupent pas). Les entrées d'index pour les lignes mortes sont nettoyées (par le VACUUM) lorsque les lignes mortes elles-même sont nettoyées.

59.1. Structure basique de l'API pour les index

Chaque méthode d'accès à un index est décrite par une ligne dans le catalogue système pg_am. Elle indique un nom et une *fonction gestionnaire* pour la méthode d'accès. Ces entrées peuvent être créées et supprimées en utilisant les commandes SQL CREATE ACCESS METHOD(7) et DROP ACCESS METHOD(7) respectivement.

Une fonction gestionnaire de méthode d'accès aux index doit être déclarée avec un seul argument de type internal et en retour le pseudo-type index_am_handler. L'argument est une valeur sans utilité sinon pour empêcher les fonctions gestionnaires d'être appelées directement à partir d'une commande SQL. Le résultat de la fonction doit être une structure, allouée avec palloc, de type IndexAmRoutine, et contenant tout ce que le code interne a besoin de savoir pour utiliser la méthode d'accès à l'index. La structure IndexAmRoutine, aussi appelée *API struct* de la méthode, inclut les champs spécifiant les propriétés fixes de la méthode d'accès, comme le support des index multi-colonnes. Plus important, elle contient les pointeurs vers les fonctions de la méthode d'accès, qui se chargent de tout le travail d'accès aux index. Ces fonctions de support sont de simples fonctions en C et ne sont ni visibles ni appelables au niveau SQL. Elles sont décrites dans Section 59.2, « Fonctions des méthodes d'accès aux index ».

La structure IndexAmRoutine est définie ainsi :

```
typedef struct IndexAmRoutine
{
    NodeTag      type;

    /*
     * Nombre total de stratégies (opérateurs) par lesquels nous pouvons
     * traverser la méthode d'accès ou chercher dedans. Zéro si la méthode
     * n'a pas de jeu de stratégies fixé.
     */
    uint16      amstrategies;
    /* nombre total de fonctions support utilisées par cette méthode d'accès */
    uint16      amsupport;
    /* la méthode supporte-t-elle un ORDER BY sur la colonne indexée ? */
    bool        amcanorder;
    /* la méthode supporte-t-elle un ORDER BY sur le résultat d'un opérateur appliqué
     * à une colonne indexée ? */
    bool        amcanorderbyop;
    /* la méthode supporte-t-elle le parcours à rebours ? */
    bool        amcanbackward;
    /* la méthode supporte-t-elle les index UNIQUE ? */
    bool        amcanunique;
    /* la méthode supporte-t-elle les index multi-colonnes ? */
```

```

bool      amcanmulticol;
/* la méthode exige-t-elle un parcours pour une contrainte sur la première colonne
de l'index ? */
bool      amoptionalconkey;
/* la méthode gère-t-elle les qualificatifs ScalarArrayOpExpr ? */
bool      amsearcharray;
/* la méthode gère-t-elle les qualificatifs IS NULL/IS NOT NULL ? */
bool      amsearchnulls;
/* le type de la valeur dans l'index peut-elle différer du type de la colonne ? */
bool      amstorage;
/* un index de ce type peut-il être la cible de la commande CLUSTER ? */
bool      amclusterable;
/* la méthode gère-t-elle les verrous sur prédictat ? */
bool      ampredlocks;
/* type de données stocké dans l'index, ou InvalidOid si variable */
Oid       amkeytype;

/* fonctions d'interfaçage */
ambuild_function ambuild;
ambuildempty_function ambuildempty;
aminsert_function aminsert;
ambulkdelete_function ambulkdelete;
amvacuumcleanup_function amvacuumcleanup;
amcanreturn_function amcanreturn; /* peut être NULL */
amcostestimate_function amcostestimate;
amoptions_function amoptions;
amproperty_function amproperty; /* peut être NULL */
amvalidate_function amvalidate;
ambeginscan_function ambeginscan;
amrescan_function amrescan;
amgettuple_function amgettuple; /* peut être NULL */
amgetbitmap_function amgetbitmap; /* peut être NULL */
amendscan_function amendscan;
ammarkpos_function ammarkpos; /* peut être NULL */
amrestrpos_function amrestrpos; /* peut être NULL */
} IndexAmRoutine;

```

Pour être utile, une méthode d'accès à l'index doit aussi avoir une ou plusieurs *familles d'opérateurs et classes d'opérateurs* définies dans pg_opfamily, pg_opclass, pg_amop et pg_amproc. Ces entrées permettent au planificateur de déterminer les types de requêtes qui peuvent être utilisés avec les index de cette méthode d'accès. Les familles et classes d'opérateurs sont décrites dans Section 36.14, « Interfacer des extensions d'index », qui est un élément requis pour comprendre ce chapitre.

Un index individuel est défini par une entrée dans pg_class en tant que relation physique, et une entrée dans pg_index affichant son contenu logique -- c'est-à-dire ses colonnes et leur sémantique, telles que récupérées par les classes d'opérateurs associées. Les colonnes de l'index (valeurs clés) peuvent être de simples colonnes de la table sous-jacente ou des expressions des lignes. Habituellement, la méthode d'accès ne s'intéresse pas à la provenance des valeurs clés (elles lui arrivent toujours pré-calculées), mais plutôt aux informations de la classe d'opérateurs dans pg_index. On peut accéder aux entrées de ces deux catalogues via la structure de données Relation passée à toute opération sur l'index.

Certains champs de IndexAmRoutine ont des implications peu évidentes. Les besoins de `amcanunique` sont discutés dans Section 59.5, « Vérification de l'unicité par les index ». L'option `amcanmulticol` indique que la méthode d'accès supporte les index multi-colonnes alors que `amoptionalconkey` autorise des parcours lorsqu'aucune restriction indexable n'est fournie pour la première colonne de l'index. Quand `amcanmulticol` est faux, `amoptionalconkey` indique essentiellement que la méthode d'accès autorise les parcours complets de l'index sans clause de restriction. Les méthodes d'accès supportant les colonnes multiples doivent supporter les parcours sans restriction sur une ou toutes les colonnes après la première ; néanmoins, elles peuvent imposer une restriction sur la première colonne de l'index, ce qui est signalé par `amoptionalconkey` à false . Une raison pour une méthode d'accès d'index d'initialiser `amoptionalconkey` à false est de ne pas indexer les valeurs NULL. Comme la plupart des opérateurs indexables sont stricts et ne peuvent donc pas renvoyer true pour des entrées NULL, à première vue on ne voudra pas stocker d'entrées pour les valeurs NULL : un parcours d'index ne peut de toute façon pas les retourner. Néanmoins, cette raison ne vaut pas pour un parcours d'index sans restriction pour une colonne d'index donnée. En pratique, cela signifie que les index avec `amoptionalconkey` à true doivent indexer les valeurs NULL, car le planificateur peut décider de les utiliser sans aucune clé de parcours. Une limite liée : une méthode d'accès qui supporte des colonnes multiples doit supporter l'indexation des NULL dans les colonnes après la première, car le planificateur supposera l'index utilisable avec les requêtes ne restreignant pas ces colonnes. Par exemple, considérons un index sur (a,b) et une requête avec WHERE a = 4. Le système supposera que l'index est utilisable pour les lignes où a = 4, ce qui est faux si l'index omet les lignes où b est NULL. Néanmoins, on peut omettre les lignes où la première colonne indexée est NULL. Du coup, une méthode d'accès d'index ne s'occupant pas des valeurs NULL peut aussi affecter `amsearchnulls` à true, indiquant ainsi qu'elle supporte les clauses IS NULL et IS NOT NULL dans les conditions de re-

cherche.

59.2. Fonctions des méthodes d'accès aux index

Les fonctions de construction et de maintenance que doit fournir une méthode d'accès aux index dans IndexAmRoutine sont :

```
IndexBuildResult *
ambuild (Relation heapRelation,
          Relation indexRelation,
          IndexInfo *indexInfo);
```

Construit un nouvel index. La relation de l'index a été créée physiquement mais elle est vide. Elle doit être remplie avec toute donnée figée nécessaire à la méthode d'accès, ainsi que les entrées pour toutes les lignes existant déjà dans la table. Habituellement, la fonction ambuild appelle IndexBuildHeapScan() pour parcourir la table à la recherche des lignes existantes et calculer les clés à insérer dans l'index. La fonction doit renvoyer une structure allouée par palloc contenant les statistiques du nouvel index.

```
bool
void
ambuildempty (Relation indexRelation);
```

Construit un index vide et l'écrit dans le fichier d'initialisation (INIT_FORKNUM) de la relation. Cette méthode n'est appelée que pour les index non journalisés ; l'index vide écrit dans ce fichier écrasera le fichier de la relation à chaque redémarrage du serveur.

```
bool
amininsert (Relation indexRelation,
            Datum *values,
            bool *isnull,
            ItemPointer heap_tid,
            Relation heapRelation,
            IndexUniqueCheck checkUnique);
```

Insère une nouvelle ligne dans un index existant. Les tableaux values et isnull donnent les valeurs de clés à indexer et heap_tid est le TID à indexer. Si la méthode d'accès supporte les index uniques (son drapeau amcanunique vaut true), alors checkUnique indique le type de vérification d'unicité nécessaire. Elle varie si la contrainte unique est déferrable ou non ; voir Section 59.5, « Vérification de l'unicité par les index » pour les détails. Normalement, la méthode d'accès a seulement besoin du paramètre heapRelation lors de la vérification d'unicité (car elle doit vérifier la visibilité de la ligne dans la table).

La valeur booléenne résultante n'a de sens que si checkUnique vaut UNIQUE_CHECK_PARTIAL. Dans ce cas, un résultat true signifie que la nouvelle entrée est reconnue comme unique alors que false indique qu'elle pourrait ne pas être unique (et une vérification d'unicité déferrée doit être planifiée). Dans les autres cas, renvoyer une constante false est recommandé.

Certains index peuvent ne pas indexer toutes les lignes. Si la ligne ne doit pas être indexée, aminsert devrait s'achever sans rien faire.

```
IndexBulkDeleteResult *
ambulkdelete (IndexVacuumInfo *info,
             IndexBulkDeleteResult *stats,
             IndexBulkDeleteCallback callback,
             void *callback_state);
```

Supprime un ou des tuple(s) de l'index. Il s'agit d'une opération de « suppression en masse » à implémenter par un parcours complet de l'index et la vérification de chaque entrée pour voir si elle doit être supprimée. La fonction callback en argument doit être appelée, sous la forme callback(TID, callback_state) returns bool, pour déterminer si une entrée d'index particulière, identifiée par son TID, doit être supprimée. Elle doit retourner NULL ou une structure issue d'un palloc contenant des statistiques sur les effets de la suppression. La fonction peut renvoyer NULL si aucune information n'a besoin d'être envoyée à amvacuumcleanup.

À cause d'un maintenance_work_mem limité, la suppression de nombreux tuples peut nécessiter d'appeler ambulkdelete à plusieurs reprises. L'argument stats est le résultat du dernier appel pour cet index (il est NULL au premier appel dans une opération VACUUM). Ceci permet à la méthode d'accumuler des statistiques sur toute l'opération. Typiquement, ambulkdelete modifie et renvoie la même structure si le stats fourni n'est pas NULL.

```
IndexBulkDeleteResult *
amvacuumcleanup (IndexVacuumInfo *info,
```

```
IndexBulkDeleteResult *stats);
```

Nettoyer après une opération **VACUUM** (zéro à plusieurs appels à `ambulkdelete`). La fonction n'a pas d'autre but que de retourner des statistiques sur les index, mais elle peut réaliser un nettoyage en masse (réclamer les pages d'index vides, par exemple). `stats` est le retour de l'appel à `ambulkdelete`, ou `NULL` si `ambulkdelete` n'a pas été appelée car aucune ligne n'avait besoin d'être supprimée. Si le résultat n'est pas `NULL`, il s'agit d'une structure allouée par `palloc`. Les statistiques qu'elle contient seront utilisées pour mettre à jour `pg_class`, et sont rapportées par **VACUUM** si `VERBOSE` est indiqué. La fonction peut retourner `NULL` si l'index n'a pas été modifié lors de l'opération de **VACUUM** mais, dans le cas contraire, il faut retourner des statistiques correctes.

À partir de PostgreSQL™ 8.4, `amvacuumcleanup` sera aussi appelé à la fin d'une opération **ANALYZE**. Dans ce cas, `stats` vaut toujours `NULL` et toute valeur de retour sera ignorée. Ce cas peut être repéré en vérifiant `info->analyze_only`. Il est recommandé que la méthode d'accès ne fasse rien en dehors du nettoyage après insertion pour ce type d'appel, et cela seulement au sein d'un processus autovacuum.

```
bool  
amcanreturn (Relation indexRelation, int attno);
```

Vérifie si l'index supporte les *parcours d'index seul* sur la colonne indiquée, en renvoyant les valeurs des colonnes pour un enregistrement d'index sous forme d'un `IndexTuple`. Les numéros des attributs commencent à 1 (c'est-à-dire :: pour la première colonne, `attno` vaut 1). Renvoie `true` si c'est supporté, sinon `false`. Si la méthode d'accès ne supporte pas du tout les parcours d'index seul, le champ `amcanreturn` de la structure `IndexAmRoutine` peut être mis à `NULL`.

```
void  
amcostestimate (PlannerInfo *root,  
                 IndexPath *path,  
                 double loop_count,  
                 Cost *indexStartupCost,  
                 Cost *indexTotalCost,  
                 Selectivity *indexSelectivity,  
                 double *indexCorrelation);
```

Estime les coûts d'un parcours d'index. Cette fonction est décrite complètement dans Section 59.6, « Fonctions d'estimation des coûts d'index » ci-dessous.

```
bytea *  
amoptions (ArrayType *reloptions,  
           bool validate);
```

Analyse et valide le tableau `reloptions` d'un index. Cette fonction n'est appelée que lorsqu'il existe un tableau `reloptions` non `NULL` pour l'index. `reloptions` est un tableau avec des entrées de type `text` et de la forme `nom=valeur`. La fonction doit construire une valeur de type `bytea` à copier dans le `rd_options` de l'entrée `relcache` de l'index. Les données contenues dans le `bytea` sont définies par la méthode d'accès. La plupart des méthodes d'accès standard utilisent la structure `StdRdOptions`. Lorsque `validate` est `true`, la fonction doit remonter un message d'erreur clair si une des options n'est pas reconnue ou a des valeurs invalides ; quand `validate` est `false`, les entrées invalides sont ignorées silencieusement. (`validate` est faux lors du chargement d'options déjà stockées dans `pg_catalog` ; une entrée invalide ne peut se trouver que si la méthode d'accès a modifié ses règles pour les options et, dans ce cas, il faut ignorer les entrées obsolètes.) Pour obtenir le comportement par défaut, il suffit de retourner `NULL`.

```
bool  
amproperty (Oid index_oid, int attno,  
            IndexAMProperty prop, const char *propname,  
            bool *res, bool *isnull);
```

Permet aux méthodes d'accès de surcharger le comportement par défaut de `pg_index_column_has_property` et des fonctions liées. Si la méthode d'accès n'a pas de comportement spécial lors des demandes de propriétés d'index, le champ `amproperty` dans sa structure `IndexAmRoutine` peut être `NULL`. Dans le cas contraire, la méthode `amproperty` sera appelée avec `index_oid` et `attno` tous les deux à zéro pour les appels à `pg_indexam_has_property`, ou avec un `index_oid` valide et `attno` à zéro pour les appels à `pg_index_has_property`, ou avec un `index_oid` valide et un `attno` supérieur à zéro

pour les appels à `pg_index_column_has_property`. `prop` est une valeur enum identifiant la propriété testée, alors que `propname` est le nom de la propriété originale. Si le code principal ne reconnaît pas le nom de la propriété, alors `prop` vaut `AMPROP_UNKNOWN`. Les méthodes d'accès peuvent définir les noms de propriétés personnalisées en cherchant une correspondance avec `propname` (utilisez `pg_strcasecmp` pour être cohérent avec le code principal) ; pour les noms connus du code principal, il est préférable d'inspecter `prop`. Si la méthode `amproperty` renvoie `true`, alors elle a passé le test de propriété : elle doit renvoyer le booléen `*res` ou mettre `*isnull` à `true` pour renvoyer un `NULL`. (Les deux variables référencées sont initialisées à `false` avant l'appel.) Si la méthode `amproperty` renvoie `false`, alors le code principal continuera avec sa logique habituelle pour tester la propriété.

Les méthodes d'accès supportant les opérateurs de tri devraient implémenter le test de `AMPROP_DISTANCE_ORDERABLE` car le code principal ne sait pas le faire et renverra `NULL`. Il pourrait aussi être avantageux d'implémenter un test sur `AMPROP_RETURNABLE` si cela peut être fait de façon plus simple que d'ouvrir l'index et d'appeler `amcanreturn`, comme le fait le code principal. Le comportement par défaut devrait être satisfaisant pour toutes les autres propriétés standard.

```
bool
amvalidate (Oid opclassoid);
```

Valide les entrées du catalogue pour la classe d'opérateur indiquée, à condition que la méthode d'accès puisse le faire raisonnablement. Par exemple, ceci pourrait inclure le test de la présence de toutes les fonctions de support. La fonction `amvalidate` doit renvoyer `false` si la classe d'opérateur est invalide. Les problèmes devraient être rapportés avec les messages `ereport`.

Le but d'un index est bien sûr de supporter les parcours de lignes qui correspondent à une condition `WHERE` indexable, souvent appelée *qualificateur* (*qualifier*) ou *clé de parcours* (*scan key*). La sémantique du parcours d'index est décrite plus complètement dans Section 59.3, « Parcours d'index », ci-dessous. Une méthode d'accès à l'index peut supporter les parcours d'accès standards (« plain index scan »), les parcours d'index « bitmap » ou les deux. Les fonctions liées au parcours qu'une méthode d'accès à l'index doit ou devrait fournir sont :

```
IndexScanDesc
ambeginscan (Relation indexRelation,
              int nkeys,
              int norderbys);
```

Prépare un parcours d'index. Les paramètres `nkeys` et `norderbys` indiquent le nombre de qualificateurs et d'opérateurs de tri qui seront utilisés dans le parcours. Ils peuvent servir pour l'allocation d'espace. Notez que les valeurs réelles des clés de parcours ne sont pas encore fournies. Le résultat doit être une structure `malloc`. Pour des raisons d'implémentation, la méthode d'accès à l'index *doit* créer cette structure en appelant `RelationGetIndexScan()`. Dans la plupart des cas, `ambeginscan` ne fait pas grand-chose d'autre que cet appel et parfois l'acquisition de verrous ; les parties intéressantes du début du parcours sont dans `amrescan`.

```
void
amrescan (IndexScanDesc scan,
          ScanKey keys,
          int nkeys,
          ScanKey orderbys,
          int norderbys);
```

Démarre ou relance un parcours d'index, possiblement avec de nouvelles clés d'index. (Pour relancer en utilisant des clés déjà passées, passer `NULL` à `keys` et/ou `orderbys`.) Notez que le nombre de clés ou d'opérateurs de tri ne doit pas être plus grand que ce qui a été passé à la fonction `ambeginscan`. En pratique, le relancement est utilisé quand une nouvelle ligne externe est sélectionnée par une jointure de boucle imbriquée, donc avec une nouvelle valeur de comparaison, mais la structure de clé de parcours reste la même.

```
boolean
amgettuple (IndexScanDesc scan,
            ScanDirection direction);
```

Récupérer la prochaine ligne d'un parcours donné, dans la direction donnée (vers l'avant ou l'arrière de l'index). Renvoie `true` si une ligne a été obtenue, `false` s'il ne reste aucune ligne. Dans le cas `true`, le TID de la ligne est stocké dans la structure `scan`. « `success` » signifie juste que l'index contient une entrée qui correspond aux clés de parcours, pas que la ligne existe toujours dans la table ou qu'elle sera visible dans l'instantané (*snapshot*) de l'appelant. En cas de succès, `amgettuple` doit passer `scan->xs_recheck` à `true` ou `false`. `True` signifie que ce n'est pas certain et que les conditions représentées par les clés de parcours doivent être de nouveau vérifiées sur la ligne dans la table après récupération. Cette différence permet de supporter les opérateurs

d'index « à perte ». Notez que cela ne s'appliquera qu'aux conditions de parcours ; un prédictat partiel d'index n'est jamais revérifié par les appelants à `amgettuple`.

Si l'index supporte les parcours d'index seul (c'est-à-dire que `amcanreturn` renvoie true), alors, en cas de succès, la méthode d'accès doit aussi vérifier `scan->xs_want_itup`, et si ce dernier est true, elle doit renvoyer les données indexées originales de cette entrée d'index, sous la forme d'un pointeur d'IndexTuple stocké dans `scan->xs_itup`, avec un descripteur de lignes dans `scan->xs_itupdesc`. (La gestion de la donnée référencée par le pointeur est de la responsabilité de la méthode d'accès. Les données doivent rester bonnes au moins jusqu'au prochain appel à `amgettuple`, `amrescan` ou `amendscan` pour le parcours.)

La fonction `amgettuple` a seulement besoin d'exister si la méthode d'accès supporte les parcours d'index standards. Si ce n'est pas le cas, le champ `amgettuple` de la structure `IndexAmRoutine` doit être NULL.

```
int64
amgetbitmap (IndexScanDesc scan,
              TIDBitmap *tbn);
```

Récupère toutes les lignes du parcours sélectionné et les ajoute au TIDBitmap fourni par l'appelant (c'est-à-dire un OU de l'ensemble des identifiants de ligne dans l'ensemble où se trouve déjà le bitmap). Le nombre de lignes récupérées est renvoyé (cela peut n'être qu'une estimation car certaines méthodes d'accès ne détectent pas les dupliques). Lors de l'insertion d'identifiants de ligne dans le bitmap, `amgetbitmap` peut indiquer que la vérification des conditions du parcours est requis pour des identifiants précis de transactions. C'est identique au paramètre de sortie `xs_recheck` de `amgettuple`. Note : dans l'implémentation actuelle, le support de cette fonctionnalité est fusionné avec le support du stockage à perte du bitmap lui-même, et du coup les appelants revérifient à la fois les conditions du parcours et le prédictat de l'index partiel (si c'en est un) pour les lignes à revérifier. Cela ne sera pas forcément toujours vrai. `amgetbitmap` et `amgettuple` ne peuvent pas être utilisés dans le même parcours d'index ; il existe d'autres restrictions lors de l'utilisation de `amgetbitmap`, comme expliqué dans Section 59.3, « Parcours d'index ».

La fonction `amgetbitmap` ne doit exister que si la méthode d'accès supporte les parcours d'index « bitmap ». Dans le cas contraire, le champ `amgetbitmap` de la structure `IndexAmRoutine` doit être NULL.

```
void
amendscan (IndexScanDesc scan);
```

Terminer un parcours et libérer les ressources. La structure `scan` elle-même ne doit pas être libérée, mais tout verrou posé en interne par la méthode d'accès doit être libéré.

```
void
ammarkpos (IndexScanDesc scan);
```

Marquer la position courante du parcours. La méthode d'accès n'a besoin de mémoriser qu'une seule position par parcours.

La fonction `ammarkpos` n'a besoin d'être fournie que si la méthode supporte les parcours ordonnés. Dans le cas contraire, le champ `ammarkpos` dans sa structure `IndexAmRoutine` peut être NULL.

```
void
amrestrpos (IndexScanDesc scan);
```

Restaurer le parcours à sa plus récente position marquée.

59.3. Parcours d'index

Dans un parcours d'index, la responsabilité de la méthode d'accès est de recracher tous les TID de toutes les lignes qu'on lui a dit correspondre aux *clés de parcours*. La méthode d'accès n'est impliquée ni dans la récupération de ces lignes dans la table parente de l'index, ni dans les tests de qualification temporelle ou autre.

Une clé de parcours est une représentation interne d'une clause WHERE de la forme `clé_index opérateur constante`, où la clé est une des colonnes de l'index et l'opérateur un des membres de la famille d'opérateurs associée à cette colonne. Un parcours d'index a entre zéro et plusieurs clés de parcours assemblées implicitement avec des AND -- les lignes renvoyées doivent saisfaire toutes les conditions indiquées.

La méthode d'accès peut indiquer que l'index est à *perte* ou nécessite une vérification pour une requête particulière ; ceci implique que le parcours d'index renvoie toutes les entrées qui correspondent à la clé de parcours, plus éventuellement des entrées supplémentaires qui ne correspondent pas. La machinerie du parcours d'index du système principal applique alors les conditions de

l'index à la ligne pour vérifier si elle doit effectivement être retenue. Si l'option de vérification n'est pas indiquée, le parcours d'index doit renvoyer exactement l'ensemble d'entrées correspondantes.

La méthode d'accès doit s'assurer qu'elle trouve correctement toutes les entrées correspondantes aux clés de parcours données, et seulement celles-ci. De plus, le système principal se contente de transférer toutes les clauses WHERE qui correspondent aux clés d'index et aux familles d'opérateurs, sans analyse sémantique permettant de déterminer si elles sont redondantes ou contradictoires. Par exemple, avec WHERE $x > 4$ AND $x > 14$, où x est une colonne indexée par B-tree, c'est à la fonction B-tree amrescan de déterminer que la première clé de parcours est redondante et peut être annulée. Le supplément de pré-traitement nécessaire lors de amrescan dépend du niveau de réduction des clés de parcours en une forme « normalisée » nécessaire à la méthode d'accès à l'index.

Certaines méthodes d'accès renvoient des entrées d'index dans un ordre bien défini, d'autres non. Il existe en fait deux façons différentes permettant à une méthode d'accès de fournir une sortie triée :

- Les méthodes d'accès qui renvoient toujours les entrées dans l'ordre naturel des données (comme les B-tree) doivent configurer `amcanorder` à true. Actuellement, ces méthodes d'accès doivent utiliser des nombres de stratégie compatibles avec les B-tree pour les opérateurs d'égalité et de tri.
- Les méthodes d'accès qui supportent les opérateurs de tri doivent configurer `amcanorderbyop` à true. Ceci indique que l'index est capable de renvoyer les entrées dans un ordre satisfaisant ORDER BY *clé_index opérateur constante*. Les modificateurs de parcours de cette forme peuvent être passés à amrescan comme décrit précédemment.

La fonction amgettuple dispose d'un argument `direction`, qui peut être soit `ForwardScanDirection` (le cas normal), soit `BackwardScanDirection`. Si le premier appel après amrescan précise `BackwardScanDirection`, alors l'ensemble des entrées d'index correspondantes est à parcourir de l'arrière vers l'avant plutôt que dans la direction normale (d'avant en arrière). amgettuple doit donc renvoyer la dernière ligne correspondante dans l'index, plutôt que la première, comme cela se fait normalement. (Cela ne survient que pour les méthodes d'accès qui initialisent `amcanorder` à true.) Après le premier appel, amgettuple doit être préparé pour continuer le parcours dans la direction adaptée à partir de l'entrée la plus récemment renvoyée. (Mais si `amcanbackward` vaut false, tous les appels suivants auront la même direction que le premier.)

Les méthodes d'accès qui supportent les parcours ordonnés doivent supporter le « marquage » d'une position dans un parcours pour retourner plus tard à la position marquée. La même position peut être restaurée plusieurs fois. Néanmoins, seule une position par parcours a besoin d'être conservée en mémoire ; un nouvel appel à ammarkpos surcharge la position anciennement marquée. Une méthode d'accès qui ne supporte pas les parcours ordonnés n'a pas besoin de fournir les fonctions ammarkpos et amrestpos dans sa structure IndexAmRoutine ; configurez ces pointeurs à NULL dans ce cas.

Les positions du parcours et du marquage doivent être conservées de façon cohérente dans le cas d'insertions et de suppressions concurrentes dans l'index. Il est acceptable qu'une entrée tout juste insérée ne soit pas retournée par un parcours qui l'aurait trouvée si l'entrée avait existé au démarrage du parcours. De même est-il correct qu'un parcours retourne une telle entrée lors d'un reparcours ou d'un retour arrière, alors même qu'il ne l'a pas retournée lors du parcours initial. De même, une suppression concurrente peut être, ou non, visible dans les résultats d'un parcours. Il est primordial qu'insertions et suppressions ne conduisent pas le parcours à oublier ou dupliquer des entrées qui ne sont pas insérées ou supprimées.

Si l'index stocke les valeurs originales des données indexées (et pas une représentation à perte), il est utile de supporter les parcours d'index seul, pour lesquels l'index renvoie la donnée réelle et non pas juste le TID de la ligne dans la table. Ceci n'évitera des I/O que si la carte de visibilité montre que le TID est sur une page dont toutes les lignes sont visibles par toutes les transactions en cours. Sinon, la ligne de la table doit être visitée de toute façon pour s'assurer de sa visibilité pour la transaction en cours. Mais cela ne concerne pas la méthode d'accès.

Un parcours d'index peut utiliser amgetbitmap à la place de amgettuple pour récupérer toutes les lignes en un unique appel. Cette méthode peut s'avérer nettement plus efficace que amgettuple parce qu'elle permet d'éviter les cycles de verrouillage/déverrouillage à l'intérieur de la méthode d'accès. En principe, amgetbitmap a les mêmes effets que des appels répétés à amgettuple, mais plusieurs restrictions ont été imposées pour simplifier la procédure. En premier lieu, amgetbitmap renvoie toutes les lignes en une fois et le marquage ou la restauration des positions de parcours n'est pas supporté. Ensuite, les lignes sont renvoyées dans un bitmap qui n'a pas d'ordre spécifique, ce qui explique pourquoi amgetbitmap ne prend pas de direction en argument. (Les opérateurs de tri ne seront jamais fournis non plus pour un tel parcours.) De plus, il n'existe aucune disposition pour les parcours d'index seul avec amgetbitmap car il n'y a aucun moyen de renvoyer le contenu des lignes d'index. Enfin, amgetbitmap ne garantit pas le verrouillage des lignes renvoyées, avec les implications précisées dans Section 59.4, « Considérations sur le verrouillage d'index ».

Notez qu'il est permis à une méthode d'accès d'implémenter seulement amgetbitmap et pas amgettuple, ou vice versa, si son fonctionnement interne ne convient qu'à une seule des API.

59.4. Considérations sur le verrouillage d'index

Les méthodes d'accès aux index doivent gérer des mises à jour concurrentes de l'index par plusieurs processus. Le système princi-

pal de PostgreSQL™ obtient `AccessShareLock` sur l'index lors d'un parcours d'index et `RowExclusiveLock` lors de sa mise à jour (ce qui inclut le **VACUUM** simple). Comme ces types de verrous ne sont pas conflictuels, la méthode d'accès est responsable de la finesse du verrouillage dont elle a besoin. Un verrou exclusif sur l'intégralité de l'index entier n'est posé qu'à la création de l'index, sa destruction ou lors d'un `REINDEX`.

Construire un type d'index qui supporte les mises à jour concurrentes requiert une analyse complète et subtile. Pour les types d'index B-tree et hash, on peut lire les implications sur les décisions de conception dans `src/backend/access/nbtree/README` et `src/backend/access/hash/README`.

En plus des besoins de cohérence interne de l'index, les mises à jour concurrentes créent des problèmes de cohérence entre la table parente (*heap*) et l'index. Comme PostgreSQL™ sépare les accès et les mises à jour de la table et ceux de l'index, il existe des fenêtres temporelles pendant lesquelles l'index et l'en-tête peuvent être incohérents. Ce problème est géré avec les règles suivantes :

- une nouvelle entrée dans la table est effectuée avant son entrée dans l'index. (Un parcours d'index concurrent peut alors ne pas voir l'entrée dans la table. Ce n'est pas gênant dans la mesure où un lecteur de l'index ne s'intéresse pas à une ligne non validée. Voir Section 59.5, « Vérification de l'unicité par les index ») ;
- lorsqu'une entrée de la table va être supprimée (par **VACUUM**), on doit d'abord supprimer toutes les entrées d'index ;
- un parcours d'index doit maintenir un lien sur la page d'index contenant le dernier élément renvoyé par `amgettuple`, et `ambulkdelete` ne peut supprimer des entrées de pages liées à d'autres processus. La raison figure ci-dessous.

Sans la troisième règle, il serait possible qu'un lecteur d'index voit une entrée dans l'index juste avant qu'elle ne soit supprimée par un **VACUUM** et arrive à l'entrée correspondante de la table après sa suppression par le **VACUUM**. Cela ne pose aucun problème sérieux si cet élément est toujours inutilisé quand le lecteur l'atteint, car tout emplacement vide est ignoré par `heap_fetch()`. Mais que se passe-t-il si un troisième moteur a déjà ré-utilisé l'emplacement de l'élément pour quelque chose d'autre ? Lors de l'utilisation d'un instantané (*snapshot*) compatible MVCC, il n'y a pas de problème car le nouvel occupant de l'emplacement est certain d'être trop récent pour apparaître dans l'instantané. En revanche, avec un instantané non-compatibles MVCC (tel que `SnapshotAny`), une ligne qui ne correspond pas aux clés de parcours peut être acceptée ou retournée. Ce scénario peut être évité en imposant que les clés de parcours soient re-confrontées à la table dans tous les cas, mais cela est trop coûteux. À la place, un lien sur une page d'index est utilisé comme *proxy* pour indiquer que le lecteur peut être « en route » depuis l'entrée d'index vers l'entrée de table correspondante. Bloquer `ambulkdelete` sur un tel lien assure que **VACUUM** ne peut pas supprimer l'entrée de la table avant que le lecteur n'en ait terminé avec elle. Cette solution est peu coûteuse en temps d'exécution, et n'ajoute de surcharge du fait du blocage que dans les rares cas où il y a vraiment un conflit.

Cette solution requiert que les parcours d'index soient « synchrones » : chaque ligne de la table doit être récupérée immédiatement après récupération de l'entrée d'index correspondante. Cela est coûteux pour plusieurs raisons. Un parcours « asynchrone », où l'on récupère de nombreux TID depuis l'index et où l'on ne visite la table que plus tard, requiert moins de surcharge de verrouillage de l'index et autorise un modèle d'accès à la table plus efficace. D'après l'analyse ci-dessus, l'approche synchrone doit être utilisée pour les instantanés non compatibles avec MVCC, mais un parcours asynchrone est possible pour une requête utilisant un instantané MVCC.

Dans un parcours d'index `amgetbitmap`, la méthode d'accès ne bloque l'index pour aucune des lignes renvoyées. C'est pourquoi de tels parcours ne sont fiables qu'avec les instantanés compatibles MVCC.

Quand le drapeau `ampredlocks` n'est pas en place, tout parcours par cette méthode d'accès au sein d'une transaction sérialisable acquerra un verrou prédictif non bloquant sur l'index complet. Ceci générera un conflit de lecture/écriture à l'insertion d'une ligne dans cet index par une transaction sérialisable concurrente. Si certains motifs de tels conflits sont détectés dans un ensemble de transactions sérialisables concurrentes, une de ces transactions peut être annulée pour protéger l'intégrité des données. Quand le drapeau est en place, il indique que la méthode d'accès implémente un verrou prédictif plus fin, qui tend à réduire la fréquence d'annulation de telles requêtes.

59.5. Vérification de l'unicité par les index

PostgreSQL™ assure les contraintes d'unicité SQL par des *index uniques*, qui sont des index qui refusent des entrées multiples pour un même clé. Une méthode d'accès qui supporte cette fonctionnalité initialise `amcanunique` à true. (À ce jour, seul B-tree le supporte).

Du fait de MVCC, il est toujours nécessaire de permettre à des entrées dupliquées d'exister physiquement dans un index : elles peuvent faire référence à des versions successives d'une même ligne logique. Nous voulons garantir qu'aucune image MVCC n'inclut deux lignes avec les mêmes clés d'index. Cela se résume aux cas suivants, à vérifier à l'insertion d'une nouvelle ligne dans un index d'unicité :

- si une ligne valide conflictuelle a été supprimée par la transaction courante, pas de problème. (En particulier, comme un `UPDATE` supprime toujours l'ancienne version de la ligne avant d'insérer la nouvelle version, cela permet un `UPDATE` sur une ligne sans changer la clé) ;

- si une ligne conflictuelle a été insérée par une transaction non encore validée, l'inséreur potentiel doit attendre de voir si la transaction est validée. Si elle est annulée, alors il n'y a pas de conflit. Si elle est validée sans avoir supprimé la ligne conflictuelle, il y a violation de la contrainte d'unicité. (En pratique, on attend que l'autre transaction finisse et le contrôle de visibilité est effectué à nouveau dans son intégralité) ;
- de façon similaire, si une ligne conflictuelle validée est supprimée par une transaction encore non validée, l'inséreur potentiel doit attendre la validation ou l'annulation de cette transaction et recommencer le test.

De plus, immédiatement avant de lever une violation d'unicité en fonction des règles ci-dessus, la méthode d'accès doit revérifier l'état de la ligne en cours d'insertion. Si elle est validée mais est déjà morte, alors aucune erreur ne survient. (Ce cas ne peut pas survenir lors du scénario ordinaire d'insertion d'une ligne tout juste créée par la transaction en cours. Cela peut néanmoins arriver lors d'un **CREATE UNIQUE INDEX CONCURRENTLY**.)

La méthode d'accès à l'index doit appliquer elle-même ces tests, ce qui signifie qu'elle doit accéder à la table pour vérifier le statut de validation de toute ligne présentant une clé dupliquée au regard du contenu de l'index. C'est sans doute moche et non modulaire, mais cela permet d'éviter un travail redondant : si un test séparé était effectué, alors la recherche d'une ligne conflictuelle dans l'index serait en grande partie répétée lors de la recherche d'une place pour la nouvelle entrée d'index. Qui plus, est, il n'y a pas de façon évidente d'éviter des *race conditions*, sauf si la recherche de conflit est partie intégrante de l'insertion d'une nouvelle entrée d'index.

Si la contrainte unique est déferrable, il y a une complication supplémentaire : nous devons être capable d'insérer une entrée d'index pour une nouvelle ligne mais devons défferrer toute erreur de violation de l'unicité jusqu'à la fin de l'instruction, voire après. Pour éviter des recherches répétées et inutiles dans l'index, la méthode d'accès doit faire une vérification préliminaire d'unicité dès l'insertion initiale. Si elle ne montre pas de conflit avec une ligne visible, nous avons terminé. Sinon, nous devons planifier une nouvelle vérification quand il sera temps de forcer la contrainte. Si, lors de la nouvelle vérification, la ligne insérée et d'autres lignes de la même clé sont vivantes, alors l'erreur doit être rapportée. (Notez que, dans ce contexte, « vivant » signifie réellement « toute ligne dans la chaîne HOT de l'entrée d'index est vivante ».) Pour planter ceci, la fonction `aminsert` reçoit un paramètre `checkUnique` qui peut avoir une des valeurs suivantes :

- `UNIQUE_CHECK_NO` indique qu'aucun test d'unicité ne doit être fait (ce n'est pas un index unique).
- `UNIQUE_CHECK_YES` indique qu'il s'agit d'un index unique non déferrable et la vérification de l'unicité doit se faire immédiatement, comme décrit ci-dessus.
- `UNIQUE_CHECK_PARTIAL` indique que la contrainte unique est déferrable. PostgreSQL™ utilisera ce mode pour insérer l'entrée d'index de chaque ligne. La méthode d'accès doit autoriser les entrées dupliquées dans l'index et rapporter tout dupliquepotentiel en renvoyant `FALSE` à partir de `aminsert`. Pour chaque ligne pour laquelle `FALSE` est renvoyé, une revérification défférée sera planifiée.

La méthode d'accès doit identifier toute ligne qui pourrait violer la contrainte unique, mais rapporter des faux positifs n'est pas une erreur. Cela permet de faire la vérification sans attendre la fin des autres transactions ; les conflits rapportés ici ne sont pas traités comme des erreurs, et seront revérifiés plus tard, à un moment où ils ne seront peut-être plus en conflit.

- `UNIQUE_CHECK_EXISTING` indique qu'une revérification défférée d'une ligne a été rapportée en violation potentielle d'unicité. Bien que cela soit implémenté par un appel à `aminsert`, la méthode d'accès ne doit *pas* insérer une nouvelle entrée d'index dans ce cas. L'entrée d'index est déjà présente. À la place, la méthode d'accès doit vérifier s'il existe une autre entrée d'index vivante. Si c'est le cas et que la ligne cible est toujours vivante, elle doit rapporter l'erreur.

Il est recommandé que, dans un appel à `UNIQUE_CHECK_EXISTING`, la méthode d'accès vérifie en plus que la ligne cible ait réellement une entrée existante dans l'index et de lever une erreur si ce n'est pas le cas. C'est une bonne idée car les valeurs de la ligne d'index passées à `aminsert` auront été recalculées. Si la définition de l'index implique des fonctions qui ne sont pas vraiment immutables, nous pourrions être en train de vérifier une mauvaise partie de l'index. Vérifier que la ligne cible est trouvée dans la revérification permet de s'assurer que nous recherchons les mêmes valeurs de la ligne comme elles ont été utilisées lors de l'insertion originale.

59.6. Fonctions d'estimation des coûts d'index

La fonction `amcostestimate` reçoit des informations décrivant un parcours d'index possible, incluant des listes de clauses `WHERE` et `ORDER BY` considérées comme utilisables avec l'index. Elle doit renvoyer une estimation du coût de l'accès à l'index et de la sélectivité des clauses `WHERE` (c'est-à-dire la fraction des lignes de la table parente qui seront récupérées lors du parcours de l'index). Dans les cas simples, pratiquement tout le travail de l'estimateur de coût peut être effectué en appelant des routines standard dans l'optimiseur ; la justification d'une fonction `amcostestimate` est de permettre aux méthodes d'accès de fournir des connaissances spécifiques liées au type d'index, au cas où il serait possible d'améliorer les estimations standards.

Chaque fonction `amcostestimate` doit avoir la signature :

```
void amcostestimate (PlannerInfo *root,  
                     IndexPath *path,  
                     double loop_count,  
                     Cost *indexStartupCost,  
                     Cost *indexTotalCost,  
                     Selectivity *indexSelectivity,  
                     double *indexCorrelation);
```

Les trois premiers paramètres sont des entrées :

root

Information du planificateur sur la requête en cours de traitement.

path

Le chemin d'accès considéré pour l'index. Tous les champs, en dehors du coût et de la sélectivité, sont valides.

loop_count

Le nombre de répétitions du parcours d'index à prendre en compte dans les estimations de coût. Il sera généralement supérieur à 1 lors d'un parcours avec paramètres à utiliser à l'intérieur d'une jointure de boucle imbriquée. Notez que l'estimation de coût doit toujours être pour un seul parcours ; une valeur plus importante de *loop_count* signifie qu'on pourrait constater l'effet du cache avec plusieurs parcours.

Les quatre derniers paramètres sont les sorties, passées par référence :

**indexStartupCost*

Renvoie le coût du lancement du traitement de l'index.

**indexTotalCost*

Renvoie le coût du traitement total de l'index.

**indexSelectivity*

Renvoie la sélectivité de l'index.

**indexCorrelation*

Renvoie le coefficient de corrélation entre l'ordre de parcours de l'index et l'ordre sous-jacent de la table.

Les fonctions d'estimation de coûts doivent être écrites en C, pas en SQL ou dans tout autre langage procédural, parce qu'elles doivent accéder aux structures de données internes du planificateur/optimiseur.

Les coûts d'accès aux index doivent être calculés avec les paramètres utilisés par `src/backend/optimizer/path/costsize.c` : la récupération d'un bloc disque séquentiel a un coût de `seq_page_cost`, une récupération non séquentielle a un coût de `random_page_cost`, et le coût de traitement d'une ligne d'index doit habituellement être considéré comme `cpu_index_tuple_cost`. De plus, un multiple approprié de `cpu_operator_cost` doit être ajouté pour tous les opérateurs de comparaison impliqués lors du traitement de l'index (spécialement l'évaluation des `indexQuals`).

Les coûts d'accès doivent inclure tous les coûts dus aux disques et aux CPU associés au parcours d'index proprement dit, mais *pas* les coûts de récupération ou de traitement des lignes de la table parente identifiées par l'index.

Le « coût de lancement » est la partie du coût total de parcours à dépenser avant de commencer à récupérer la première ligne. Pour la plupart des index, on peut prendre zéro, mais un type d'index avec un grand coût au démarrage peut nécessiter une valeur supérieure à zéro.

`indexSelectivity` doit être la fraction estimée des lignes de la table parente qui sera récupérée lors du parcours d'index. Dans le cas d'une requête à perte, ce sera typiquement plus élevé que la fraction des lignes qui satisfont les conditions de qualification données.

`indexCorrelation` doit être initialisé à la corrélation (valeur entre -1.0 et 1.0) entre l'ordre de l'index et celui de la table. Cela permet d'ajuster l'estimation du coût de récupération des lignes de la table parente.

Quand *loop_count* est supérieur à 1, les nombres renvoyés doivent être des moyennes attendues pour tout parcours de l'index.

Procédure 59.1. Estimation du coût

Un estimateur typique de coût exécute le traitement ainsi :

1. Estime et renvoie la fraction des lignes de la table parente visitées d'après les conditions de qualification données. En

l'absence de toute connaissance spécifique sur le type d'index, on utilise la fonction standard de l'optimiseur `clause-list_selectivity()` :

```
+*indexSelectivity = clauseList_Selectivity(root, path->indexquals,
                                              path->indexinfo->rel->relid,
                                              JOIN_INNER, NULL);
```

2. Estime le nombre de lignes d'index visitées lors du parcours. Pour de nombreux types d'index, il s'agit de `indexSelectivity` multiplié par le nombre de lignes dans l'index, mais cela peut valoir plus (la taille de l'index en pages et lignes est disponible à partir de la structure `path->indexinfo`).
3. Estime le nombre de pages d'index récupérées pendant le parcours. Ceci peut être simplement `indexSelectivity` multiplié par la taille en pages de l'index.
4. Calcule le coût d'accès à l'index. Un estimateur générique peut le faire ainsi :

```
/*
 * On suppose généralement que les pages d'index sont lues
 * séquentiellement, elles coûtent donc seq_page_cost each, et pas
random_page_cost.
 * Nous ajoutons l'évaluation des qualificateurs pour chaque ligne d'index.
 * Tous les coûts sont supposés être payés de manière incrémentale pendant le
parcours.
 */
cost_qual_eval(&index_qual_cost, path->indexquals, root);
*indexStartupCost = index_qual_cost.startup;
*indexTotalCost = seq_page_cost * numIndexPages +
    (cpu_index_tuple_cost + index_qual_cost.per_tuple) * numIndexTuples;
```

Néanmoins, le calcul ci-dessus ne prend pas en compte l'amortissement des lectures des index à travers des parcours répétés.

5. Estime la corrélation de l'index. Pour un index ordonné sur un seul champ, cela peut se trouver dans `pg_statistic`. Si la corrélation est inconnue, l'estimation conservatrice est zéro (pas de corrélation).

Des exemples de fonctions d'estimation du coût sont disponibles dans `src/backend/utils/adt/seffuncs.c`.

Chapitre 60. Enregistrements génériques des journaux de transactions

Bien que tous les modules internes traçant dans les journaux de transactions ont leur propre type d'enregistrements WAL, il existe aussi un type d'enregistrement générique. Ce type d'enregistrement décrit les modifications de pages d'une façon générique. Ceci est utile pour les extensions fournissant des méthodes d'accès personnalisés car elles ne peuvent pas enregistrer leurs propres routines de rejet des journaux de transactions.

L'API de construction des enregistrements génériques pour les journaux de transactions est définie dans `access/generic_xlog.h` et implémentée dans `access/transam/generic_xlog.c`.

Pour réaliser une mise à jour de données tracée dans les journaux de transactions en utilisant le système d'enregistrement générique, suivez ces étapes :

1. `state = GenericXLogStart(relation)` -- lance la construction d'un enregistrement générique pour la relation spécifiée.
2. `page = GenericXLogRegisterBuffer(state, buffer, flags)` -- enregistre un tampon à modifier dans l'enregistrement générique actuel du journal de transactions. Cette fonction renvoie un pointeur vers une copie temporaire de la page du tampon, où les modifications doivent survenir. (Ne modifiez pas le contenu du tampon.) Le troisième argument est un masque de bits pour les drapeaux applicables à l'opération. Actuellement, le seul drapeau disponible est `GENERIC_XLOG_FULL_IMAGE`, qui indique qu'une image d'une page complète doit être inclue dans l'enregistrement WAL, plutôt qu'un delta. Typiquement, ce drapeau doit être configuré si le bloc est nouveau ou s'il a été complètement réécrit. `GenericXLogRegisterBuffer` peut être répété si l'action tracée doit modifier plusieurs blocs.
3. Réalisez des modifications à l'image des pages obtenue à l'étape précédente.
4. `GenericXLogFinish(state)` -- applique les modifications aux tampons et émet l'enregistrement générique.

La construction d'enregistrements de journaux de transactions peut être annulée entre n'importe laquelle des étapes ci-dessus en appelant la fonction `GenericXLogAbort(state)`. Ceci annulera toutes les modifications aux copies d'image de bloc.

Merci de noter les points suivants lors de l'utilisation de la fonctionnalité d'enregistrements génériques pour les journaux de transactions :

- Aucune modification directe des tampons n'est autorisée ! Toutes les modifications doivent se faire dans les copies récupérées de `GenericXLogRegisterBuffer()`. Autrement dit, le code réalisant les enregistrements génériques ne doit jamais appeler lui-même `BufferGetPage()`. Néanmoins, il est de la responsabilité de l'appelant du bloquer/débloquer et de verrouiller/déverrouiller les tampons au bon moment. Un verrou exclusif doit être obtenu et conservé pour chaque tampon cible avant l'appel à `GenericXLogRegisterBuffer()` et jusqu'à l'appel à `GenericXLogFinish()`.
- Les enregistrements de tampons (étape 2) et les modifications des images de page (étape 3) peuvent être librement mélangés. Les deux étapes peuvent donc être répétées dans n'importe quelle séquence. Gardez en tête que les tampons doivent être enregistrés dans le même ordre que l'obtention des verrous lors de leur rejet.
- Le nombre maximum de tampons qui peut être enregistré pour un enregistrement générique dépend de la constante `MAX_GENERIC_XLOG_PAGES`. Une erreur est renvoyée si cette limite est dépassée.
- Un enregistrement générique suppose que les blocs à modifier aient un schéma standard et, en particulier, qu'il n'y ait pas de données utiles entre `pd_lower` et `pd_upper`.
- Comme vous modifiez des copies de pages de tampon, `GenericXLogStart()` ne commence pas une section critique. De ce fait, vous pouvez faire de l'allocation mémoire de façon sûre, en renvoyant des erreurs le cas échéant, entre `GenericXLogStart()` et `GenericXLogFinish()`. La seule section réellement critique se trouve dans `GenericXLogFinish()`. Il n'est pas non plus nécessaire de s'inquiéter lors de l'appel de `GenericXLogAbort()` pendant une sortie en erreur.
- `GenericXLogFinish()` fait attention à marquer les tampons comme modifiés et à configurer leur LSN. Vous n'avez pas besoin de le faire explicitement.
- Pour les relations non journalisées, tout fonctionne de la même façon sauf qu'aucun enregistrement n'est réellement émis. De ce fait, vous n'avez pas besoin de faire une quelconque vérification explicite pour les relations non journalisées.
- La fonction de rejet des enregistrements génériques acquiert des verrous exclusifs sur les tampons dans le même ordre qu'ils ont été enregistrés. Après l'exécution du rejet, les verrous sont relâchés dans le même ordre.

- Si `GENERIC_XLOG_FULL_IMAGE` n'est pas spécifié pour un tampon enregistré, l'enregistrement générique contient un delta entre les ancienne et nouvelle images. Ce delta est basé sur une comparaison octet par octet. Ceci n'est pas spécialement compact dans le cas d'un déplacement de données dans une page, et pourrait être amélioré dans le futur.

Chapitre 61. Index GiST

61.1. Introduction

GiST est un acronyme de *Generalized Search Tree*, c'est-à-dire arbre de recherche généralisé. C'est une méthode d'accès balancée à structure de type arbre, qui agit comme un modèle de base dans lequel il est possible d'implanter des schémas d'indexage arbitraires. B-trees, R-trees et de nombreux autres schémas d'indexage peuvent être implantés en GiST.

GiST a pour avantage d'autoriser le développement de types de données personnalisés avec les méthodes d'accès appropriées, par un expert en types de données, plutôt que par un expert en bases de données.

Quelques informations disponibles ici sont dérivées du *site web* du projet d'indexage GiST de l'université de Californie à Berkeley et de la *thèse de Marcel Kornacker, Méthodes d'accès pour les systèmes de bases de données de la prochaine génération*. L'implantation GiST de PostgreSQL™ est principalement maintenu par Teodor Sigaev et Oleg Bartunov. Leur *site web* fournit de plus amples informations.

61.2. Classes d'opérateur internes

La distribution de PostgreSQL™ inclut les classes d'opérateur GiST indiquées dans Tableau 61.1, « Classes d'opérateur GiST internes ». (Quelques modules optionnels décrits dans Annexe F, Modules supplémentaires fournis fournissent des classes d'opérateur GiST supplémentaires.)

Tableau 61.1. Classes d'opérateur GiST internes

Nom	Type de données indexé	Opérateurs indexables	Opérateurs de tri
box_ops	box	&& &> &< &< >> << << <@ @> @ &> >> ~ ~=	
circle_ops	circle	&& &> &< &< >> << << <@ @> @ &> >> ~ ~=	<->
inet_ops	inet, cidr	&& >> >>= > >= <> << <<= < <= =	
point_ops	point	>> >^ << <@ <@ <@ <@ <^ ~=	<->
polygon_ops	polygon	&& &> &< &< >> << << <@ @> @ &> >> ~ ~=	<->
range_ops	any range type	&& &> &< >> << <@ - - = @> @>	
tsquery_ops	tsquery	<@ @>	
tsvector_ops	tsvector	@@	

Pour des raisons historiques, la classe d'opérateur `inet_ops` n'est pas la classe par défaut pour les types `inet` et `cidr`. Pour l'utiliser, mentionnez le nom de la classe dans la commande **CREATE INDEX**, par exemple

```
CREATE INDEX ON ma_table USING GIST (ma_colonne_inet inet_ops);
```

61.3. Extensibilité

L'implantation d'une nouvelle méthode d'accès à un index a toujours été un travail complexe. Il est, en effet, nécessaire de comprendre le fonctionnement interne de la base de données, tel que le gestionnaire de verrous ou le WAL.

L'interface GiST dispose d'un haut niveau d'abstraction, ce qui autorise le codeur de la méthode d'accès à ne coder que la sémantique du type de données accédé. La couche GiST se charge elle-même de la gestion des accès concurrents, des traces et de la recherche dans la structure en arbre.

Cette extensibilité n'est pas comparable à celle des autres arbres de recherche standard en termes de données gérées. Par exemple, PostgreSQL™ supporte les B-trees et les index de hachage extensibles. Cela signifie qu'il est possible d'utiliser PostgreSQL™ pour construire un B-tree ou un hachage sur tout type de données. Mais, les B-trees ne supportent que les prédicts d'échelle (`<`, `=`, `>`), les index de hachage que les requêtes d'égalité.

Donc, lors de l'indexation d'une collection d'images, par exemple, avec un B-tree PostgreSQL™, seules peuvent être lancées des requêtes de type « est-ce que `imageX` est égale à `imageY` », « est-ce que `imageX` est plus petite que `imageY` » et « est-ce que `imageX` est plus grande que `imageY` ». En fonction de la définition donnée à « égale à », « inférieure à » ou « supérieure à », cela peut avoir une utilité. Néanmoins, l'utilisation d'un index basé sur GiST permet de créer de nombreuses possibilités de poser des questions spécifiques au domaine, telles que « trouver toutes les images de chevaux » ou « trouver toutes les images sur-exposées ».

Pour obtenir une méthode d'accès GiST fonctionnelle, il suffit de coder plusieurs méthodes utilisateur définissant le comportement des clés dans l'arbre. Ces méthodes doivent être suffisamment élaborées pour supporter des requêtes avancées, mais pour toutes les requêtes standard (B-trees, R-trees, etc.) elles sont relativement simples. En bref, GiST combine extensibilité, généralité, réutilisation de code et interface claire.

Une classe d'opérateur d'index GiST doit fournir sept méthodes, et deux supplémentaires optionnelles. La précision de l'index est assurée par l'implantation des méthodes `same`, `consistent` et `union` alors que l'efficacité (taille et rapidité) de l'index dépendra des méthodes `penalty` et `picksplit`. Les deux fonctions restantes sont `compress` et `decompress`, qui permettent à un index d'avoir des données internes de l'arbre d'un type différent de ceux des données qu'il indexe. Les feuilles doivent être du type des données indexées alors que les autres nœuds peuvent être de n'importe quelle structure C (mais vous devez toujours suivre les règles des types de données de PostgreSQL™ dans ce cas, voir ce qui concerne `varlena` pour les données de taille variable). Si le type de données interne de l'arbre existe au niveau SQL, l'option `STORAGE` de la commande **CREATE OPERATOR CLASS** peut être utilisée. La huitième méthode, optionnelle, est `distance`, qui est nécessaire si la classe d'opérateur souhaite supporter les parcours ordonnées (intéressant dans le cadre des recherches du voisin-le-plus-proche, *nearest-neighbor*). La neuvième méthode, optionnelle, nommée `fetch`, est nécessaire si la classe d'opérateur souhaite supporter les parcours d'index seuls.

`consistent`

Étant donné une entrée d'index `p` et une valeur de requête `q`, cette fonction détermine si l'entrée de l'index est cohérente (« `consistent` » en anglais) avec la requête ; c'est-à-dire, est-ce que le prédictat « `colonne_indexée opérateur_indexable q` » soit vrai pour toute ligne représentée par l'entrée de l'index ? Pour une entrée de l'index de type feuille, c'est l'équivalent pour tester la condition indexable, alors que pour un nœud interne de l'arbre, ceci détermine s'il est nécessaire de parcourir le sous-arbre de l'index représenté par le nœud. Quand le résultat est `true`, un drapeau `recheck` doit aussi être renvoyé. Ceci indique si le prédictat est vrai à coup sûr ou seulement peut-être vrai. Si `recheck = false`, alors l'index a testé exactement la condition du prédictat, alors que si `recheck = true`, la ligne est seulement un correspondance de candidat. Dans ce cas, le système évaluera automatiquement `l'opérateur_indexable` avec la valeur actuelle de la ligne pour voir s'il s'agit réellement d'une correspondance. Cette convention permet à GiST de supporter à la fois les structures sans pertes et celles avec perte de l'index.

La déclaration SQL de la fonction doit ressembler à ceci :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION my_consistent(internal, data_type, smallint, oid,
internal)
RETURNS bool
AS 'MODULE_PATHNAME'
LANGUAGE C STRICT;
```

Et le code correspondant dans le module C peut alors suivre ce squelette :

```
PG_FUNCTION_INFO_V1(my_consistent);

Datum
my_consistent(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    GISTENTRY *entry = (GISTENTRY *) PG_GETARG_POINTER(0);
    data_type *query = PG_GETARG_DATA_TYPE_P(1);
    StrategyNumber strategy = (StrategyNumber) PG_GETARG_UINT16(2);
    /* Oid subtype = PG_GETARG_OID(3); */
    bool      *recheck = (bool *) PG_GETARG_POINTER(4);
    data_type *key = DatumGetDataType(entry->key);
    bool      retval;

    /*
     * determine return value as a function of strategy, key and query.
     *
     * Use GIST_LEAF(entry) to know where you're called in the index tree,
     * which comes handy when supporting the = operator for example (you could
     * check for non empty union() in non-leaf nodes and equality in leaf
     * nodes).
     */
}
```

```

    *recheck = true;           /* or false if check is exact */

    PG_RETURN_BOOL(retval);
}

```

Ici, `key` est un élément dans l'index et `query` la valeur la recherchée dans l'index. Le paramètre `StrategyNumber` indique l'opérateur appliqué de votre classe d'opérateur. Il correspond à un des nombres d'opérateurs dans la commande **CREATE OPERATOR CLASS**.

Suivant les opérateurs inclus dans la classe, le type de données de `query` pourrait varier avec l'opérateur car il sera du type de ce qui se trouver sur le côté droit de l'opérateur, qui pourrait être différent du type de la donnée indexée apparaissant du côté gauche. (Le squelette de code ci-dessus suppose qu'un seul type est possible ; dans le cas contraire, récupérer la valeur de l'argument `query` pourrait devoir dépendre de l'opérateur.) Il est recommandé que la déclaration SQL de la fonction consiste à utiliser le type de la donnée indexée de la classe d'opérateur pour l'argument `query`, même si le type réel pourrait être différent suivant l'opérateur.

`union`

Cette méthode consolide l'information dans l'arbre. Suivant un ensemble d'entrées, cette fonction génère une nouvelle entrée d'index qui représente toutes les entrées données.

La déclaration SQL de la fonction doit ressembler à ceci :

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION my_union(internal, internal)
RETURNS storage_type
AS 'MODULE_PATHNAME'
LANGUAGE C STRICT;

```

Et le code correspondant dans le module C peut alors suivre ce squelette :

```

PG_FUNCTION_INFO_V1(my_union);

Datum
my_union(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    GistEntryVector *entryvec = (GistEntryVector *) PG_GETARG_POINTER(0);
    GISTENTRY  *ent = entryvec->vector;
    data_type   *out,
                *tmp,
                *old;
    int         numranges,
                i = 0;

    numranges = entryvec->n;
    tmp = DatumGetDataType(ent[0].key);
    out = tmp;

    if (numranges == 1)
    {
        out = data_type_deep_copy(tmp);

        PG_RETURN_DATA_TYPE_P(out);
    }

    for (i = 1; i < numranges; i++)
    {
        old = out;
        tmp = DatumGetDataType(ent[i].key);
        out = my_unionImplementation(out, tmp);
    }

    PG_RETURN_DATA_TYPE_P(out);
}

```

Comme vous pouvez le voir dans ce squelette, nous gérons un type de données où `union(X, Y, Z) =`

`union(union(X, Y), Z)`. C'est assez simple pour supporter les types de données où ce n'est pas le cas, en implantant un autre algorithme d'union dans cette méthode de support GiST.

Le résultat de la fonction `union` doit être une valeur du type de stockage de l'index, quelqu'il soit (il pourrait être ou non différent du type de la colonne indexée). La fonction `union` doit renvoyer un pointeur vers la mémoire nouvellement allouée avec `palloc()`. Vous ne pouvez pas seulement renvoyer la valeur en entrée directement, même s'il n'y a pas de changement de type.

Comme indiqué ci-dessus, le premier argument interne de la fonction `union` est en réalité un pointeur `GistEntryVector`. Le deuxième argument est un pointeur vers une variable entière qui peut être ignorée. (Il était requis que la fonction `union` enregistre la taille de sa valeur résultat dans cette variable, mais ce n'est plus nécessaire.)

compress

Convertit l'élément de données dans un format compatible avec le stockage physique dans une page d'index.

La déclaration SQL de la fonction doit ressembler à ceci :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION my_compress(internal)
RETURNS internal
AS 'MODULE_PATHNAME'
LANGUAGE C STRICT;
```

Et le code correspondant dans le module C peut alors suivre ce squelette :

```
PG_FUNCTION_INFO_V1(my_compress);

Datum
my_compress(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    GISTENTRY *entry = (GISTENTRY *) PG_GETARG_POINTER(0);
    GISTENTRY *retval;

    if (entry->leafkey)
    {
        /* replace entry->key with a compressed version */
        compressed_data_type *compressed_data =
palloc(sizeof(compressed_data_type));

        /* fill *compressed_data from entry->key ... */

        retval = palloc(sizeof(GISTENTRY));
        gistentryinit(*retval, PointerGetDatum(compressed_data),
                      entry->rel, entry->page, entry->offset, FALSE);
    }
    else
    {
        /* typically we needn't do anything with non-leaf entries */
        retval = entry;
    }

    PG_RETURN_POINTER(retval);
}
```

Vous devez adapter `compressed_data_type` au type spécifique que vous essayez d'obtenir pour compresser les nœuds finaux.

decompress

L'inverse de la fonction `compress`. Convertit la représentation de l'élément de donnée en un format manipulable par les autres méthodes GiST dans la classe d'opérateur.

La déclaration SQL de la fonction doit ressembler à ceci :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION my_decompress(internal)
RETURNS internal
AS 'MODULE_PATHNAME'
LANGUAGE C STRICT;
```

Et le code correspondant dans le module C peut alors suivre ce squelette :

```
PG_FUNCTION_INFO_V1(my_decompress);

Datum
my_decompress(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    PG_RETURN_POINTER(PG_GETARG_POINTER(0));
}
```

Le squelette ci-dessus est convenable dans le cas où aucune décompression n'est nécessaire.

penalty

Renvoie une valeur indiquant le « coût » d'insertion d'une nouvelle entrée dans une branche particulière de l'arbre. Les éléments seront insérés dans l'ordre des pénalités moindres (penalty) de l'arbre. Les valeurs renvoyées par `penalty` doivent être positives ou nulles. Si une valeur négative est renvoyée, elle sera traitée comme valant zéro.

La déclaration SQL de la fonction doit ressembler à ceci :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION my_penalty(internal, internal, internal)
RETURNS internal
AS 'MODULE_PATHNAME'
LANGUAGE C STRICT; -- in some cases penalty functions need not be strict
```

Et le code correspondant dans le module C peut alors suivre ce squelette :

```
PG_FUNCTION_INFO_V1(my_penalty);

Datum
my_penalty(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    GISTENTRY *origentry = (GISTENTRY *) PG_GETARG_POINTER(0);
    GISTENTRY *newentry = (GISTENTRY *) PG_GETARG_POINTER(1);
    float     *penalty = (float *) PG_GETARG_POINTER(2);
    data_type *orig = DatumGetDataType(origentry->key);
    data_type *new = DatumGetDataType(newentry->key);

    *penalty = my_penaltyImplementation(orig, new);
    PG_RETURN_POINTER(penalty);
}
```

Pour des raisons historiques, la fonction `penalty` ne renvoie pas seulement un résultat de type `float` ; à la place, il enregistre la valeur à l'emplacement indiqué par le troisième argument. La valeur de retour est ignorée, bien que, par convention, l'adresse de l'argument est renvoyée.

La fonction `penalty` est crucial pour de bonnes performances de l'index. Elle sera utilisée lors de l'insertion pour déterminer la branche à suivre pour savoir où ajouter la nouvelle entrée dans l'arbre. Lors de l'exécution de la requête, plus l'arbre sera bien balancé, plus l'exécution sera rapide.

picksplit

Quand une division de page est nécessaire pour un index, cette fonction décide des entrées de la page qui resteront sur l'ancienne page et de celles qui seront déplacées sur la nouvelle page.

La déclaration SQL de la fonction doit ressembler à ceci :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION my_picksplit(internal, internal)
RETURNS internal
AS 'MODULE_PATHNAME'
LANGUAGE C STRICT;
```

Et le code correspondant dans le module C peut alors suivre ce squelette :

```
PG_FUNCTION_INFO_V1(my_picksplit);
```

```

Datum
my_picksplit(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    GistEntryVector *entryvec = (GistEntryVector *) PG_GETARG_POINTER(0);
    GIST_SPLITVEC *v = (GIST_SPLITVEC *) PG_GETARG_POINTER(1);
    OffsetNumber maxoff = entryvec->n - 1;
    GISTENTRY *ent = entryvec->vector;
    GIST_SPLITVEC *v = (GIST_SPLITVEC *) PG_GETARG_POINTER(1);
    int             i,
                    nbytes;
    OffsetNumber *left,
                  *right;
    data_type   *tmp_union;
    data_type   *unionL;
    data_type   *unionR;
    GISTENTRY **raw_entryvec;

    maxoff = entryvec->n - 1;
    nbytes = (maxoff + 1) * sizeof(OffsetNumber);

    v->spl_left = (OffsetNumber *) palloc(nbytes);
    left = v->spl_left;
    v->spl_nleft = 0;

    v->spl_right = (OffsetNumber *) palloc(nbytes);
    right = v->spl_right;
    v->spl_nright = 0;

    unionL = NULL;
    unionR = NULL;

    /* Initialize the raw entry vector. */
    raw_entryvec = (GISTENTRY **) malloc(entryvec->n * sizeof(void *));
    for (i = FirstOffsetNumber; i <= maxoff; i = OffsetNumberNext(i))
        raw_entryvec[i] = &(entryvec->vector[i]);

    for (i = FirstOffsetNumber; i <= maxoff; i = OffsetNumberNext(i))
    {
        int          real_index = raw_entryvec[i] - entryvec->vector;

        tmp_union = DatumGetDataType(entryvec->vector[real_index].key);
        Assert(tmp_union != NULL);

        /*
         * Choose where to put the index entries and update unionL and unionR
         * accordingly. Append the entries to either v_spl_left or
         * v_spl_right, and care about the counters.
         */
        if (my_choice_is_left(unionL, curr, unionR, curr))
        {
            if (unionL == NULL)
                unionL = tmp_union;
            else
                unionL = my_unionImplementation(unionL, tmp_union);

            *left = real_index;
            ++left;
            ++(v->spl_nleft);
        }
        else
        {
            /*
             * Same on the right
             */
        }
    }

    v->spl_ldatum = DataTypeGetDatum(unionL);
}

```

```

    v->spl_rdatum = DataTypeGetDatum(unionR);
    PG_RETURN_POINTER(v);
}

```

Notice that the `picksplit` function's result is delivered by modifying the passed-in `v` structure. The return value per se is ignored, though it's conventional to pass back the address of `v`.

Comme `penalty`, la fonction `picksplit` est cruciale pour de bonnes performances de l'index. Concevoir des implantations convenables des fonctions `penalty` et `picksplit` est le challenge d'un index GiST performant.

`same`

Renvoit true si les deux entrées de l'index sont identiques, faux sinon. (Un « enregistrement d'index » est une valeur du type de stockage de l'index, pas nécessairement le type original de la colonne indexée.)

La déclaration SQL de la fonction ressemble à ceci :

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION my_same(storage_type, storage_type, internal)
RETURNS internal
AS 'MODULE_PATHNAME'
LANGUAGE C STRICT;

```

Et le code correspondant dans le module C peut alors suivre ce squelette :

```

PG_FUNCTION_INFO_V1(my_same);

Datum
my_same(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    prefix_range *v1 = PG_GETARG_PREFIX_RANGE_P(0);
    prefix_range *v2 = PG_GETARG_PREFIX_RANGE_P(1);
    bool        *result = (bool *) PG_GETARG_POINTER(2);

    *result = my_eq(v1, v2);
    PG_RETURN_POINTER(result);
}

```

Pour des raisons historiques, la fonction `same` ne renvoie pas seulement un résultat booléen ; à la place, il doit enregistrer le drapeau à l'emplacement indiqué par le troisième argument. La valeur de retour est ignoré, bien qu'il soit par convention de passer l'adresse de cet argument.

`distance`

À partir d'une entrée d'index `p` et une valeur recherchée `q`, cette fonction détermine la « distance » entre l'entrée de l'index et la valeur recherchée. Cette fonction doit être fournie si la classe d'opérateur contient des opérateurs de tri. Une requête utilisant l'opérateur de tri sera implémentée en renvoyant les entrées d'index dont les valeurs de « distance » sont les plus petites, donc les résultats doivent être cohérents avec la sémantique de l'opérateur. Pour une entrée d'index de type feuille, le résultat représente seulement la distance vers l'entrée d'index. Pour un nœud de l'arbre interne, le résultat doit être la plus petite distance que toute entrée enfant représente.

La déclaration SQL de la fonction doit ressembler à ceci :

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION my_distance(internal, data_type, smallint, oid, internal)
RETURNS float8
AS 'MODULE_PATHNAME'
LANGUAGE C STRICT;

```

Et le code correspondant dans le module C peut correspondre à ce squelette :

```

PG_FUNCTION_INFO_V1(my_distance);

Datum
my_distance(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    GISTENTRY  *entry = (GISTENTRY *) PG_GETARG_POINTER(0);
    data_type   *query = PG_GETARG_DATA_TYPE_P(1);
}

```

```

StrategyNumber strategy = (StrategyNumber) PG_GETARG_UINT16(2);
/* Oid subtype = PG_GETARG_OID(3); */
/* bool *recheck = (bool *) PG_GETARG_POINTER(4); */
data_type *key = DatumGetDataType(entry->key);
double      retval;

/*
 * determine return value as a function of strategy, key and query.
 */

PG_RETURN_FLOAT8(retval);
}

```

Les arguments de la fonction `distance` sont identiques aux arguments de la fonction `consistent`.

Quelques approximations sont autorisées pour déterminer la distance, pour que le résultat ne soit jamais plus grand que la distance réelle de l'entrée. De ce fait, par exemple, une distance dans une *bounding box* est généralement suffisante dans les applications géométriques. Pour un noeud d'un arbre interne, la distance renvoyée ne doit pas être plus grande que la distance vers tous les noeuds cibles. Si la distance renvoyée n'est pas exacte, la fonction doit configurer `*recheck` à true. (Ceci n'est pas nécessaire pour les noeuds de l'arbre interne ; en ce qui les concerne, le calcul est supposé toujours inexact.) Dans ce cas, l'exécuteur calculera la distance précise après la récupération de la ligne à partir de la pile, et réordonnera les lignes si nécessaires.

Si la fonction `distance` renvoie `*recheck = true` pour tout noeud feuille, le type de retour de l'opération de tri original doit être `float8` ou `float4`, et les valeurs résultats de la fonction `distance` doivent être comparables à ceux de l'opérateur original de tri, car l'exécuteur triera en utilisant les résultats de la fonction de distance et les résultats recalculés de l'opérateur de tri. Dans le cas contraire, les valeurs de résultats de la fonction `distance` peuvent être toute valeur `float8` finie, tant est que l'ordre relatif des valeurs résultats correspond à l'ordre renvoyé par l'opérateur de tri. (L'infini, positif comme négatif, est utilisé en interne pour gérer des cas comme les valeurs `NULL`, donc il n'est pas recommandé que les fonctions `distance` renvoient ces valeurs.)

fetch

Convertit la représentation compressée de l'index pour un élément de données vers le type de données original pour les parcours d'index seuls. Les données renvoyées doivent être une copie exacte, sans perte de la valeur indexée à l'origine.

La déclaration SQL de la fonction doit ressembler à ceci :

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION my_fetch(internal)
RETURNS internal
AS 'MODULE_PATHNAME'
LANGUAGE C STRICT;

```

L'argument est un pointeur vers une structure `GISTENTRY`. En entrée, son champ `key` contient une donnée non `NULL` compressée. La valeur de retour est une autre structure `GISTENTRY` dont le champ `key` contient la même donnée que l'original, mais non compressée. Si la fonction de compression de la classe d'opérateur ne fait rien pour les enregistrements feuilles, la méthode `fetch` peut renvoyer l'argument tel quel.

Le code correspondant dans le module C doit alors suivre ce squelette :

```

PG_FUNCTION_INFO_V1(my_fetch);

Datum
my_fetch(PG_FUNCTION_ARGS)
{
    GISTENTRY *entry = (GISTENTRY *) PG_GETARG_POINTER(0);
    input_data_type *in = DatumGetP(entry->key);
    fetched_data_type *fetched_data;
    GISTENTRY *retval;

    retval = palloc(sizeof(GISTENTRY));
    fetched_data = palloc(sizeof(fetched_data_type));

    /*
     * Convertit 'fetched_data' en un Datum du type de données original.
     */

    /* remplit *retval à partir de fetch_data. */

```

```

    gistentryinit(*retval, PointerGetDatum(converted_datum),
                  entry->rel, entry->page, entry->offset, FALSE);

    PG_RETURN_POINTER(retval);
}

```

Si la méthode de compression est à perte pour les entrées feuilles, la classe d'opérateur ne supporte pas les parcours d'index seuls, et ne doit pas définir une fonction `fetch`.

Toutes les méthodes de support GiST sont habituellement appelées dans des contextes mémoires à durée limitée. En fait, `CurrentMemoryContext` sera réinitialisé après le traitement de chaque ligne. Il n'est donc pas très important de s'inquiéter de libérer avec `pfree` tout ce que vous avez alloué avec `malloc`. Néanmoins, dans certains cas, une méthode de support peut avoir besoin de cacher des données à utiliser lors des prochains appels. Pour cela, allouez les données à durée de vie longue dans `fcinfo->flinfo->fn_mcxt` et conservez un pointeur vers ces données dans `fcinfo->flinfo->fn_extra`. Ce type de données va survivre pendant toute la durée de l'opération sur l'index (par exemple, un seul parcours d'index GiST, une construction d'index ou l'insertion d'une ligne dans un index). Faites attention à libérer avec `pfree` la valeur précédente lors du remplacement d'une valeur `fn_extra`. Dans le cas contraire, une perte mémoire s'accumulera pendant la durée de l'opération.

61.4. Implémentation

61.4.1. Construction GiST avec tampon

Construire de gros index GiST en insérant simplement toutes les lignes a tendance à être lent car si les lignes de l'index sont dispersées dans tout l'index et que l'index est suffisamment gros pour ne pas tenir dans le cache, les insertions ont besoin de réaliser un grand nombre d'opérations d'entrées/sorties aléatoires. À partir de la version 9.2, PostgreSQL supporte une méthode plus efficace pour construire des index GiST en se basant sur des tampons qui peuvent dramatiquement réduire le nombre d'entrées/sorties aléatoires nécessaires pour les ensembles de données non triées. Pour les ensembles de données déjà bien triées, le gain est plus petit, voire inexistant car seul un petit nombre de pages reçoit des nouvelles lignes à un même instant et ces pages tiennent généralement en cache même si l'index complet ne tient pas.

Néanmoins, la construction d'index par tampon a besoin d'appeler la fonction `penalty` plus fréquemment, ce qui consomme un peu plus de ressources CPU. De plus, les tampons utilisés lors de cette construction ont besoin d'un espace disque temporaire, allant jusqu'à la taille de l'index résultant. L'utilisation de tampons peut aussi influencer la qualité de l'index résultant, de façon positive et négative. Cette influence dépend de plusieurs facteurs, comme la distribution des données en entrée et de l'implémentation de la classe d'opérateur.

Par défaut, la construction d'un index GiST bascule sur la méthode avec tampons lorsque la taille de l'index atteint effective_cache_size. Cette bascule peut être activée ou désactivée manuellement avec le paramètre `BUFFERING` de la commande `CREATE INDEX`. Le comportement par défaut est bon dans la plupart des cas, mais désactiver l'utilisation des tampons pourrait apporter une amélioration des performances lors de la construction sur les données en entrée sont déjà triées.

61.5. Exemples

La distribution source de PostgreSQL™ inclut plusieurs exemples de méthodes d'indexation implantées selon GiST. Le système principal fournit des fonctionnalités de recherche plein texte (indexation des `tsvector` et `tsquery`) ainsi que des fonctionnalités équivalentes aux R-Tree pour certains types de données géométriques (voir `src/backend/access/gist/gistproc.c`). Les modules contrib suivants contiennent aussi des classes d'opérateur GiST :

```

btree_gist
    Fonctionnalités équivalentes aux B-Tree pour plusieurs types de données

cube
    Indexation de cubes multi-dimensionnels

hstore
    Module pour le stockage des paires (clé, valeur)

intarray
    RD-Tree pour tableaux uni-dimensionnels de valeurs int4

ltree
    Indexation des structures de type arbre

pg_trgm
    Similarité textuelle par correspondance de trigrammes

```

seg

Indexation pour les « nombres flottants »

Chapitre 62. Index SP-GiST

62.1. Introduction

SP-GiST est une abréviation pour les espaces géographiques partitionnées avec GiST. SP-GiST supporte les arbres de recherche partitionnés, qui facilitent le développement d'un grand nombre de structures de données non balancées différentes, comme les *quadtree*, les arbres k-d et les arbres de *radix*. Le principal intérêt de ces structures et la division régulière de l'espace de recherche en partitions de taille égales. Les recherches qui correspondent bien avec la règle de partitionnement peuvent être très rapides.

Ces fameuses structures de données ont été initialement conçues pour une exécution en mémoire. Dans la mémoire principale, elles sont généralement conçues comme un ensemble de nœuds alloués dynamiquement et reliés entre eux par des pointeurs. Cette organisation ne peut pas être transposée directement sur disque car ces suites de pointeurs peuvent nécessiter un nombre d'accès disque trop important. Au contraire, les structures de données adaptées au disque devraient permettre de charger simultanément un grand nombre de données (*high fanout*) pour minimiser les accès disque. Le challenge proposé par SP-GiST est de faire correspondre les nœuds des arbres de recherche avec les pages du disque de manière à ce qu'une recherche ne nécessite qu'un faible nombre d'accès disque, même si il nécessite de traverser plusieurs nœuds.

Tout comme GiST, SP-GiST est destiné à permettre le développement de types de données personnalisées, disposant des méthodes d'accès appropriées, par un expert du domaine plutôt que par un expert en base de données.

Une partie des informations fournies ici sont extraites du *site web* du projet d'indexation SP-GiST de l'université Purdue. L'implémentation de SP-GiST dans PostgreSQL™ est principalement maintenue par Teodor Sigaev et Oleg Bartunov, plus d'informations sont disponibles sur leur *site web*.

62.2. Classes d'opérateur internes

La distribution de PostgreSQL™ inclut les classes d'opérateur SP-GiST indiquées dans Tableau 62.1, « Classes d'opérateur SP-GiST internes ».

Tableau 62.1. Classes d'opérateur SP-GiST internes

Nom	Type de données indexé	Opérateurs indexables
kd_point_ops	point	<< <@ <^ >> >^ ~=
quad_point_ops	point	<< <@ <^ >> >^ ~=
range_ops	any range type	&& &< &> - - << <@ = >> @>
box_ops	box	<< &< && &> >> ~= @> <@ &< << >> &>
text_ops	text	< <= = > >= ~<= ~ ~< ~ ~>= ~ ~>~

Sur les deux classes d'opérateur pour le type point, `quad_point_ops` est celui par défaut. `kd_point_ops` gère les mêmes opérateurs mais utilise une structure de données différente pour l'index, structure pouvant offrir de meilleures performances pour certaines utilisations.

62.3. Extensibilité

SP-GiST offre une interface avec un haut niveau d'abstraction, imposant au développeur des méthodes d'accès de n'implémenter que des méthodes spécifiques à un type de donnée spécifié. Le cœur de SP-GiST est responsable de l'efficacité du stockage sur le disque et de la recherche dans la structure arborescente. Il s'occupe aussi de la concurrence d'accès et des journaux.

Les lignes des feuilles d'un arbre SP-GiST contiennent des valeurs du même type de données que la colonne indexée. Les lignes des feuilles à la racine contiendront toujours la valeur originale de la donnée indexée, mais les lignes des feuilles à des niveaux inférieurs peuvent contenir seulement des représentations réduites, comme un suffixe. Dans ce cas, les classes d'opérateur des fonctions supportées devront être capables de reconstruire la valeur originale en utilisant les informations accumulées dans les lignes intermédiaires au travers du parcours de l'arbre et vers le niveau le plus bas.

Les lignes intermédiaires sont plus complexes car elles relient des points dans l'arbre de recherche. Chaque ligne intermédiaire contient un ensemble d'au moins un *nœud*, qui représente des groupes de valeurs similaires de feuilles. Un nœud contient un lien qui mène vers un autre nœud de niveau inférieur, ou une petite liste de lignes de feuilles qui appartiennent toutes à la même page d'index. Chaque nœud a un *label* qui le décrit. Par exemple, dans un arbre *radix*, le label du nœud peut être le caractère suivant

de la chaîne de caractère. (Sinon, une classe d'opérateur peut omettre les labels des nœuds si elle fonctionne avec un ensemble fixe de nœuds pour les enregistrements internes ; voir Section 62.4.2, « SP-GiST sans label de nœud ».) En option, une ligne intermédiaire peut avoir une valeur de *préfixe* qui décrit tous ses membres. Dans un arbre *radix*, cela peut être le préfixe commun des chaînes représentant les données. La valeur du préfixe n'est pas nécessairement réellement un préfixe, mais peut être toute donnée utilisée par la classe d'opérateur. Par exemple, pour un *quadtree*, il peut stocker le barycentre des quatre points représenté par chaque feuille. Une ligne intermédiaire d'un *quadtree* contiendra aussi quatre nœuds correspondants à des points autour de ce point central.

Quelques algorithmes de recherche arborescente nécessite la connaissance du niveau (ou profondeur) de la ligne en cours, et ainsi le cœur de SP-GiST fournit aux classes d'opérateur la possibilité de gérer le décompte des niveaux lors du parcours de l'arbre. Il fournit aussi le moyen de reconstruire de façon incrémentale la valeur représentée lorsque cela est nécessaire, et pour passer des données supplémentaires (appelées *valeurs traverses*) lors de la descente de l'arbre.



Note

Le code du cœur de SP-GiST tient aussi compte des valeurs NULL. Bien que les index SP-GiST stockent des entrées pour les valeurs NULL dans les colonnes indexées, cette implémentation reste non apparente au code de l'index de classe d'opérateur : aucune valeur NULL d'index ou de condition de recherche ne sera jamais transmis aux méthodes de la classe d'opérateur (il est convenu que les opérateurs SP-GiST sont stricts et ainsi ne peuvent trouver des valeurs NULL). Le cas des valeurs NULL n'est ainsi plus abordé dans les paragraphes qui suivent.

Un index de classe d'opérateur pour SP-GiST peut proposer cinq méthodes personnalisées. Chacune de ces cinq méthodes doit suivre la convention qui consiste à accepter deux arguments de type internal, le premier étant un pointeur vers une structure C contenant les valeurs en entrée de cette méthode, et le second étant un pointeur vers une structure C où les valeurs en sortie seront placées. Quatre de ces méthodes retournent void car leurs résultats sont présent dans la structure en sortie. Mais la méthode `leaf_consistent` retourne en complément une valeur de type boolean. Les méthodes ne doivent modifier aucun des champs de la structure en entrée. Dans tous les cas, la structure en sortie est initialisée avec des zéros avant l'appel à la méthode personnalisée.

Les cinq méthodes personnalisées sont :

`config`

Retourne des informations statiques concernant l'implémentation des index, incluant les OID du type de données du préfixe et le type de données du label du nœud.

La déclaration SQL de la fonction doit ressembler à :

```
CREATE FUNCTION ma_configuration(internal, internal) RETURNS void ...
```

Le premier argument est un pointeur vers une structure C `spgConfigIn`, qui contient les données en entrée de la fonction. Le second argument est un pointeur vers une structure C `spgConfigOut`, qui permet à la fonction d'y spécifier les données en sortie.

```
typedef struct spgConfigIn
{
    Oid          attType;           /* Le type de donnée à indexer */
} spgConfigIn;

typedef struct spgConfigOut
{
    Oid          prefixType;       /* Le type de donnée des préfixe des tuples
intermédiaires */
    Oid          labelType;        /* Le type de donnée des labels de nœud des tuples
intermédiaires */
    bool         canReturnData;    /* Opclass peut reconstruire les données originales */
    bool         longValuesOK;    /* Opclass sait gérer les valeurs plus grandes
qu'une page */
} spgConfigOut;
```

`attType` est fourni pour gérer les index polymorphiques de classe d'opérateur. Pour les types de données ordinaires de classe d'opérateur (fixés), il aura toujours la même valeur et peut ainsi être ignoré.

Pour les classes d'opérateurs qui n'utilisent pas de préfixe, `prefixType` peut être défini à `VOIDOID`. De la même façon,

pour les classes d'opérateurs qui n'utilisent pas de label de nœud, `labelType` peut être défini à `VOIDOID`. `canReturnData` peut être défini à true si la classe d'opérateur est capable de reconstruire la valeur d'index fournie initialement. `longValuesOK` doit être défini à true uniquement lorsque `attType` est de longueur variable et que la classe d'opérateur est capable de segmenter les grandes valeurs en répétant les suffixes (voir Section 62.4.1, « Limites de SP-GIST »).

choose

Choisit une méthode pour insérer une nouvelle valeur dans une ligne intermédiaire.

La déclaration SQL de la fonction doit ressembler à :

```
CREATE FUNCTION mon_choix(internal, internal) RETURNS void ...
```

Le premier argument est un pointeur vers une structure C `spgChooseIn`, qui contient les données en entrée de la fonction. Le second argument est un pointeur vers une structure C `spgChooseOut`, qui permet à la fonction d'y spécifier les données en sortie.

```
typedef struct spgChooseIn
{
    Datum      datum;          /* donnée initiale à indexer */
    Datum      leafDatum;     /* donnée en cours à stocker dans la feuille */
    int        level;          /* niveau en cours (à partir de 0) */

    /* Données issues de la ligne intermédiaire */
    bool       allTheSame;     /* la ligne contient des valeurs équivalentes ? */
    bool       hasPrefix;      /* la ligne a-t-elle un préfixe? */
    Datum      prefixDatum;   /* si c'est le cas, la valeur de ce préfixe */
    int        nNodes;         /* nombre de nœuds dans la ligne intermédiaire */
    Datum      *nodeLabels;    /* valeurs du label du nœud (NULL sinon) */
} spgChooseIn;

typedef enum spgChooseResultType
{
    spgMatchNode = 1,           /* descend dans le nœud existant */
    spgAddNode,                /* ajoute un nœud dans la ligne intermédiaire */
    spgSplitTuple              /* scinde une ligne intermédiaire (modifie son
préfixe) */
} spgChooseResultType;

typedef struct spgChooseOut
{
    spgChooseResultType resultType; /* code d'action, voir plus bas */
    union
    {
        struct                  /* résultats de spgMatchNode */
        {
            int        nodeN;    /* descend dans ce nœud (à partir de 0) */
            int        levelAdd; /* incrémente le niveau de cette valeur */
            Datum      restDatum; /* nouvelle valeur de la feuille */
        } matchNode;
        struct                  /* résultats de spgAddNode */
        {
            Datum      nodeLabel; /* nouveau label du nœud */
            int        nodeN;     /* là où l'insérer (à partir de 0) */
        } addNode;
        struct                  /* résultats pour spgSplitTuple */
        {
            /* Informations pour former a nouveau tuple intermédiaire avec un nœud
*/
            bool       prefixHasPrefix; /* la ligne doit-elle avoir un préfixe ? */
            /*
            Datum      prefixPrefixDatum; /* si oui, sa valeur */
            Datum      nodeLabel;        /* label du nœud */
            /*
            /* Informations pour former une nouvelle ligne intermédiaire de niveau
inférieur
            /* à partir de tous les anciens nœuds */
            bool       postfixHasPrefix; /* la ligne doit-elle avoir un préfixe ? */
        }
    }
}
```

```

        } Datum      postfixPrefixDatum; /* si oui, sa valeur */
    } splitTuple;
} result;
} spgChooseOut;
}

```

datum est la valeur initiale de la donnée qui a été insérée dans l'index. *leafDatum* est initialement le même que *datum*, mais peut changer à des niveaux inférieurs de l'arbre si la fonction *choose* ou *picksplit* change cette valeur. Lorsque la recherche liée à l'insertion atteint une feuille, la valeur actuelle de *leafDatum* sera stockée dans la nouvelle ligne de feuille créée. *level* est le niveau actuel de la ligne intermédiaire, en considérant que 0 est le niveau racine. *allTheSame* est true si la ligne intermédiaire actuelle est marquée comme contenant plusieurs nœuds équivalents. (voir Section 62.4.3, « Lignes intermédiaires « All-the-same » »). *hasPrefix* est vrai si la ligne intermédiaire actuelle contient un préfixe ; si c'est le cas, *prefixDatum* est sa valeur. *nNodes* est le nombre de nœuds enfants contenus dans la ligne intermédiaire, et *nodeLabels* est un tableau des valeurs de leurs labels, ou NULL s'il n'y a pas de labels.

La fonction *choose* peut déterminer si la nouvelle valeur correspond à un des nœuds enfants existants, ou si un nouvel enfant doit être ajouté, ou si la nouvelle valeur n'est pas consistante avec les préfixes de ligne et qu'ainsi la ligne intermédiaire doit être découpée pour créer un préfixe moins restrictif.

Si la nouvelle valeur correspond à un des nœuds enfants existants, définir *resultType* à *spgMatchNode*, et définir *nodeN* à l'index (à partir de 0) du nœud dans le tableau de nœud. Définir *levelAdd* à l'incrément de *level* nécessaire pour descendre au travers de ce nœud, ou le laisser à 0 si la classe d'opérateur n'utilise pas de niveaux. Définir *restDatum* à la valeur de *datum* si la classe d'opérateur ne modifie pas les valeurs d'un niveau au suivant, ou dans le cas contraire, définir la valeur modifiée pour être utilisée comme valeur de *leafDatum* au niveau suivant.

Si un nouveau nœud enfant doit être ajouté, définir *resultType* à *spgAddNode*. Définir *nodeLabel* au label à utiliser pour le nouveau nœud, et définir *nodeN* à l'index (de 0) auquel insérer le nœud dans le tableau de nœud. Après que ce nœud ait été ajouté, la fonction *choose* sera appelée à nouveau avec la ligne intermédiaire modifiée. Cet appel devrait produire un résultat *spgMatchNode*.

Si la nouvelle valeur est cohérente avec le préfixe de ligne, définir *resultType* à *spgSplitTuple*. Cette action déplace tous les nœuds existants dans le nouveau niveau inférieur de la ligne intermédiaire, et remplace la ligne intermédiaire existant avec une ligne qui dispose d'un unique nœud qui est lié à la nouvelle ligne intermédiaire de niveau inférieur. Définir *prefixHasPrefix* pour indiquer si les nouvelles lignes supérieures doivent avoir un préfixe, et si c'est le cas, définir *prefixPrefixDatum* à la valeur du préfixe. Cette nouvelle valeur de préfixe doit être suffisamment moins restrictive que l'original pour accepter que la nouvelle valeur soit indexée, et ne doit pas être plus longue que le préfixe original. Définir *nodeLabel* à la valeur du label à utiliser pour le nœud qui pointera vers la ligne intermédiaire de niveau inférieur. Définir *postfixHasPrefix* pour indiquer si la nouvelle ligne intermédiaire de niveau inférieur aura un préfixe, et dans ce cas définir *postfixPrefixDatum* à la valeur du préfixe. La combinaison de ces deux préfixes et le label additionnel doit avoir la même signification que le préfixe original car il n'y a pas de moyen de modifier le label du nœud qui est déplacé vers la nouvelle ligne de niveau inférieur, ni de modifier une quelconque entrée d'index enfant. Après que ce nœud ait été découpé, la fonction *choose* sera appelée à nouveau avec la ligne intermédiaire de remplacement. Cet appel devrait retourner un *spgAddNode* car, à priori, le label du nœud ajouté lors de l'étape de découpage ne correspondra pas à la nouvelle valeur. Ainsi, après cette étape, il y aura une troisième étape qui retournera finalement *spgMatchNode* et permettra l'insertion pour descendre au niveau feuille.

picksplit

Décide de la manière à suivre pour créer une ligne intermédiaire à partir d'un ensemble de lignes de feuilles.

La déclaration de fonction SQL doit ressembler à :

```
CREATE FUNCTION mon_decoupage(internal, internal) RETURNS void ...
```

Le premier argument est un pointeur vers une structure C *spgPickSplitIn*, qui contient les données en entrée de la fonction. Le second argument est un pointeur vers une structure C *spgPickSplitOut*, qui permet à la fonction d'y spécifier les données en sortie.

```

typedef struct spgPickSplitIn
{
    int          nTuples;           /* nombre de lignes feuilles */
    Datum        *datums;          /* leur données (tableau de taille nTuples) */
    int          level;            /* niveau actuel (à partir de 0) */
} spgPickSplitIn;

typedef struct spgPickSplitOut
{
}

```

```

    bool      hasPrefix;      /* les nouvelles lignes intermédiaires doivent-elles
avoir un préfixe ? */
    Datum     prefixDatum;   /* si oui, la valeur du préfixe */

    int       nNodes;        /* nombre de nœud pour une nouvelle ligne
intermédiaire */
    Datum     *nodeLabels;   /* leurs labels (ou NULL s'il n'y a aucun label) */

    int       *mapTuplesToNodes; /* index du nœud de chaque ligne feuille */
    Datum     *leafTupleDatums; /* données à stocker dans chaque nouvelle ligne
feuille */
} spgPickSplitOut;

```

nTuples est le nombre de lignes feuilles fournies. *datums* est un tableau de leurs données. *level* est le niveau actuel que les lignes feuille concernées partagent, qui deviendra le niveau de la nouvelle ligne intermédiaire.

Définir *hasPrefix* pour indiquer que la nouvelle ligne intermédiaire doit avoir un préfixe, et dans ce cas, définir *prefix-Datum* à la valeur de ce préfixe. Définir *nNodes* pour indiquer le nombre de nœuds que contiendra la nouvelle ligne intermédiaire, et spécifier dans *nodeLabels* un tableau de leurs labels, ou NULL si les labels ne sont pas nécessaires. Attribuer à *mapTuplesToNodes* un tableau des index (à partir de zéro) des nœuds auxquels seront assignés chaque ligne feuille. Attribuer à *leafTupleDatums* un tableau des valeurs à stocker dans la nouvelle ligne de feuilles (ces valeurs seront les mêmes que celles des données *datums* fournies en paramètre si la classe d'opérateur ne modifie pas les données d'un niveau à un autre). À noter que la fonction *picksplit* est responsable de l'allocation de mémoire des tableaux *nodeLabels*, *mapTuplesToNodes* et *leafTupleDatums*.

Si plus d'une ligne de feuille est fournie, il est nécessaire que la fonction *picksplit* les classent en plus d'un nœud. Dans le cas contraire, il ne sera pas possible de répartir les lignes des feuilles sur des pages différentes, ce qui est pourtant l'objectif de cette opération. À cet effet, si la fonction *picksplit* se termine après avoir réparti toutes les lignes des feuilles dans le même nœud, le code du moteur de SP-GiST ne tiendra pas compte de cette décision, et générera une ligne intermédiaire dans lequel chaque ligne de feuille sera assigné aléatoirement à plusieurs nœuds de labels identiques. De telles lignes sont marquées *allTheSame* pour garder une trace de cette décision. Les fonctions *choose* et *inner_consistent* doivent tenir compte de ces lignes intermédiaires. Voir Section 62.4.3, « Lignes intermédiaires « All-the-same » » pour plus d'informations.

picksplit peut être appliquée à une unique ligne de feuille lorsque la fonction *config* définit *longValuesOK* à true et qu'une valeur plus large qu'une page est donnée en paramètre. Dans ce cas, l'objectif de la fonction est d'extraire un préfixe et de produire une donnée de feuille moins longue. Cet appel sera répété jusqu'à ce que la donnée de la feuille soit suffisamment petite pour tenir dans une page. Voir Section 62.4.1, « Limites de SP-GiST » pour plus d'information.

inner_consistent

Retourne un ensemble de nœuds (branches) à suivre durant une recherche arborescente.

La déclaration SQL de cette fonction doit ressembler à :

```
CREATE FUNCTION ma_suite_de_nœuds(internal, internal) RETURNS void ...
```

Le premier argument est un pointeur vers une structure C *spgInnerConsistentIn*, qui contient les données en entrée de la fonction. Le second argument est un pointeur vers une structure C *spgInnerConsistentOut*, qui permet à la fonction d'y spécifier les données en sortie.

```

typedef struct spgInnerConsistentIn
{
    ScanKey      scankeys;        /* tableau d'opérateurs et de valeurs de comparaison */
    int          nkeys;          /* taille du tableau */

    Datum        reconstructedValue; /* valeur reconstruite au niveau parent */
    MemoryContext traversalMemoryContext; /* placer les nouvelles valeurs ici */
    int          level;           /* niveau actuel (à partir de zéro) */
    bool         returnData;      /* retourner la valeur originale ? */

    /* Données du tuple intermédiaire en cours */
    bool         allTheSame;      /* la ligne est-elle identifiée comme all-the-same ? */
    bool         hasPrefix;       /* la ligne a-t-elle un préfixe ? */
    Datum        prefixDatum;    /* dans ce cas, la valeur du préfixe */
    int          nNodes;         /* nombre de nœuds dans la ligne intermédiaire */
}

```

```

    Datum      *nodeLabels; /* labels du nœud (NULL si pas de labels) */
    void       **traversalValues; /* valeurs traverses spécifiques de la
classe d'opérateur */
} spgInnerConsistentIn;

typedef struct spgInnerConsistentOut
{
    int          nNodes;        /* nombre de nœuds enfants à visiter */
    int          *nodeNumbers;   /* leurs index dans le tableau de nœuds */
    int          *levelAdds;     /* l'incrément à apporter au niveau pour chaque
enfant */
    Datum        *reconstructedValues; /* valeurs reconstruites associées */
} spgInnerConsistentOut;

```

Le tableau *scankeys*, de longueur *nkeys*, décrit les conditions de recherche d'index. Ces conditions sont combinées avec un opérateur ET. Seuls les entrées d'index qui correspondent à toutes ces conditions sont conservées (à noter que *nkeys* = 0 implique que toutes les entrées d'index sont conservées). Généralement, la fonction *inner_consistent* ne tient compte que des champs *sk_strategy* et *sk_argument* de chaque entrée de tableau, qui fournissent respectivement l'opérateur indexé et la valeur de comparaison. En particulier, il n'est pas nécessaire de vérifier si *sk_flags* est NULL car le moteur de SP-GiST aura complété cette valeur. *reconstructedValue* est la valeur reconstruite pour la ligne parent. La valeur est (Datum) 0 au niveau le plus haut ou si la fonction *inner_consistent* ne fournit pas de valeur pour le niveau supérieur. *traversalValue* est un pointeur vers toute donnée traverse passée à l'appel précédent de *inner_consistent* sur l'enregistrement parent de l'index, ou NULL à la racine. *traversalMemoryContext* est le contexte mémoire de stockage des valeurs traverses en sortie (voir ci-dessous). *level* est le niveau actuel de la ligne intermédiaire, en commençant à 0 pour le niveau racine. *returnData* est true pour la valeur reconstruite pour cette requête. Ce n'est le cas que si la fonction *config* définit *canReturnData*. *allTheSame* est true si la ligne intermédiaire en cours est marquée « all-the-same ». Dans ce cas, tous les nœuds ont le même label (si un label est défini) et ainsi soit ils correspondent tous à la requête, soit aucun ne correspond (voir Section 62.4.3, « Lignes intermédiaires « All-the-same » »). *hasPrefix* est true si la ligne intermédiaire en cours contient un préfixe. Dans ce cas, *prefixDatum* est sa valeur. *nNodes* est le nombre de nœuds enfants de la ligne intermédiaire, et *nodeLabels* est un tableau de leurs labels, ou NULL si les nœuds n'ont pas de labels.

nNodes doit être défini comme le nombre de nœuds enfants qui doivent être visités durant la recherche, et *nodeNumbers* doit être défini comme le tableau de leurs index. Si la classe d'opérateur effectue le suivi des niveaux, définir *levelAdds* comme un tableau des incrément à ajouter aux niveaux pour descendre vers chaque nœud à visiter (dans la plupart des cas, les incrément seront les mêmes pour chaque nœud, mais ce n'est pas systématique, et ainsi un tableau est employé). Si la reconstruction de la valeur est nécessaire, définir *reconstructedValues* comme le tableau des valeurs reconstruites pour chaque nœud enfant à visiter. Sinon, laisser *reconstructedValues* à la valeur NULL. S'il est souhaitable de passer les informations supplémentaires hors bande (« valeurs traverses ») pour diminuer les niveaux de l'arbre de recherche, initialiser *traversalValues* en un tableau des valeurs traverses appropriées, un pour chaque nœuds enfants à visiter ; sinon laisser *traversalValues* à NULL. Notez que la fonction *inner_consistent* est responsable de l'allocation mémoire des tableaux *nodeNumbers*, *levelAdds* *reconstructedValues* et *traversalValues* dans le contexte mémoire actuel. Néanmoins, toute valeur traverse en sortie pointée par le tableau *traversalValues* devrait être allouée dans *traversalMemoryContext*. Chaque valeur traverse doit être un morceau simple alloué avec la fonction *palloc*.

leaf_consistent

Retourne true si une ligne de feuille satisfait une requête.

La déclaration SQL de cette fonction doit ressembler à :

```
CREATE FUNCTION ma_fonction_leaf_consistent(internal, internal) RETURNS bool ...
```

Le premier argument est un pointeur vers une structure C *spgLeafConsistentIn*, qui contient les données en entrée de la fonction. Le second argument est un pointeur vers une structure C *spgLeafConsistentOut*, qui permet à la fonction d'y spécifier les données en sortie.

```

typedef struct spgLeafConsistentIn
{
    ScanKey      scankeys;        /* tableau d'opérateurs et de valeurs de comparaison
*/
    int          nkeys;           /* longueur d'un tableau */
    void       **traversalValue; /* valeur traverse spécifique à la classe
d'opérateur */
    Datum        reconstructedValue; /* valeur reconstruite au parent */

```

```

    int          level;      /* niveau actuel (à partir de zéro) */
    bool         returnData;  /* les données originales doivent-elles être
reconstruites ? */

    Datum        leafDatum;  /* données de la ligne de feuille */
} spgLeafConsistentIn;

typedef struct spgLeafConsistentOut
{
    Datum        leafValue;   /* données originales reconstruites, le cas échéant
*/
    bool         recheck;     /* définir à true si l'opérateur doit être revérifié
*/
} spgLeafConsistentOut;

```

Le tableau *scankeys*, de longueur *nkeys*, décrit les conditions de recherche dans l'index. Ces conditions sont uniquement combinées avec AND -- Seules les entrées d'index qui satisfont toutes les conditions satisfont la requête (Notez que *nkeys* = 0 implique que toutes les entrées de l'index satisfont la requête). Généralement, la fonction de recherche ne tient compte que des champs *sk_strategy* et *sk_argument* de chaque entrée du tableau, qui correspondent respectivement à l'opérateur indexable et à la valeur de comparaison. En particulier, il n'est pas nécessaire de vérifier *sk_flags* pour savoir que la valeur de comparaison est NULL car le code du cœur de SP-GiST filtre ces conditions. *reconstructedValue* est la valeur reconstruite pour la ligne parent ; Il s'agit de (Datum) 0 au niveau racine ou si la fonction *inner_consistent* ne fournit pas de valeur au niveau parent. *traversalValue* est un pointeur vers toute donnée traverse passée lors de l'appel précédent à *inner_consistent* de l'enregistrement parent de l'index ou NULL à la racine. *level* est le niveau actuel de la ligne de feuille, qui commence à zéro pour le niveau racine. *returnData* est true s'il est nécessaire de reconstruire les données pour cette requête. Cela ne sera le cas que lorsque la fonction *config* vérifie *canReturnData*. *leafDatum* est la valeur de la clé stockée dans la ligne de feuille en cours.

La fonction doit retourner true si la ligne de feuille correspond à la requête ou false sinon. Dans le cas où la valeur serait true, et que *returnData* est true alors *leafValue* doit être défini à la valeur originale fournie pour être indexée pour cette ligne de feuille. *recheck* peut être défini à true si la correspondance est incertaine et ainsi l'opérateur doit être réappliqué à la pile de ligne courante pour vérifier la correspondance.

Toutes les méthodes permettant d'utiliser SP-GiST sont normalement exécutées dans un contexte mémoire de courte durée, c'est-à-dire que *CurrentMemoryContext* sera remis à zéro après le traitement de chaque ligne. Il n'est cependant pas réellement important de se soucier de désallouer la mémoire allouée avec *malloc* (la méthode *config* est une exception : elle essaiera d'éviter les fuites mémoire). Mais généralement, la méthode *config* ne nécessite rien si ce n'est assigner des constantes aux structures passées en paramètre).

Si la colonne indexée a un type de donnée collationnable, l'index de collationnement sera passé à toutes les méthodes, en utilisant le mécanisme standard *PG_GET_COLLATION()*.

62.4. Implémentation

Cette section traite des détails d'implémentation et d'autres astuces qui sont utiles à connaître pour implémenter des opérateurs de classe SP-GiST.

62.4.1. Limites de SP-GiST

Les lignes de feuille individuelles et les lignes intermédiaires doivent tenir dans une unique page d'index (8 Ko par défaut). Cependant, lorsque des données de taille variable sont indexées, les longues valeurs ne sont uniquement supportées que par les arbres suffixés, dans lesquels chaque niveau de l'arbre contient un préfixe qui est suffisamment petit pour tenir dans une page. La classe d'opérateur doit uniquement définir *longValuesOK* à TRUE si elle supporte ce cas de figure. Dans le cas contraire, le cœur de SP-GiST rejetera l'indexation d'une valeur plus large qu'une page.

De la même manière, il est de la responsabilité de l'opérateur de classe de s'assurer que la taille des lignes intermédiaires soit plus petite qu'une page ; cela limite le nombre de nœuds enfants qui peuvent être utilisés dans une ligne intermédiaire, ainsi que la taille maximum d'un préfixe.

Une autre limite est que lorsqu'un nœud de ligne intermédiaire pointe vers un ensemble de lignes de feuille, ces lignes doivent toutes être dans la même page d'index (il s'agit d'une décision d'architecture pour réduire le temps de recherche et utiliser moins de mémoire dans les liens qui lient de telles lignes ensemble). Si l'ensemble de lignes de feuille grandit plus qu'une page, un découpage est réalisé et un nœud intermédiaire est inséré. Pour que ce mécanisme résolve le problème, le nouveau nœud intermédiaire doit diviser l'ensemble de valeurs de feuilles en plus d'un groupe de nœuds. Si la fonction *picksplit* de la classe d'opérateur n'y parvient pas, le cœur de SP-GiST met en œuvre des mesures extraordinaires telles que décrites dans Section 62.4.3, « Lignes inter-

médiaires « All-the-same » ».

62.4.2. SP-GiST sans label de nœud

Certains algorithmes d'arbres utilisent un ensemble de nœuds figé pour chaque ligne intermédiaire ; par exemple, l'arbre quad-tree impose exactement quatre nœuds correspondant aux quatre coins autour du centreïde de la ligne intermédiaire. Dans ce cas, le code travaille généralement avec les nœuds au moyen de leur identifiant, et le besoin de label de nœud ne se fait pas ressentir. Pour supprimer les labels de nœud (et ainsi gagner de l'espace), la fonction `picksplit` peut retourner NULL pour le tableau `nodeLabels`. Cela aura pour effet d'obtenir une valeur NULL pour `nodeLabels` lors des appels aux fonctions `choose` et `inner_consistent`. En principe, les labels de nœuds peuvent être utilisés par certaines lignes intermédiaires, et ignorés pour les autres de même index.

Lorsqu'une ligne intermédiaire sans label est concerné, la fonction `choose` ne peut pas retourner `spgAddNode` car l'ensemble des nœuds est supposé être fixé dans de tels cas. De même, il n'y a aucune raison de générer un nœud sans label dans les actions `spgSplitTuple` à partir du moment où une action `spgAddNode` est attendue.

62.4.3. Lignes intermédiaires « All-the-same »

Le cœur de SP-GiST peut surcharger les résultats de la fonction `picksplit` de l'opérateur de classe lorsque `picksplit` ne réussit pas à diviser la valeur de la feuille fournie en au moins un nœud. Dans ce cas, la nouvelle ligne intermédiaire est créée avec de multiples nœuds qui ont tous le même label (si un label est défini) qui est celui attribué au nœud utilisé par `picksplit` et les valeurs des feuilles sont divisées aléatoirement entre les nœuds équivalents. Le drapeau `allTheSame` est activé sur la ligne intermédiaire pour signifier aux fonctions `choose` et `inner_consistent` que la ligne n'a pas l'ensemble de nœud attendu.

Lorsque le cas d'une ligne `allTheSame` est rencontré, le résultat de la fonction `choose` sous la forme `spgMatchNode` est interprété de manière à ce que la nouvelle valeur puisse être assignée à chacun des nœuds équivalents ; le code du cœur de SP-GiST ignorera la valeur `nodeN` fournie et descendra dans l'un des nœuds enfants au hasard (pour conserver l'équilibre de l'arbre). Il s'agirait d'une erreur si la fonction `choose` retournait `spgAddNode` car tous les nœuds ne seraient pas équivalents ; l'action `spgSplitTuple` doit être utilisée si la valeur à insérer ne correspond pas aux nœuds existants.

Lorsque le cas d'une ligne `allTheSame` est rencontré, la fonction `inner_consistent` peut tout autant retourner tous les nœuds ou aucun des nœuds ciblés pour continuer la recherche indexée car ils sont tous équivalents. Cela peut éventuellement nécessiter du code spécifique, suivant le support réalisé par la fonction `inner_consistent` concernant la signification des nœuds.

62.5. Exemples

Les sources de PostgreSQL™ incluent plusieurs exemples de classes d'opérateur d'index pour SP-GiST comme décrit dans Tableau 62.1, « Classes d'opérateur SP-GiST internes ». Lire le code dans `src/backend/access/spgist/` et `src/backend/utils/adt/`.

Chapitre 63. Index GIN

63.1. Introduction

GIN est l'acronyme de *Generalized Inverted Index* (ou index générique inverse). GIN est prévu pour traiter les cas où les items à indexer sont des valeurs composites, et où les requêtes devant être accélérées par l'index doivent rechercher des valeurs d'éléments apparaissant dans ces items composites. Par exemple, les items pourraient être des documents, et les requêtes pourraient être des recherches de documents contenant des mots spécifiques.

Nous utilisons le mot *item* pour désigner une valeur composite qui doit être indexée, et le mot *clé* pour désigner une valeur d'élément. GIN stocke et recherche toujours des clés, jamais des items eux même.

Un index GIN stocke un jeu de paires de (clé, posting list), où *posting list* est un jeu d'adresse d'enregistrement (row ID) où la clé existe. Le même row ID peut apparaître dans plusieurs posting lists, puisqu'un item peut contenir plus d'une clé. Chaque clé est stockée une seule fois, ce qui fait qu'un index GIN est très compact dans le cas où une clé apparaît de nombreuses fois.

GIN> est généralisé dans le sens où la méthode d'accès GIN n'a pas besoin de connaître l'opération spécifique qu'elle accélère. À la place, elle utilise les stratégies spécifiques définies pour les types de données. La stratégie définit comment extraire les clés des items à indexer et des conditions des requêtes, et comment déterminer si un enregistrement qui contient des valeurs de clés d'une requête répond réellement à la requête.

Un des avantages de GIN est la possibilité qu'il offre que des types de données personnalisés et les méthodes d'accès appropriées soient développés par un expert du domaine du type de données, plutôt que par un expert en bases de données. L'utilisation de GiST offre le même avantage.

L'implantation de GIN dans PostgreSQL™ est principalement l'oeuvre de Teodor Sigaev et Oleg Bartunov. Plus d'informations sur GIN sont disponibles sur leur *site web*.

63.2. Classes d'opérateur internes

La distribution PostgreSQL™ inclut les classes d'opérateur GIN affichées dans Tableau 63.1, « Classes d'opérateur GIN internes ». (Certains des modules optionnels décrits dans Annexe F, Modules supplémentaires fournis fournissent des classes d'opérateurs GIN supplémentaires.)

Tableau 63.1. Classes d'opérateur GIN internes

Nom	Type de données indexé	Opérateurs indexables
_abstime_ops	abstime[]	&& <@ = @>
_bit_ops	bit[]	&& <@ = @>
_bool_ops	boolean[]	&& <@ = @>
_bpchar_ops	character[]	&& <@ = @>
_bytea_ops	bytea[]	&& <@ = @>
_char_ops	"char"[]	&& <@ = @>
_cidr_ops	cidr[]	&& <@ = @>
_date_ops	date[]	&& <@ = @>
_float4_ops	float4[]	&& <@ = @>
_float8_ops	float8[]	&& <@ = @>
_inet_ops	inet[]	&& <@ = @>
_int2_ops	smallint[]	&& <@ = @>
_int4_ops	integer[]	&& <@ = @>
_int8_ops	bigint[]	&& <@ = @>
_interval_ops	interval[]	&& <@ = @>
_macaddr_ops	macaddr[]	&& <@ = @>
_money_ops	money[]	&& <@ = @>
_name_ops	name[]	&& <@ = @>
_numeric_ops	numeric[]	&& <@ = @>

Nom	Type de données indexé	Opérateurs indexables
_oid_ops	oid[]	&& <@ = @>
_oidvector_ops	oidvector[]	&& <@ = @>
_reltime_ops	reltime[]	&& <@ = @>
_text_ops	text[]	&& <@ = @>
_time_ops	time[]	&& <@ = @>
_timestamp_ops	timestamp[]	&& <@ = @>
_timestamptz_ops	timestamp with time zone[]	&& <@ = @>
_timetz_ops	time with time zone[]	&& <@ = @>
_tinterval_ops	tinterval[]	&& <@ = @>
_varbit_ops	bit varying[]	&& <@ = @>
_varchar_ops	character varying[]	&& <@ = @>
jsonb_ops	jsonb	? ?& ? @>
jsonb_path_ops	jsonb	@>
tsvector_ops	tsvector	@@ @@@

Des deux classes d'opérateur pour le type jsonb, jsonb_ops est l'opérateur par défaut. jsonb_path_ops supporte moins d'opérateurs mais offre de meilleures performances pour ces opérateurs. Voir Section 8.14.4, « Indexation jsonb » pour plus de détails.

63.3. Extensibilité

L'interface GIN a un haut niveau d'abstraction. De ce fait, la personne qui code la méthode d'accès n'a besoin d'implanter que les sémantiques du type de données accédé. La couche GIN prend en charge la gestion de la concurrence, des traces et des recherches dans la structure de l'arbre.

Pour obtenir une méthode d'accès GIN fonctionnelle, il suffit d'implanter quelques méthodes utilisateur. Celles-ci définissent le comportement des clés dans l'arbre et les relations entre clés, valeurs indexées et requêtes indexables. En résumé, GIN combine extensibilité, généralisation, ré-utilisation du code à une interface claire.

Voici les trois méthodes qu'une classe d'opérateur GIN doit fournir sont :

```
int compare(Datum a, Datum b)
    Compare deux clés (et non deux valeurs indexées !) et renvoie un entier négatif, zéro ou un entier positif, qui indique si la première clé est inférieure à, égale à ou supérieure à la seconde. Les clés nulles ne sont jamais fournies à cette fonction.
```

```
Datum *extractValue(Datum inputValue, int32 *nkeys, bool **nullFlags)
    Retourne un tableau de clés alloué par palloc en fonction d'un item à indexer. Le nombre de clés renvoyées doit être stocké dans *nkeys. Si une des clés peut être nulle, allouez aussi par palloc un tableau de *nkeys champs de type bool, stockez son adresse dans *nullFlags, et positionnez les drapeaux null où ils doivent l'être. *nullFlags peut être laissé à NULL (sa valeur initiale) si toutes les clés sont non-nulles. La valeur renvoyée peut être NULL si l'élément ne contient aucune clé.
```

```
Datum *extractQuery(Datum query, int32 *nkeys, StrategyNumber n, bool **pmatch, Pointer **extra_data, bool **nullFlags, int32 *searchMode)
    Renvoie un tableau de clés en fonction de la valeur à requérir ; c'est-à-dire que query est la valeur du côté droit d'un opérateur indexable dont le côté gauche est la colonne indexée. n est le numéro de stratégie de l'opérateur dans la classe d'opérateur (voir Section 36.14.2, « Stratégies des méthodes d'indexation »). Souvent, extractQuery doit consulter n pour déterminer le type de données de query et la méthode à utiliser pour extraire les valeurs des clés. Le nombre de clés renvoyées doit être stocké dans *nkeys. Si une des clés peut être nulle, allouez aussi par palloc un tableau de *nkeys champs de type bool, stockez son address à *nullFlags, et positionnez les drapeaux NULL où ils doivent l'être. *nullFlags peut être laissé à NULL (sa valeur initiale) si toutes les clés sont non-nulles. La valeur de retour peut être NULL si query ne contient aucune clé.
```

searchMode est un argument de sortie qui permet à extractQuery de spécifier des détails sur comment la recherche sera effectuée. Si *searchMode est positionné à GIN_SEARCH_MODE_DEFAULT (qui est la valeur à laquelle il est initialisé avant l'appel), seuls les items qui correspondent à au moins une des clés renvoyées sont considérées comme des candidats à correspondance. Si *searchMode est positionné à GIN_SEARCH_MODE_INCLUDE_EMPTY, alors en plus des items qui contiennent au moins une clé correspondante, les items qui ne contiennent aucune clé sont aussi considérées comme des candidats à correspondance. (Ce mode est utile pour implémenter un opérateur «est sous-ensemble de», par exemple.) Si

*searchMode est positionné à GIN_SEARCH_MODE_ALL, alors tous les items non nuls de l'index sont candidats à correspondance, qu'ils aient une clé qui corresponde à celles retournées ou non. (Ce mode est beaucoup plus lent que les deux autres, mais il peut être nécessaire pour implémenter des cas exceptionnels correctement. Un opérateur qui a besoin de ce mode dans la plupart des cas n'est probablement pas un bon candidat pour une classe d'opérateur GIN.) Les symboles à utiliser pour positionner ce mode sont définis dans `access/gin.h`.

`pmatch` est un paramètre de sortie à utiliser quand une correspondance partielle est permise. Pour l'utiliser, `extractQuery` doit allouer un tableau de booléens *`nkeys` et stocker son adresse dans *`pmatch`. Chaque élément du tableau devrait être positionné à TRUE si la clé correspondante a besoin d'une correspondance partielle, FALSE sinon. Si *`pmatch` est positionné à NULL alors GIN suppose qu'une mise en correspondance partielle n'est pas nécessaire. La variable est initialisée à NULL avant l'appel, et peut donc être simplement ignorée par les classes d'opérateurs qui ne supportent pas les correspondances partielles.

`extra_data` est un paramètre de sortie qui autorise `extractQuery` à passer des données supplémentaires aux méthodes `consistent` et `comparePartial`. Pour l'utiliser, `extractQuery` doit allouer un tableau de pointeurs *`nkeys` et stocker son adresse à *`extra_data`, puis stocker ce qu'il souhaite dans les pointeurs individuels. La variable est initialisée à NULL avant l'appel, afin que ce paramètre soit simplement ignoré par une classe d'opérateurs qui n'a pas besoin de données supplémentaires. Si *`extra_data` est positionné, le tableau dans son ensemble est passé à la méthode `consistent` method, et l'élément approprié à la méthode `comparePartial`.

Une classe d'opérateur doit aussi fournir une fonction pour vérifier si un élément indexé correspond à la requête. Elle vient en deux versions, une fonction booléenne `consistent` et une fonction ternaire `triConsistent`. Cette dernière couvre les fonctionnalités des deux, donc fournir uniquement `triConsistent` est suffisant. Cependant, si la variante booléenne est bien moins coûteuse à calculer, il peut être avantageux de fournir les deux. Si seule la variante booléenne est fournie, certaines optimisations dépendant de la réfutation d'éléments d'index avant de récupérer toutes les clés sont désactivées.

```
bool consistent(bool check[], StrategyNumber n, Datum query, int32 nkeys, Pointer extra_data[], bool *recheck, Datum queryKeys[], bool nullFlags[])
```

Retourne TRUE si un item indexé répond à l'opérateur de requête possédant le numéro de stratégie n (ou pourrait le faire, si l'indication recheck est renournée). Cette fonction n'a pas d'accès direct aux valeurs des items indexés. Au lieu de cela, ce qui est disponible, c'est la connaissance de quelles valeurs de clés extraites de la requête apparaissent dans un item indexé donné. Le tableau `check` a une longueur de `nkeys`, qui est la même que le nombre de clés retourné précédemment par `extractQuery` pour ce datum `query`. Chaque élément du tableau `check` est TRUE si l'item indexé contient la clé de requête correspondante, c'est à dire, si (`check[i] == TRUE`) la i-ème clé du tableau résultat de `extractQuery` est présente dans l'item indexé. Le datum `query` original est passé au cas où la méthode `contains` aurait besoin de le consulter, de même que les tableaux `queryKeys[]` et `nullFlags[]` renournée précédemment par `extractQuery`, ou NULL si aucun.

Quand `extractQuery` retourne une clé nulle dans `queryKeys[]`, l'élément correspondant de `check[]` est TRUE si l'item indexé contient une clé nulle; c'est à dire que la sémantique de `check[]` est comme celle de IS NOT DISTINCT FROM. La fonction `consistent` peut examiner l'élément correspondant de `nullFlags[]` si elle a besoin de faire la différence entre une correspondance de valeur «normale» et une correspondance nulle.

En cas de réussite, *`recheck` devrait être positionné à TRUE si les enregistrements de la table doivent être revérifiés par rapport à l'opérateur de la requête, ou FALSE si le test d'index est exact. Autrement dit, une valeur de retour à FALSE garantit que l'enregistrement de la table ne correspond pas; une valeur de retour à TRUE avec *`recheck` à FALSE garantit que l'enregistrement de la table correspond à la requête; et une valeur de retour à TRUE avec *`recheck` à TRUE signifie que l'enregistrement de la table pourrait correspondre à la requête, et qu'il doit être récupéré et re-vérifié en évaluant l'opérateur de la requête directement sur l'item initialement indexé.

```
GinTernaryValue triConsistent(GinTernaryValue check[], StrategyNumber n, Datum query, int32 nkeys, Pointer extra_data[], Datum queryKeys[], bool nullFlags[])
```

`triConsistent` est similaire à `consistent`, mais en lieu de booléens dans le vecteur `check[]`, il existe trois valeurs possibles à chaque clé : GIN_TRUE, GIN_FALSE et GIN_MAYBE. GIN_FALSE et GIN_TRUE ont la même signification que des valeurs booléennes standards alors que GIN_MAYBE signifie que la présence de cette clé est inconnue. Quand des valeurs GIN_MAYBE sont présentes, la fonction devrait seulement renvoyer GIN_TRUE si l'élément correspond que l'élément de l'index contient ou non les clés de la requête correspondante. De la même façon, la fonction doit renvoyer GIN_FALSE seulement si l'élément ne correspond pas, qu'il contienne ou non des clés GIN_MAYBE. Si le résultat dépend des entrées GIN_MAYBE, autrement dit si la correspondance ne peut pas être confirmée ou réfutée d'après les clés connues de requête, la fonction doit renvoyer GIN_MAYBE.

Quand il n'y a pas de valeurs GIN_MAYBE dans le vecteur `check`, la valeur de retour GIN_MAYBE est équivalente à configurer le drapeau `recheck` dans la fonction booléenne `consistent`.

En option, une classe d'opérateurs pour GIN peut fournir la méthode suivante :

```
int comparePartial(Datum partial_key, Datum key, StrategyNumber n, Pointer extra_data)
Compare une requête de correspondance partielle à une clé d'index. Renvoie un entier dont le signe indique le résultat : inférieur à zéro signifie que la clé d'index ne correspond pas à la requête mais que le parcours d'index va continuer ; zéro signifie que la clé d'index ne correspond pas à la requête ; supérieur à zéro indique que le parcours d'index doit s'arrêter car il n'existe pas d'autres correspondances. Le numéro de stratégie n de l'opérateur qui a généré la requête de correspondance partielle est fourni au cas où sa sémantique est nécessaire pour déterminer la fin du parcours. De plus, extra_data est l'élément correspondant du tableau extra-data fait par extractQuery, ou NULL sinon. Null keys are never passed to this function.
```

Pour supporter des requêtes à « correspondance partielle », une classe d'opérateur doit fournir la méthode `comparePartial`, et sa méthode `extractQuery` doit positionner le paramètre `pmatch` quand une requête à correspondance partielle est rencontrée. Voir Section 63.4.2, « Algorithme de mise en correspondance partielle » pour les détails.

Le type de données réel des différentes valeurs `Datum` mentionnées ci-dessus varient en fonction de la classe d'opérateurs. Les valeurs d'élément passée à `extractValue` sont toujours du type d'entrée de la classe d'opérateur, et toutes les valeurs clé doivent être du type de `STORAGE` de la classe. Le type de l'argument `query` passé à `extractQuery`, consistente et triConsistent est le type de l'argument côté droit de l'opérateur du membre de la classe identifié par le numéro de stratégie. Ce n'est pas nécessairement le même que l'élément indexé, tant que des valeurs de clés d'un type correct peuvent en être extraites. Néanmoins, il est recommandé que les déclarations SQL de ces trois fonctions de support utilisent le type de données indexé de la classe d'opérateur pour l'argument `query`, même si le type réel pourrait être différent suivant l'opérateur.

63.4. Implantation

En interne, un index GIN contient un index B-tree construit sur des clés, chaque clé est un élément d'un ou plusieurs items indexé (un membre d'un tableau, par exemple) et où chaque enregistrement d'une page feuille contient soit un pointeur vers un B-tree de pointeurs vers la table (un « posting tree »), ou une liste simple de pointeurs vers enregistrement (un « posting list ») quand la liste est suffisamment courte pour tenir dans un seul enregistrement d'index avec la valeur de la clé.

À partir de PostgreSQL™ 9.1, des valeurs de clé NULL peuvent être incluses dans l'index. Par ailleurs, des NULLs fictifs sont inclus dans l'index pour des objets indexés qui sont NULL ou ne contiennent aucune clé d'après `extractValue`. Cela permet des recherches retournant des éléments vides.

Les index multi-colonnes GIN sont implémentés en construisant un seul B-tree sur des valeurs composites (numéro de colonne, valeur de clé). Les valeurs de clés pour les différentes colonnes peuvent être de types différents.

63.4.1. Technique GIN de mise à jour rapide

Mettre à jour un index GIN a tendance à être lent en raison de la nature intrinsèque des index inversés : insérer ou mettre à jour un enregistrement de la table peut causer de nombreuses insertions dans l'index (une pour chaque clé extraite de l'élément indexé). À partir de PostgreSQL™ 8.4, GIN est capable de reporter à plus tard la plupart de ce travail en insérant les nouveaux enregistrements dans une liste temporaire et non triée des entrées en attente. Quand un `vacuum` ou `autoanalyze` est déclenché sur la table, ou quand la fonction `gin_clean_pending_list` est appelée, ou si la liste en attente devient plus importante que `gin_pending_list_limit`, les entrées sont déplacées vers la structure de données GIN principale en utilisant la même technique d'insertion de masse que durant la création de l'index. Ceci améliore grandement la vitesse de mise à jour de l'index GIN, même en prenant en compte le surcoût engendré au niveau du `vacuum`. De plus, ce travail supplémentaire peut être attribué à un processus d'arrière-plan plutôt qu'à la requête en avant-plan.

Le principal défaut de cette approche est que les recherches doivent parcourir la liste d'entrées en attente en plus de l'index habituel, et que par conséquent une grande liste d'entrées en attente ralentira les recherches de façon significative. Un autre défaut est que, bien que la majorité des mises à jour seront rapides, une mise à jour qui rend la liste d'attente « trop grande » déclenchera un cycle de nettoyage immédiat et sera donc bien plus lente que les autres mises à jour. Une utilisation appropriée d'`autovacuum` peut minimiser ces deux problèmes.

Si la cohérence des temps de réponse est plus importante que la vitesse de mise à jour, l'utilisation de liste d'entrées en attente peut être désactivée en désactivant le paramètre de stockage `fastupdate` pour un index GIN. Voir CREATE INDEX(7) pour plus de détails.

63.4.2. Algorithme de mise en correspondance partielle

GIN peut supporter des requêtes de « correspondances partielles », dans lesquelles la requête ne détermine pas une correspondance parfaite pour une ou plusieurs clés, mais que la correspondance tombe à une distance suffisamment faible des valeurs de clé (dans l'ordre de tri des clés déterminé par la méthode de support `compare`). La méthode `extractQuery`, au lieu de retourner une valeur de clé à mettre en correspondance de façon exacte, retourne une valeur de clé qui est la limite inférieure de la plage à rechercher, et retourne l'indicateur `pmatch` positionné à true. La plage de clé est alors parcourue en utilisant la méthode `comparePartial`. `comparePartial` doit retourner 0 pour une clé d'index correspondante, une valeur négative pour une non-

correspondance qui est toujours dans la plage de recherche, et une valeur positive si la clé d'index est sortie de la plage qui pourrait correspondre.

63.5. Conseils et astuces GIN

Création vs insertion

L'insertion dans un index GIN peut être lente du fait de la probabilité d'insertion de nombreuses clés pour chaque élément. C'est pourquoi, pour les chargements massifs dans une table, il est conseillé de supprimer l'index GIN et de le re-créer après le chargement.

À partir de PostgreSQL™ 8.4, ce conseil est moins important puisqu'une technique de mise à jour retardée est utilisée (voir Section 63.4.1, « Technique GIN de mise à jour rapide » pour plus de détails). Mais pour les très grosses mises à jour, il peut toujours être plus efficace de détruire et recréer l'index.

maintenance_work_mem

Le temps de construction d'un index GIN dépend grandement du paramètre `maintenance_work_mem` ; il est contre-productif de limiter la mémoire de travail lors de la création d'un index.

gin_pending_list_limit

Durant une série d'insertions dans un index GIN existant qui a `fastupdate` activé, le système nettoiera la liste d'entrées en attente dès qu'elle deviendra plus grosse que `gin_pending_list_limit`. Afin d'éviter des fluctuations mesurables de temps de réponse, il est souhaitable d'avoir un nettoyage de la liste d'attente en arrière-plan (c'est-à-dire via `autovacuum`). Les opérations de nettoyage en avant-plan peuvent être évitées en augmentant `gin_pending_list_limit` ou en rendant `autovacuum` plus agressif. Toutefois, augmenter la limite de l'opération de nettoyage implique que si un nettoyage en avant-plan se produit, il prendra encore plus longtemps.

`gin_pending_list_limit` peut être surchargé sur certains index en modifiant les paramètres de stockage, ce qui permet à chaque index d'avoir sa propre limite de nettoyage. Par exemple, il est possible d'augmenter la limite uniquement pour un index GIN fortement mis à jour ou de la diminuer dans le cas contraire.

gin_fuzzy_search_limit

La raison principale qui a poussé le développement des index GIN a été la volonté de supporter les recherches plein texte dans PostgreSQL™ et il arrive fréquemment qu'une recherche renvoie un ensemble volumineux de résultats. Cela arrive d'autant plus fréquemment que la requête contient des mots très fréquents, auquel cas l'ensemble de résultats n'est même pas utile. Puisque la lecture des lignes sur disque et leur tri prend beaucoup de temps, cette situation est inacceptable en production. (La recherche dans l'index est, elle, très rapide.)

Pour faciliter l'exécution contrôlée de telles requêtes, GIN dispose d'une limite supérieure souple configurable du nombre de lignes renvoyées, le paramètre de configuration `gin_fuzzy_search_limit`. Par défaut, il est positionné à 0 (c'est-à-dire sans limite). Si une limite différente de 0 est choisie, alors l'ensemble renvoyé est un sous-ensemble du résultat complet, choisi aléatoirement.

« Souple » signifie que le nombre réel de résultats renvoyés peut différer légèrement de la limite indiquée, en fonction de la requête et de la qualité du générateur de nombres aléatoires du système.

D'expérience, des valeurs de l'ordre de quelques milliers (5000 -- 20000) fonctionnent bien.

63.6. Limitations

GIN part de l'hypothèse que les opérateurs indexables sont stricts. Cela signifie que `extractValue` ne sera pas appelé du tout sur une valeur d'item NULL (à la place, une entrée d'enregistrement factice sera créée automatiquement), et `extractQuery` ne sera pas appelé non plus pour une valeur de query NULL (à la place, la requête est considérée comme impossible à satisfaire). Notez toutefois qu'une valeur de clé NULL contenue dans un item composite ou une valeur de requête sont supportées.

63.7. Exemples

Les sources de PostgreSQL™ incluent des classes d'opérateur GIN pour `tsvector` et pour les tableaux unidimensionnels de tous les types internes. La recherche de préfixe dans `tsvector` est implémentée en utilisant les correspondances partielles de GIN. Les modules contrib suivants contiennent aussi des classes d'opérateurs GIN :

btree-gin

Fonctionnalité équivalente à B-tree pour plusieurs types de données

hstore

Module pour le stockage des paires (clé, valeur)

intarray

Support amélioré pour le type int[]

pg_trgm

Similarité de texte par correspondance de trigramme

Chapitre 64. Index BRIN

64.1. Introduction

BRIN signifie Block Range Index, soit index par intervalle de bloc. BRIN est conçu pour gérer de grosses tables dont certaines ont des colonnes ayant une corrélation naturelle avec leur stockage physique. Un *intervalle de bloc* est un groupe de pages physiquement adjacentes dans la table ; Pour chaque gamme de bloc, un résumé des informations est stocké par l'index. Un exemple courant est une table avec une colonne date, contenant les références des ventes d'un magasin. Chaque commande y serait enregistrée chronologiquement. Dans la plupart des cas, les données seront donc insérées dans le même ordre où elles apparaîtront par la suite. De la même manière, une table, avec une colonne code postal, pourrait avoir tous les codes d'une même ville rassemblés naturellement au même endroit.

Les index BRIN peuvent répondre à des requêtes via un parcours d'index bitmap classique, et retourneront toutes les lignes de toutes les pages dans chaque intervalle si le résumé des informations contenues dans l'index est cohérent avec les conditions de la requête. L'exécuteur de la requête doit vérifier ces lignes et annuler celles qui ne répondent pas aux conditions initiales de la requête. En d'autres termes, on parle d'index à perte (*lossy*). Comme l'index BRIN est un petit index, parcourir cet index ajoute une légère surcharge par rapport à un parcours séquentiel mais permet d'éviter de parcourir des grandes parties de la table où on sait qu'on ne trouvera pas de lignes à remonter.

Les données spécifiques qu'un index BRIN va stocker, de même que les requêtes spécifiques auquel l'index va pouvoir répondre dépendent de la classe d'opérateur choisie pour chaque colonne de l'index. Les types de données possédant un ordre de tri linéaire peuvent utiliser une classe d'opérateur qui ne conserve que la valeur minimale et la valeur maximale dans chaque intervalle de bloc. Par exemple, un type géométrique peut stocker une *bounding box* pour tous les objets de l'intervalle de bloc.

La taille de l'intervalle de bloc est déterminée à la création de l'index par le paramètre `pages_per_range`. Le nombre des entrées de l'index sera égal à la taille de la relation en page, divisée par la valeur sélectionnée dans `pages_per_range`. De ce fait, plus ce nombre est bas, plus l'index sera volumineux (il y a plus d'entrées d'index à stocker) mais, en même temps, le résumé des informations stockées pourra être plus précis, et un nombre plus important de blocs de données pourront être ignorés pendant le parcours d'index.

64.1.1. Maintenance de l'index

À la date de création, toutes les pages indexées existantes sont parcourues et un résumé des lignes de l'index est créé pour chaque intervalle, incluant certainement aussi un intervalle incomplet à la fin. Lors de l'ajout de nouvelles données dans des pages déjà incluses dans des résumés, cela va entraîner la mise à jour du résumé, avec les informations sur les nouvelles lignes insérées. Lorsqu'une nouvelle page est créée et qu'elle ne correspond à aucun des derniers intervalles résumés, l'intervalle ne crée pas automatiquement un résumé. Ces lignes restent non catégorisées jusqu'à ce qu'un processus soit lancé pour le faire, créant alors les résumés initiaux. Ce processus peut être appelé manuellement en exécutant la fonction `brin_summarize_new_values(regclass)` ou automatiquement lorsque `VACUUM` va inspecter la table.

64.2. Opérateurs de classe intégrés

La distribution du noyau PostgreSQL™ inclut la classe d'opérateur BRIN montrée dans Tableau 64.1, « Classe d'opérateur BRIN intégrée ».

L'opérateur de classe *minmax* stocke les valeurs minimale et maximale apparaissant dans l'intervalle de la colonne indexée. L'opérateur de classe *inclusion* stocke une valeur qui est incluse dans les valeurs contenues dans l'intervalle de la colonne indexée.

Tableau 64.1. Classe d'opérateur BRIN intégrée

Nom	Type de données indexées	Opérateurs indexables
<code>abstime_minmax_ops</code>	<code>abstime</code>	<code>< <= = >= ></code>
<code>int8_minmax_ops</code>	<code>bigint</code>	<code>< <= = >= ></code>
<code>bit_minmax_ops</code>	<code>bit</code>	<code>< <= = >= ></code>
<code>varbit_minmax_ops</code>	<code>bit varying</code>	<code>< <= = >= ></code>
<code>box_inclusion_ops</code>	<code>box</code>	<code><< &< && &> >> ~= @> <@ &< << >> &></code>
<code>bytea_minmax_ops</code>	<code>bytea</code>	<code>< <= = >= ></code>
<code>bpchar_minmax_ops</code>	<code>character</code>	<code>< <= = >= ></code>

Nom	Type de données indexées	Opérateurs indexables
char_minmax_ops	"char"	< <= = >= >
date_minmax_ops	date	< <= = >= >
float8_minmax_ops	double precision	< <= = >= >
inet_minmax_ops	inet	< <= = >= >
network_inclusion_ops	inet	&& >>= <<= = >> <<
int4_minmax_ops	integer	< <= = >= >
interval_minmax_ops	interval	< <= = >= >
macaddr_minmax_ops	macaddr	< <= = >= >
name_minmax_ops	name	< <= = >= >
numeric_minmax_ops	numeric	< <= = >= >
pg_lsn_minmax_ops	pg_lsn	< <= = >= >
oid_minmax_ops	oid	< <= = >= >
range_inclusion_ops	tout type intervalle	<< &< && &> >> @> <@ - - = < <= = > >=
float4_minmax_ops	real	< <= = >= >
reltime_minmax_ops	reltime	< <= = >= >
int2_minmax_ops	smallint	< <= = >= >
text_minmax_ops	text	< <= = >= >
tid_minmax_ops	tid	< <= = >= >
timestamp_minmax_ops	timestamp without time zone	< <= = >= >
timestamptz_minmax_ops	timestamp with time zone	< <= = >= >
time_minmax_ops	time without time zone	< <= = >= >
timetz_minmax_ops	time with time zone	< <= = >= >
uuid_minmax_ops	uuid	< <= = >= >

64.3. Extensibilité

L'interface BRIN possède un niveau élevé d'abstraction, qui nécessite l'implémentation de la méthode d'accès rien que pour l'implémentation de la sémantique des types de données accédées. La couche BRIN s'occupera par contre elle-même de la concurrence, l'accès et la recherche dans la structure de l'index.

Tout ce qu'il faut pour faire fonctionner la méthode d'accès BRIN est d'implémenter quelques méthodes utilisateurs, déterminant pour l'index les genre de valeurs stockées dans le résumé et la manière dont elles interagissent avec les nœuds du parcours. En bref, BRIN combine l'extensibilité avec la généralité, la réutilisation du code et une interface claire.

Il y a quatre méthodes qu'un opérateur de classe pour BRIN doit fournir :

```
BrinOpcInfo *opcInfo(Oid type_oid)
```

Retourne les informations internes au sujet du résumé de données de la colonne indexée. Cette valeur doit pointer vers une structure BrinOpcInfo (allouée avec la fonction palloc), qui a cette définition :

```
typedef struct BrinOpcInfo
{
    /* Nombre de colonnes stockées dans une colonne indexée de cette classe
    d'opérateur */
    uint16      oi_nstored;

    /* Pointeur opaque pour l'utilisation privée de la classe d'opérateur */
    void        *oi_opaque;

    /* Type des entrées cachées de la colonne stockées */
    TypeCacheEntry *oi_typcache[FLEXIBLE_ARRAY_MEMBER];
} BrinOpcInfo;
```

`BrinOpcInfo.oi_opaque` peut être utilisé par les routines d'opérateur de classe pour transmettre des informations entre les procédures de support pendant le parcours de l'index.

`bool consistent(BrinDesc *bdesc, BrinValues *column, ScanKey key)`

Retourne la clé de parcours si elle est cohérente avec les valeurs indexées données pour cet intervalle. Le nombre attribué à utiliser est passé en tant que partie de la clé de parcours.

`bool addValue(BrinDesc *bdesc, BrinValues *column, Datum newval, bool isnull)`

Renvoie à une ligne indexée et une valeur indexée, modifie les attributs indiqués de cette ligne, de manière à ce que le cumul représente la nouvelle valeur. Si une modification a été apportée à la ligne, la valeur `true` est renournée.

`bool unionTuples(BrinDesc *bdesc, BrinValues *a, BrinValues *b)`

Consolidation de deux lignes d'index. Ceci en prenant deux lignes d'index et en modifiant l'attribut indiqué de la première des deux, de manière à ce qu'elle représente les deux lignes. La seconde ligne n'est pas modifiée.

La distribution du noyau inclut du support pour les deux types de classe d'opérateur : minmax et inclusion. Les définitions de classes d'opérateur qui les utilisent sont envoyées en types de données basiques appropriées. Des classes d'opérateurs appropriées peuvent être définies par l'utilisateur pour d'autres types de données utilisant des définitions équivalentes, et ceci sans avoir besoin d'écrire du code source. La déclaration des entrées appropriées dans le catalogue est suffisante. Notez que les hypothèses sur les sémantiques de stratégie d'opérateurs sont embarquées dans les procédures de support du code source.

Les classes d'opérateurs qui implémentent des sémantiques complètement différentes sont utilisables. Les implémentations fournies par les quatre principales procédures de support présentées ci-dessous sont écrites. Notez que la compatibilité ascendante entre les versions majeures n'est pas garantie : par exemple, les procédures de support additionnelles peuvent être requises dans des versions ultérieures.

Pour écrire une classe d'opérateur pour un type de données qui implémente un résultat complètement ordonné, il est possible d'utiliser les procédures de support "minmax" avec les opérateurs correspondant tel que décrit dans Tableau 64.2, « Procédure et numéros de support pour les classes d'opérateur Minmax ». Tous les membres de classe d'opérateurs (procédures et opérateurs) sont obligatoires.

Tableau 64.2. Procédure et numéros de support pour les classes d'opérateur Minmax

Membre de classe d'opérateur	Objet
Procédure de support 1	Fonction interne <code>brin_minmax_opcinfo()</code>
Procédure de support 2	Fonction interne <code>brin_minmax_add_value()</code>
Procédure de support 3	Fonction interne <code>brin_minmax_consistent()</code>
Procédure de support 4	Fonction interne <code>brin_minmax_union()</code>
Stratégie d'opérateur 1	Opérateur strictement inférieur
Stratégie d'opérateur 2	Opérateur inférieur
Stratégie d'opérateur 3	Opérateur d'égalité
Stratégie d'opérateur 4	Opérateur supérieur
Stratégie d'opérateur 5	Opérateur strictement supérieur

Pour écrire un opérateur de classe pour un type de données complexe, qui aurait des valeurs incluses dans un autre type, il est possible d'utiliser la procédure de support d'inclusion avec l'opérateur correspondant, tel que décrit dans Tableau 64.3, « Procédures et numéros de support pour les classes d'opérateur d'inclusion ». Cela nécessite uniquement une simple fonction d'addition, qui peut être écrite dans n'importe quel langage. Des fonctions supplémentaires peuvent être définies pour obtenir des fonctionnalités additionnelles. Tous les opérateurs sont optionnels. Certains opérateurs requièrent d'autres opérateurs, affichés en tant que dépendances de la table.

Tableau 64.3. Procédures et numéros de support pour les classes d'opérateur d'inclusion

Membre de classe d'opérateur	Objet	Dépendance
Procédure de support 1	Fonction interne <code>brin_inclusion_opcinfo()</code>	
Procédure de support 2	Fonction interne <code>brin_inclusion_add_value()</code>	
Procédure de support 3	Fonction interne	

Membre de classe d'opérateur	Objet	Dépendance
	brin_inclusion_consistent()	
Procédure de support 4	Fonction interne brin_inclusion_union()	
Procédure de support 11	Fonction de fusion de deux éléments	
Procédure de support 12	Fonction optionnelle de vérification si les deux éléments peuvent être fusionnés	
Procédure de support 13	Fonction optionnelle de vérification si un élément est contenu dans un autre	
Procédure de support 14	Fonction optionnelle de vérification si un élément est vide	
Stratégie d'opérateur 1	Opérateur A-gauche-de	Stratégie d'opérateur 4
Stratégie d'opérateur 2	Opérateur Ne-s-etend-pas-à-la-droite-de	Stratégie d'opérateur 5
Stratégie d'opérateur 3	Opérateur chevauchement	
Stratégie d'opérateur 4	Opérateur Ne-s-etend-pas-à-la-gauche-de	Stratégie d'opérateur 1
Stratégie d'opérateur 5	Opérateur A-droite-de	Stratégie d'opérateur 2
Stratégie d'opérateur 6, 18	Opérateur Equivalent-ou-identique-à	Stratégie d'opérateur 7
Stratégie d'opérateur 7, 13, 16, 24, 25	Opérateur Contient-ou-identique-à	
Stratégie d'opérateur 8, 14, 26, 27	Opérateur Contient-ou-identique-à	Stratégie d'opérateur 3
Stratégie d'opérateur 9	Opérateur Ne-s-étend-pas-plus-loin	Stratégie d'opérateur 11
Stratégie d'opérateur 10	Opérateur Est-le-suivant	Stratégie d'opérateur 12
Stratégie d'opérateur 11	Opérateur Est-le-précédent	Stratégie d'opérateur 9
Stratégie d'opérateur 12	Opérateur Ne-s-étend-pas-plus-loin	Stratégie d'opérateur 10
Stratégie d'opérateur 20	Opérateur Strictement-inférieur-à	Stratégie d'opérateur 5
Stratégie d'opérateur 21	Opérateur Inférieur-à	Stratégie d'opérateur 5
Stratégie d'opérateur 22	Opérateur Strictement-supérieur-à	Stratégie d'opérateur 1
Stratégie d'opérateur 23	Opérateur supérieur-à	Stratégie d'opérateur 1

Les numéros 1 à 10 des procédures support sont réservés pour les fonctions internes BRIN, de ce fait le niveau des fonctions SQL commence à 11. La fonction de support 11 est la principale fonction utilisée pour construire l'index. Elle doit accepter deux arguments, avec le même type de données que la classe d'opérateur, et renvoyer l'union des deux. La classe d'opérateur inclusion peut stocker des valeurs unies de types différents si elles sont définies avec le paramètre STORAGE La valeur renvoyée par la fonction union doit correspondre au type de données STORAGE

Les numéros 12 et 14 des procédures de support sont fournies pour supporter les irrégularités des types de données internes. La procédure 12 est utilisée pour supporter les adresses réseaux de différentes familles qui ne sont pas fusionnables. La procédure 14 est utilisée pour supporter les intervalles vides. La procédure 13 est une procédure optionnelle mais recommandée. Elle permet à une nouvelle valeur d'être vérifiée avant d'être passée à la fonction d'union. Puisque BRIN peut raccourcir certaines opérations lorsque l'union n'est pas modifiée, utiliser cette fonction peut améliorer les performances de l'index.

Les classes d'opérateur minmax et inclusion supportent les opérateurs utilisables sur des types de données croisés, même si cela complexifie la gestion des dépendances. La classe d'opérateur minmax a besoin d'un ensemble complet d'opérateurs pour être définie avec deux arguments qui auraient le même type de données. Cela permet aux types de données additionnels d'être supportés en définissant un ensemble d'opérateurs supplémentaires. Les opérateurs de la classe d'opérateur inclusion sont dépendants d'autres stratégies d'opérateur tel que décrit dans le Tableau 64.3, « Procédures et numéros de support pour les classes d'opérateur d'inclusion », ou des mêmes stratégies d'opérateur qu'eux-mêmes. Cela nécessite que l'opérateur dépendant soit défini avec le type de données STORAGE pour l'argument du côté gauche, et que l'autre type de données supportée se trouve du côté droit de l'opérateur de support. Vous pouvez consulter float4_minmax_ops comme exemple pour minmax et box_inclusion_ops comme exemple pour inclusion.

Chapitre 65. Stockage physique de la base de données

Ce chapitre fournit un aperçu du format de stockage physique utilisé par les bases de données PostgreSQL™.

65.1. Emplacement des fichiers de la base de données

Cette section décrit le format de stockage au niveau des fichiers et répertoires.

Traditionnellement, les fichiers de configuration et les fichiers de données utilisés par une instance du serveur sont stockés ensemble dans le répertoire des données, habituellement référencé en tant que PGDATA (d'après le nom de la variable d'environnement qui peut être utilisé pour le définir). Un emplacement courant pour PGDATA est /var/lib/pgsql/data. Plusieurs groupes, gérés par différentes instances du serveur, peuvent exister sur la même machine.

Le répertoire PGDATA contient plusieurs sous-répertoires et fichiers de contrôle, comme indiqué dans le Tableau 65.1, « Contenu de PGDATA ». En plus de ces éléments requis, les fichiers de configuration du groupe, `postgresql.conf`, `pg_hba.conf` et `pg_ident.conf` sont traditionnellement stockés dans PGDATA (bien qu'il soit possible de les placer ailleurs).

Tableau 65.1. Contenu de PGDATA

Élément	Description
PG_VERSION	Un fichier contenant le numéro de version majeur de PostgreSQL™
base	Sous-répertoire contenant les sous-répertoires par base de données
global	Sous-répertoire contenant les tables communes au groupe, telles que <code>pg_database</code>
pg_commit_ts	Sous-répertoire contenant des données d'horodatage des validations de transactions
pg_clog	Sous-répertoire contenant les données d'état de validation des transactions
pg_dynshmem	Sous-répertoire contenant les fichiers utilisés par le système de gestion de la mémoire partagée dynamique
pg_logical	Sous-répertoire contenant les données de statut pour le décodage logique
pg_multixact	Sous-répertoire contenant des données sur l'état des multi-transactions (utilisé pour les verrous de lignes partagées)
pg_notify	Sous-répertoire contenant les données de statut de LISTEN/NOTIFY
pg_replslot	Sous-répertoire contenant les données des slots de réPLICATION
pg_serial	Sous-répertoire contenant des informations sur les transactions sérialisables validées
pg_snapshots	Sous-répertoire contenant les snapshots (images) exportés
pg_stat	Sous-répertoire contenant les fichiers permanents pour le sous-système de statistiques
pg_stat_tmp	Sous-répertoire contenant les fichiers temporaires pour le sous-système des statistiques
pg_subtrans	Sous-répertoire contenant les données d'états des sous-transaction
pg_tblspc	Sous-répertoire contenant les liens symboliques vers les espaces logiques
pg_twophase	Sous-répertoire contenant les fichiers d'état pour les transactions préparées
pg_xlog	Sous-répertoire contenant les fichiers WAL (Write Ahead Log)
<code>postgresql.auto.conf</code>	Fichier utilisé pour les paramètres configurés avec la commande ALTER SYSTEM
<code>postmaster.opts</code>	Un fichier enregistrant les options en ligne de commande avec lesquelles le serveur a été lancé la dernière fois
<code>postmaster.pid</code>	Un fichier verrou contenant l'identifiant du processus postmaster en cours d'exécution (PID), le chemin du répertoire de données, la date et l'heure du lancement de postmaster, le numéro de port, le chemin du répertoire du socket de domaine Unix (vide sous Windows), la première adresse valide dans <code>listen_address</code> (adresse IP ou *, ou vide s'il n'y a pas d'écoute TCP) et l'identifiant du segment de mémoire partagé (ce fichier est supprimé à l'arrêt du serveur)

Pour chaque base de données dans le groupe, il existe un sous-répertoire dans PGDATA/base, nommé d'après l'OID de la base

de données dans pg_database. Ce sous-répertoire est l'emplacement par défaut pour les fichiers de la base de données; en particulier, ses catalogues système sont stockés ici.

Chaque table et index est stocké dans un fichier séparé. Pour les relations ordinaires, ces fichiers sont nommés d'après le numéro *filenode* de la table ou de l'index. Ce numéro est stocké dans pg_class.relfilenode. Pour les relations temporaires, le nom du fichier est de la forme t_{BBB}_FFF, où BBB est l'identifiant du processus serveur qui a créé le fichier, et FFF et le numéro filenode. Dans tous les cas, en plus du fichier principal (aussi appelé *main fork*), chaque table et index a une *carte des espaces libres* (voir Section 65.3, « Carte des espaces libres »), qui enregistre des informations sur l'espace libre disponible dans la relation. La carte des espaces libres est stockée dans un fichier dont le nom est le numéro filenode suivi du suffixe _fsm. Les tables ont aussi une *carte des visibilités*, stockée dans un fichier de suffixe _vm, pour tracer les pages connues comme n'ayant pas de lignes mortes. La carte des visibilités est décrite dans Section 65.4, « Carte de visibilité ». Les tables non tracées et les index disposent d'un troisième fichier, connu sous le nom de fichier d'initialisation. Son nom a pour suffixe _init (voir Section 65.5, « Fichier d'initialisation »).



Attention

Notez que, bien que le filenode de la table correspond souvent à son OID, cela n'est *pas* nécessairement le cas; certaines opérations, comme **TRUNCATE**, **REINDEX**, **CLUSTER** et quelques formes d'**ALTER TABLE**, peuvent modifier le filenode tout en préservant l'OID. Évitez de supposer que filenode et OID sont identiques. De plus, pour certains catalogues système incluant pg_class lui-même, pg_class.relfilenode contient zéro. Le numéro file-node en cours est stocké dans une structure de données de bas niveau, et peut être obtenu avec la fonction pg_relation_filenode().

Quand une table ou un index dépasse 1 Go, il est divisé en *segments* d'un Go. Le nom du fichier du premier segment est identique au filenode ; les segments suivants sont nommés filenode.1, filenode.2, etc. Cette disposition évite des problèmes sur les plateformes qui ont des limitations sur les tailles des fichiers. (Actuellement, 1 Go est la taille du segment par défaut. Cette taille est ajustable en utilisant l'option --with-segsize pour configurer avant de construire PostgreSQL™.) En principe, les fichiers de la carte des espaces libres et de la carte de visibilité pourraient aussi nécessiter plusieurs segments, bien qu'il y ait peu de chance que cela arrive réellement.

Une table contenant des colonnes avec des entrées potentiellement volumineuses aura une table **TOAST** associée, qui est utilisée pour le stockage de valeurs de champs trop importantes pour conserver des lignes adéquates. pg_class.reltoastrelid établit un lien entre une table et sa table TOAST, si elle existe. Voir Section 65.2, « TOAST » pour plus d'informations.

Le contenu des tables et des index est discuté plus en détails dans Section 65.6, « Emplacement des pages de la base de données ».

Les tablespaces rendent ce scénario plus compliqué. Chaque espace logique défini par l'utilisateur contient un lien symbolique dans le répertoire PGDATA/pg_tblspc, pointant vers le répertoire physique du tablespace (celui spécifié dans la commande **CREATE TABLESPACE**). Ce lien symbolique est nommé d'après l'OID du tablespace. À l'intérieur du répertoire du tablespace, il existe un sous-répertoire avec un nom qui dépend de la version du serveur PostgreSQL™, comme par exemple PG_9.0_201008051. (La raison de l'utilisation de ce sous-répertoire est que des versions successives de la base de données puissent utiliser le même emplacement indiqué par **CREATE TABLESPACE** sans que cela provoque des conflits.) À l'intérieur de ce répertoire spécifique à la version, il existe un sous-répertoire pour chacune des bases de données contenant des éléments dans ce tablespace. Ce sous-répertoire est nommé d'après l'OID de la base. Les tables et les index sont enregistrés dans ce répertoire et suivent le schéma de nommage des filenodes. Le tablespace pg_default n'est pas accédé via pg_tblspc mais correspond à PGDATA/base. De façon similaire, le tablespace pg_global n'est pas accédé via pg_tblspc mais correspond à PGDATA/global.

La fonction pg_relation_filepath() affiche le chemin entier (relatif à PGDATA) de toute relation. Il est souvent utile pour ne pas avoir à se rappeler toutes les différentes règles ci-dessus. Gardez néanmoins en tête que cette fonction donne seulement le nom du premier segment du fichier principal de la relation -- vous pourriez avoir besoin d'ajouter le numéro de segment et/ou les extensions _fsm, _vm ou _init pour trouver tous les fichiers associés avec la relation.

Les fichiers temporaires (pour des opérations comme le tri de plus de données que ce que la mémoire peut contenir) sont créés à l'intérieur de PGDATA/base/pgsql_tmp, ou dans un sous-répertoire pgsql_tmp du répertoire du tablespace si un tablespace autre que pg_default est indiqué pour eux. Le nom du fichier temporaire est de la forme pgsql_tmp_{PPP}.NNN, où PPP est le PID du serveur propriétaire et NNN distingue les différents fichiers temporaires de ce serveur.

65.2. TOAST

Cette section fournit un aperçu de TOAST (*The Oversized-Attribute Storage Technique*, la technique de stockage des attributs trop grands).

Puisque PostgreSQL™ utilise une taille de page fixe (habituellement 8 Ko) et n'autorise pas qu'une ligne s'étende sur plusieurs pages. Du coup, il n'est pas possible de stocker de grandes valeurs directement dans les champs. Pour dépasser cette limitation, les valeurs de champ volumineuses sont compressées et/ou divisées en plusieurs lignes physiques. Ceci survient de façon transparente

pour l'utilisateur, avec seulement un petit impact sur le code du serveur. Cette technique est connue sous l'acronyme affectueux de TOAST (ou « the best thing since sliced bread »). L'infrastructure TOAST est aussi utilisé pour améliorer la gestion des valeurs de grande taille en mémoire.

Seuls certains types de données supportent TOAST -- il n'est pas nécessaire d'imposer cette surcharge sur les types de données qui ne produisent pas de gros volumes. Pour supporter TOAST, un type de données doit avoir une représentation (*varlena*) à longueur variable, dans laquelle, généralement, le premier mot de quatre octets contient la longueur totale de la valeur en octets (en incluant ce mot). TOAST ne restreint pas le reste de la représentation de la donnée. Les représentations spéciales appelées collectivement *valeurs TOASTées* fonctionnent en modifiant et en ré-interprétant ce mot de longueur initial. De ce fait, les fonctions C supportant un type de données TOAST-able doivent faire attention à la façon dont elles gèrent les valeurs en entrées potentiellement TOASTées : une entrée pourrait ne pas consister en un mot longueur de quatre octets et son contenu situé après tant qu'elle n'a pas été *dé-toastée*. (Ceci se fait habituellement en appelant PG_DETOAST_DATUM avant toute action sur une valeur en entrée, mais dans certains cas, des approches plus efficaces sont possibles. Voir Section 36.11.1, « Considérations sur les TOAST » pour plus de détails.)

TOAST récupère deux bits du mot contenant la longueur d'un varlena (ceux de poids fort sur les machines big-endian, ceux de poids faible sur les machines little-endian), limitant du coup la taille logique de toute valeur d'un type de données TOAST à 1 Go (2^{30} - 1 octet). Quand les deux bits sont à zéro, la valeur est une valeur non TOASTée du type de données et les bits restants dans le mot contenant la longueur indiquent la taille total du datum (incluant ce mot) en octets. Quand le bit de poids fort (ou de poids faible) est à un, la valeur a un en-tête de seulement un octet alors qu'un en-tête normal en fait quatre. Les bits restants donnent la taille total du datum (incluant ce mot) en octets. Cette alternative supporte un stockage efficace en espace de valeurs plus petites que 127 octets, tout en permettant au type de données de grossir jusqu'à 1 Go si besoin. Les valeurs avec un en-tête sur un octet ne sont pas alignées par rapport à une limite particulière, alors que les valeurs avec des en-têtes à quatre octets sont au moins alignées sur une limite de quatre octets ; la suppression de cet alignement permet de gagner encore un peu d'espace supplémentaire qui est significatif quand on le compare au stockage d'une petite valeur. Voici un cas particulier. Si les bits restants d'un en-tête sur un octet sont tous à zéro (ce qui serait impossible pour une longueur auto-inclue), la valeur est un pointeur vers la donnée sur disque, avec d'autres alternatives décrites ci-dessous. Le type et la taille d'un tel *pointeur TOAST* sont déterminés par le code enregistré dans le deuxième octet du datum. Enfin, quand le premier ou dernier bit vaut 0 mais que le bit adjacent vaut 1, le contenu du datum a été compressé et doit être décompressé avant de pouvoir être utilisé. Dans ce cas, les bits restants du mot longueur de quatre octets donnent une taille totale du datum compressé, pas celles des données au départ. Notez que la compression est aussi possible pour les données de la table TOAST mais l'en-tête varlena n'indique pas si c'est le cas -- le contenu du pointeur TOAST le précise.

Comme mentionné, il existe plusieurs types de pointeurs TOAST. Le type le plus ancien et le plus commun est un pointeur vers des données stockées dans une *table TOAST* qui est séparée, bien qu'associée, de la table contenant le pointeur TOAST. Ces pointeurs *sur disque* sont créés par le code de gestion des TOAST (dans `access/heap/tuptoaster.c`) quand un enregistrement à stocker sur disque est trop gros pour être stocké comme d'habitude. Plus de détails sont disponibles dans Section 65.2.1, « Stockage TOAST sur disque ». Alternativement, un pointeur TOAST peut contenir un pointeur vers des données hors-ligne qui apparaissent ailleurs en mémoire. De tels datums ont une vie courte, et n'iront jamais sur disque. Elles sont cependant utiles pour éviter de copier et de traiter plusieurs fois de grosses données. Section 65.2.2, « Stockage TOAST en mémoire, hors-ligne » fournit plus de détails.

La technique de compression utilisée pour des données compressées en ligne ou pas est un simple et rapide membre de la famille des techniques de compression LZ. Voir `src/common/pg_lzcompress.c` pour les détails.

65.2.1. Stockage TOAST sur disque

Si une des colonnes d'une table est TOAST-able, la table aura une table TOAST associée, dont l'OID est enregistré dans la colonne `pg_class.reloastrelid` pour cette table. Les valeurs TOASTées sur disque sont conservées dans la table TOAST, comme décrit en détails ci-dessous.

Les valeurs hors-ligne sont divisées (après compression si nécessaire) en morceaux d'au plus `TOAST_MAX_CHUNK_SIZE` octets (par défaut, cette valeur est choisie pour que quatre morceaux de ligne tiennent sur une page, d'où les 2000 octets). Chaque morceau est stocké comme une ligne séparée dans la table TOAST de la table propriétaire. Chaque table TOAST contient les colonnes `chunk_id` (un OID identifiant la valeur TOASTée particulière), `chunk_seq` (un numéro de séquence pour le morceau de la valeur) et `chunk_data` (la donnée réelle du morceau). Un index unique sur `chunk_id` et `chunk_seq` offre une récupération rapide des valeurs. Un pointeur datum représentant une valeur TOASTée hors-ligne a par conséquent besoin de stocker l'OID de la table TOAST dans laquelle chercher et l'OID de la valeur spécifique (son `chunk_id`). Par commodité, les pointeurs datums stockent aussi la taille logique du datum (taille de la donnée originale non compressée) et la taille stockée réelle (différente si la compression a été appliquée). À partir des octets d'en-tête varlena, la taille totale d'un pointeur datum TOAST est par conséquent de 18 octets quelque soit la taille réelle de la valeur représentée.

Le code TOAST est déclenché seulement quand une valeur de ligne à stocker dans une table est plus grande que `TOAST_TUPLE_THRESHOLD` octets (habituellement 2 Ko). Le code TOAST compressera et/ou déplacera les valeurs de champ hors la ligne jusqu'à ce que la valeur de la ligne soit plus petite que `TOAST_TUPLE_TARGET` octets (habituellement là-aussi 2 Ko) ou que plus aucun gain ne puisse être réalisé. Lors d'une opération UPDATE, les valeurs des champs non modifiées sont ha-

bituellement préservées telles quelles ; donc un UPDATE sur une ligne avec des valeurs hors ligne n'induit pas de coûts à cause de TOAST si aucune des valeurs hors-ligne n'est modifiée.

Le code TOAST connaît quatre stratégies différentes pour stocker les colonnes TOAST-ables :

- PLAIN empêche soit la compression soit le stockage hors-ligne ; de plus, il désactive l'utilisation d'en-tête sur un octet pour les types varlena. Ceci est la seule stratégie possible pour les colonnes des types de données non TOAST-ables.
- EXTENDED permet à la fois la compression et le stockage hors-ligne. Ceci est la valeur par défaut de la plupart des types de données TOAST-ables. La compression sera tentée en premier, ensuite le stockage hors-ligne si la ligne est toujours trop grande.
- EXTERNAL autorise le stockage hors-ligne mais pas la compression. L'utilisation d'EXTERNAL rendra plus rapides les opérations sur des sous-chaînes d'importantes colonnes de type text et bytea (au dépens d'un espace de stockage accrus) car ces opérations sont optimisées pour récupérer seulement les parties requises de la valeur hors-ligne lorsqu'elle n'est pas compressée.
- MAIN autorise la compression mais pas le stockage hors-ligne. (En réalité le stockage hors-ligne sera toujours réalisé pour de telles colonnes mais seulement en dernier ressort s'il n'existe aucune autre solution pour diminuer suffisamment la taille de la ligne pour qu'elle tienne sur une page.)

Chaque type de données TOAST-able spécifie une stratégie par défaut pour les colonnes de ce type de donnée, mais la stratégie pour une colonne d'une table donnée peut être modifiée avec **ALTER TABLE SET STORAGE**.

Cette combinaison a de nombreux avantages comparés à une approche plus directe comme autoriser le stockage des valeurs de lignes sur plusieurs pages. En supposant que les requêtes sont habituellement qualifiées par comparaison avec des valeurs de clé relativement petites, la grosse partie du travail de l'exécuteur sera réalisée en utilisant l'entrée principale de la ligne. Les grandes valeurs des attributs TOASTés seront seulement récupérées (si elles sont sélectionnées) au moment où l'ensemble de résultats est envoyé au client. Ainsi, la table principale est bien plus petite et un plus grand nombre de ses lignes tiennent dans le cache du tampon partagé, ce qui ne serait pas le cas sans aucun stockage hors-ligne. Le tri l'utilise aussi, et les tris seront plus souvent réalisés entièrement en mémoire. Un petit test a montré qu'une table contenant des pages HTML typiques ainsi que leurs URL étaient stockées en à peu près la moitié de la taille des données brutes en incluant la table TOAST et que la table principale contenait moins de 10 % de la totalité des données (les URL et quelques petites pages HTML). Il n'y avait pas de différence à l'exécution en comparaison avec une table non TOASTée, dans laquelle toutes les pages HTML avaient été coupées à 7 Ko pour tenir.

65.2.2. Stockage TOAST en mémoire, hors-ligne

Les pointeurs TOAST peuvent pointer vers des données qui ne sont pas sur disque, mais ailleurs, dans la mémoire du processus serveur en cours d'exécution. De toute évidence, de tels pointeurs ont une durée de vie courte, mais ils n'en restent pas moins utiles. Il existe actuellement deux cas : les pointeurs vers des données *indirectes* et les pointeurs vers des données *étendues*.

Les pointeurs TOAST indirectes pointent simplement vers une valeur varlena dite *non-indirect* en mémoire. Ce cas a été créé à la base comme un PoC (*Proof of Concept*), mais il est actuellement utilisé lors du décodage logique pour éviter d'avoir potentiellement à créer des enregistrements physiques dépassant 1 Go (ce que le déplacement des valeurs hors-ligne du champ dans l'enregistrement pourrait faire). L'intérêt est limité car le création du datum pointeur est totalement responsable de la survie de la donnée référencée tant que le pointeur existe, et aucune infrastructure n'a été mise en place pour aider à ça.

Les pointeurs TOAST étendus sont utiles pour les types de données complexes dont la représentation sur disque n'est pas particulièrement adaptée pour un traitement. Par exemple, la représentation varlena standard d'un tableau PostgreSQL™ inclut des informations sur les dimensions, un champ de bits pour les éléments NULL s'il y en a, et enfin les valeurs de tous les éléments dans l'ordre. Quand l'élément est lui-même de longueur variable, la seule façon de trouver l'élément *N* est de parcourir tous les éléments précédents. Cette représentation est appropriée pour le stockage sur disque car elle prend peu de place mais pour le traitement du tableau, il est mieux d'avoir une représentation « étendue » ou « déconstruite » pour laquelle l'emplacement de chaque élément est identifié. Le mécanisme du pointeur TOAST supporte ce besoin en autorisant un Datum passé par référence à pointer vers soit une valeur varlena standard (la représentation sur disque) soit un pointeur TOAST vers une représentation étendue quelque part en mémoire. Les détails de cette représentation étendue sont à la discréption du type de données, bien qu'elle doive avoir un en-tête standard et accepter les autres prérequis de l'API indiqués dans `src/include/utils/expandeddatum.h`. Les fonctions C travaillant avec le type de données doivent choisir de gérer une ou l'autre représentation. Les fonctions qui ne connaissent pas la représentation étendue, et qui de ce fait appliquent `PG_DETOAST_DATUM` à leurs données en entrée, recevront automatiquement la représentation varlena traditionnelle. De ce fait, le support d'une représentation étendue peut se faire petit à petit, une fonction à la fois.

Les pointeurs TOAST vers des valeurs étendues sont encore divisés en pointeurs *read-write* (lecture/écriture) et *read-only* (lecture seule). La représentation pointée est la même dans les deux cas, mais une fonction qui reçoit un pointeur *read-write* est autorisée à modifier directement la valeur référencée alors qu'une fonction qui reçoit un pointeur *read-only* ne l'est pas ; elle doit tout d'abord créer une copie si elle veut avoir une version modifiée de la valeur. Cette distinction et certaines conventions associées rendent possible d'éviter des copies inutiles de valeurs étendues pendant l'exécution de la requête.

Pour tous les types de pointeurs TOAST en mémoire, le code de gestion des TOAST s'assurer qu'aucun datum pointeur ne puisse être enregistré par erreur sur disque. Les pointeurs TOAST en mémoire sont automatiquement étendus en des valeurs varlena en ligne tout à fait standards avant leur enregistrement -- puis potentiellement convertis en pointeurs TOAST sur disque si l'enregistrement devient trop gros.

65.3. Carte des espaces libres

Chaque table et index, en dehors des index hash, a une carte des espaces libres (appelée aussi FSM, acronyme de *Free Space Map*) pour conserver la trace des emplacements disponibles dans la relation. Elle est stockée dans un fichier séparé du fichier des données. Le nom de fichier est le numéro reffilenode suivi du suffixe _fsm. Par exemple, si le reffilenode d'une relation est 12345, la FSM est stockée dans un fichier appelé 12345_fsm, dans même répertoire que celui utilisé pour le fichier des données.

La carte des espaces libres est organisée comme un arbre de pages FSM. Les pages FSM de niveau bas stockent l'espace libre disponible dans chaque page de la relation. Les niveaux supérieurs agrégent l'information des niveaux bas.

À l'intérieur de chaque page FSM se trouve un arbre binaire stocké dans un tableau avec un octet par nœud. Chaque nœud final représente une page de la relation, ou une page FSM de niveau bas. Dans chaque nœud non final, la valeur la plus haute des valeurs enfants est stockée. Du coup, la valeur maximum de tous les nœuds se trouve à la racine.

Voir `src/backend/storage/freespace/README` pour plus de détails sur la façon dont la FSM est structurée, et comment elle est mise à jour et recherchée. Le module `pg_freespacemap` peut être utilisé pour examiner l'information stockée dans les cartes d'espace libre.

65.4. Carte de visibilité

Chaque relation a une carte de visibilité (VM acronyme de *Visibility Map*) pour garder trace des pages contenant seulement des lignes connues pour être visibles par toutes les transactions actives ; elle conserve aussi la liste des blocs contenant uniquement des lignes gelées. Elle est stockée en dehors du fichier de données dans un fichier séparé nommé suivant le numéro reffilenode de la relation, auquel est ajouté le suffixe _vm. Par exemple, si le reffilenode de la relation est 12345, la VM est stockée dans un fichier appelé 12345_vm, dans le même répertoire que celui du fichier de données. Notez que les index n'ont pas de VM.

La carte de visibilité enregistre deux bits pour chaque bloc de la table. Le premier bit, s'il vaut 1, indique si le bloc associé ne contient que des enregistrements visibles ou, pour le dire autrement, si le bloc ne contient aucune ligne devait être nettoyée par un VACUUM. Cette information peut aussi être utilisée par les *parcours d'index seul* pour répondre à des requêtes n'utilisant que les informations stockées dans les entrées de l'index. Le deuxième bit, quand il est The second bit, s'il vaut 1, signifie que toutes les lignes du bloc associé ont été gelées. Cela signifie que même un vacuum anti-wraparound n'a pas besoin de traiter ce bloc.

Chaque fois qu'un bit est à 1, la condition est vraie à coup sûr. Par contre, dans le cas contraire, la condition peut être vraie comme fausse. Les bits de la carte de visibilité ne sont initialisés que par le VACUUM, mais sont désinitialisés par toutes opérations de modification des données sur une page.

Le module `pg_visibility` peut être utilisé pour examiner les informations enregistrées dans la carte de visibilité.

65.5. Fichier d'initialisation

Chaque table non journalisé et chaque index d'une table non journalisée disposent d'un fichier d'initialisation. Il s'agit d'une table ou d'un index vide du type approprié. Quand une table non journalisée doit être réinitialisée à cause d'un crash, le fichier d'initialisation est copié sur le fichier principal, et les autres fichiers de cette table sont supprimés (ils seront de nouveau créés automatiquement si nécessaire).

65.6. Emplacement des pages de la base de données

Cette section fournit un aperçu du format des pages utilisées par les tables et index de PostgreSQL™.¹ Les séquences et les tables TOAST sont formatées comme des tables standards.

Dans l'explication qui suit, un *octet* contient huit bits. De plus, le terme *élément* fait référence à une valeur de données individuelle qui est stockée dans une page. Dans une table, un élément est une ligne ; dans un index, un élément est une entrée d'index.

Chaque table et index est stocké comme un tableau de *pages* d'une taille fixe (habituellement 8 Ko, bien qu'une taille de page différente peut être sélectionnée lors de la compilation du serveur). Dans une table, toutes les pages sont logiquement équivalentes pour qu'un élément (ligne) particulier puisse être stocké dans n'importe quelle page. Dans les index, la première page est généralement réservée comme *métapage* contenant des informations de contrôle, et il peut exister différents types de pages à l'intérieur de l'index, suivant la méthode d'accès à l'index. Les tables ont aussi une carte de visibilité dans un fichier de suffixe _vm, pour tracer

¹ En réalité, les méthodes d'accès par index n'ont pas besoin d'utiliser ce format de page. Toutes les méthodes d'indexage existantes utilisent ce format de base mais les données conservées dans les métapages des index ne suivent habituellement pas les règles d'emplacement des éléments.

les pages dont on sait qu'elles ne contiennent pas de lignes mortes et qui n'ont pas du coup besoin de VACUUM.

Tableau 65.2, « Disposition d'une page » affiche le contenu complet d'une page. Il existe cinq parties pour chaque page.

Tableau 65.2. Disposition générale d'une page

Élément	Description
PageHeaderData	Longueur de 24 octets. Contient des informations générales sur la page y compris des pointeurs sur les espaces libres.
ItemIdData	Tableau de paires (décalage,longueur) pointant sur les éléments réels. Quatre octets par élément.
Free space	L'espace non alloué. Les pointeurs de nouveaux éléments sont alloués à partir du début de cette région, les nouveaux éléments à partir de la fin.
Items	Les éléments eux-mêmes.
Special space	Données spécifiques des méthodes d'accès aux index. Différentes méthodes stockent différentes données. Vide pour les tables ordinaires.

Les 24 premiers octets de chaque page consistent en un en-tête de page (PageHeaderData). Son format est détaillé dans Tableau 65.3, « Disposition de PageHeaderData ». Le premier champ trace l'entrée la plus récente dans les journaux de transactions pour cette page. Le deuxième champ contient la somme de contrôle de la page si data checksums est activé. Ensuite se trouve un champ sur deux octets contenant des drapeaux. Il est suivi de champs entiers sur deux octets (*pd_lower*, *pd_upper* et *pd_special*). Ils contiennent les décalages en octets du début de page vers le début de l'espace non alloué, vers la fin de l'espace non alloué et vers le début de l'espace spécial. Les deux octets suivants de l'en-tête de page, *pd_pagesize_version*, enregistrent la taille de la page et un indicateur de version. À partir de la version 8.3 de PostgreSQL™, le numéro de version est 4 ; PostgreSQL™ 8.1 et 8.2 ont utilisé le numéro de version 3 ; PostgreSQL™ 8.0 a utilisé le numéro de version 2 ; PostgreSQL™ 7.3 et 7.4 ont utilisé le numéro de version 1 ; les versions précédentes utilisaient le numéro de version 0. (La disposition fondamentale de la page et le format de l'en-tête n'ont pas changé dans la plupart de ces versions mais la disposition de l'en-tête des lignes de tête a changé.) La taille de la page est seulement présente comme vérification croisée ; il n'existe pas de support pour avoir plus d'une taille de page dans une installation. Le dernier champ est une aide indiquant si traiter la page serait profitable : il garde l'information sur le plus vieux XMAX non traité de la page.

Tableau 65.3. Disposition de PageHeaderData

Champ	Type	Longueur	Description
<i>pd_lsn</i>	PageXLogRecPtr	8 octets	LSN : octet suivant le dernier octet de l'enregistrement xlog pour la dernière modification de cette page
<i>pd_checksum</i>	uint16	2 octets	Somme de contrôle de la page
<i>pd_flags</i>	uint16	2 octets	Bits d'état
<i>pd_lower</i>	LocationIndex	2 octets	Décalage jusqu'au début de l'espace libre
<i>pd_upper</i>	LocationIndex	2 octets	Décalage jusqu'à la fin de l'espace libre
<i>pd_special</i>	LocationIndex	2 octets	Décalage jusqu'au début de l'espace spécial
<i>pd_pagesize_version</i>	uint16	2 octets	Taille de la page et disposition de l'information du numéro de version
<i>pd_prune_xid</i>	TransactionId	4 bytes	Plus vieux XMAX non traité sur la page, ou zéro si aucun

Tous les détails se trouvent dans `src/include/storage/bufpage.h`.

Après l'en-tête de la page se trouvent les identificateurs d'élément (ItemIdData), chacun nécessitant quatre octets. Un identificateur d'élément contient un décalage d'octet vers le début d'un élément, sa longueur en octets, et quelques bits d'attributs qui affectent son interprétation. Les nouveaux identificateurs d'éléments sont alloués si nécessaire à partir du début de l'espace non alloué. Le nombre d'identificateurs d'éléments présents peut être déterminé en regardant *pd_lower*, qui est augmenté pour allouer un nouvel identificateur. Comme un identificateur d'élément n'est jamais déplacé tant qu'il n'est pas libéré, son index pourrait être utilisé sur une base à long terme pour référencer un élément, même quand l'élément lui-même est déplacé le long de la page pour compresser l'espace libre. En fait, chaque pointeur vers un élément (ItemPointer, aussi connu sous le nom de CTID), créé par PostgreSQL™ consiste en un numéro de page et l'index de l'identificateur d'élément.

Les éléments eux-mêmes sont stockés dans l'espace alloué en marche arrière, à partir de la fin de l'espace non alloué. La structure exacte varie suivant le contenu de la table. Les tables et les séquences utilisent toutes les deux une structure nommée HeapTupleHeaderData, décrite ci-dessous.

La section finale est la « section spéciale » qui pourrait contenir tout ce que les méthodes d'accès souhaitent stocker. Par exemple, les index b-tree stockent des liens vers les enfants gauche et droit de la page ainsi que quelques autres données sur la structure de l'index. Les tables ordinaires n'utilisent pas du tout de section spéciale (indiquée en configurant `pd_special` à la taille de la page).

Toutes les lignes de la table sont structurées de la même façon. Il existe un en-tête à taille fixe (occupant 23 octets sur la plupart des machines), suivi par un bitmap NULL optionnel, un champ ID de l'objet optionnel et les données de l'utilisateur. L'en-tête est détaillé dans Tableau 65.4, « Disposition de HeapTupleHeaderData ». Les données réelles de l'utilisateur (les colonnes de la ligne) commencent à décalage indiqué par `t_hoff`, qui doit toujours être un multiple de la distance MAXALIGN pour la plateforme. Le bitmap NULL est seulement présent si le bit `HEAP_HASNULL` est initialisé dans `t_infomask`. S'il est présent, il commence juste après l'en-tête fixe et occupe suffisamment d'octets pour avoir un bit par colonne de données (c'est-à-dire `t_natts` bits ensemble). Dans cette liste de bits, un bit 1 indique une valeur non NULL, un bit 0 une valeur NULL. Quand le bitmap n'est pas présent, toutes les colonnes sont supposées non NULL. L'ID de l'objet est seulement présent si le bit `HEAP_HASOID` est initialisé dans `t_infomask`. S'il est présent, il apparaît juste avant la limite `t_hoff`. Tout ajout nécessaire pour faire de `t_hoff` un multiple de MAXALIGN apparaîtra entre le bitmap NULL et l'ID de l'objet. (Ceci nous assure en retour que l'ID de l'objet est convenablement aligné.)

Tableau 65.4. Disposition de HeapTupleHeaderData

Champ	Type	Longueur	Description
<code>t_xmin</code>	TransactionId	4 octets	XID d'insertion
<code>t xmax</code>	TransactionId	4 octets	XID de suppression
<code>t_cid</code>	CommandId	4 octets	CID d'insertion et de suppression (surcharge avec <code>t_xvac</code>)
<code>t_xvac</code>	TransactionId	4 octets	XID pour l'opération VACUUM déplaçant une version de ligne
<code>t_ctid</code>	ItemPointer-Data	6 octets	TID en cours pour cette version de ligne ou pour une version plus récente
<code>t_infomask2</code>	uint16	2 octets	nombre d'attributs et quelques bits d'état
<code>t_infomask</code>	uint16	2 octets	différents bits d'options (flag bits)
<code>t_hoff</code>	uint8	1 octet	décalage vers les données utilisateur

Tous les détails sont disponibles dans `src/include/access/htup_details.h`.

Interpréter les données réelles peut seulement se faire avec des informations obtenues à partir d'autres tables, principalement `pg_attribute`. Les valeurs clés nécessaires pour identifier les emplacements des champs sont `attlen` et `attalign`. Il n'existe aucun moyen pour obtenir directement un attribut particulier, sauf quand il n'y a que des champs de largeur fixe et aucune colonne NULL. Tout ceci est emballé dans les fonctions `heap_getattr`, `fastgetattr` et `heap_getsysattr`.

Pour lire les données, vous avez besoin d'examiner chaque attribut à son tour. Commencez par vérifier si le champ est NULL en fonction du bitmap NULL. S'il l'est, allez au suivant. Puis, assurez-vous que vous avez le bon alignement. Si le champ est un champ à taille fixe, alors tous les octets sont placés simplement. S'il s'agit d'un champ à taille variable (`attlen = -1`), alors c'est un peu plus compliqué. Tous les types de données à longueur variable partagent la même structure commune d'en-tête, `struct varlena`, qui inclut la longueur totale de la valeur stockée et quelques bits d'option. Suivant les options, les données pourraient être soit dans la table de base soit dans une table TOAST ; elles pourraient aussi être compressées (voir Section 65.2, « TOAST »).

Chapitre 66. Interface du moteur, BKI

Les fichiers d'interface du moteur (BKI pour *Backend Interface*) sont des scripts écrits dans un langage spécial, compris par le serveur PostgreSQL™ lorsqu'il est exécuté en mode « bootstrap ». Ce mode autorise la création et le remplissage des catalogues systèmes *ab initio*, là où les commandes SQL exigent leur existence préalable. Les fichiers BKI peuvent donc être utilisés en premier lieu pour créer le système de base de données. (Ils n'ont probablement pas d'autre utilité.)

initdb utilise un fichier BKI pour réaliser une partie de son travail lors de la création d'un nouveau cluster de bases de données. Le fichier d'entrée utilisé par initdb est créé, lors de la construction et de l'installation de PostgreSQL™, par un programme nommé genbki.pl qui lit différents fichiers d'en-têtes C spécialement formatés à partir du répertoire src/include/catalog des sources. Le fichier BKI créé est appelé postgres.bki et est normalement installé dans le sous-répertoire share du répertoire d'installation.

D'autres informations sont disponibles dans la documentation d'initdb.

66.1. Format des fichiers BKI

Cette section décrit l'interprétation des fichiers BKI par le moteur de PostgreSQL™. Cette description est plus facile à comprendre si le fichier postgres.bki est utilisé comme exemple.

L'entrée de BKI représente une séquence de commandes. Les commandes sont constituées de lexèmes (*tokens*) dont le nombre dépend de la syntaxe de la commande. Les lexèmes sont habituellement séparés par des espaces fines, mais en l'absence d'ambiguïté ce n'est pas nécessaire. Il n'y a pas de séparateur spécial pour les commandes ; le prochain lexème qui ne peut syntaxiquement pas appartenir à la commande qui précède en lance une autre. (En général, il est préférable, pour des raisons de clarté, de placer toute nouvelle commande sur une nouvelle ligne.) Les lexèmes peuvent être des mots clés, des caractères spéciaux (parenthèses, virgules, etc.), nombres ou chaînes de caractères entre guillemets doubles. Tous sont sensibles à la casse.

Les lignes qui débutent par # sont ignorées.

66.2. Commandes BKI

```
create tablename tableoid [bootstrap] [shared_relation] [without_oids] [rowtype_oid oid]
(name1 = type1 [FORCE NOT NULL | FORCE NULL ], name2 = type2 [FORCE NOT NULL | FORCE NULL ], ...)
```

Crée une table nommée *nomtable*, possédant l'OID *tableoid* et composée des colonnes données entre parenthèses.

Les types de colonnes suivants sont supportés directement par bootstrap.c : bool, bytea, char (1 byte), name, int2, int4, regproc, regclass, regtype, text, oid, tid, xid, cid, int2vector, oidvector, _int4 (array), _text (array), _oid (array), _char (array), _aclitem (array). Bien qu'il soit possible de créer des tables contenant des colonnes d'autres types, cela ne peut pas être réalisé avant que pg_type ne soit créé et rempli avec les entrées appropriées. (Ce qui signifie en fait que seuls ces types de colonnes peuvent être utilisés dans les tables utilisant le « bootstrap » mais que les catalogues ne l'utilisant pas peuvent contenir tout type interne.)

Quand bootstrap est précisé, la table est uniquement construite sur disque ; rien n'est entré dans pg_class, pg_attribute, etc, pour cette table. Du coup, la table n'est pas accessible par les opérations SQL standard tant que ces entrées ne sont pas réalisées en dur (à l'aide de commandes insert). Cette option est utilisée pour créer pg_class, etc.

La table est créée partagée si shared_relation est indiqué. Elle possède des OID à moins que without_oids ne soit précisé. L'OID du type de ligne de la table (OID de pg_type) peut en option être indiquée via la clause rowtype_oid ; dans le cas contraire, un OID est automatiquement généré pour lui. (La clause rowtype_oid est inutile si bootstrap est spécifié, mais il peut néanmoins être fourni pour documentation.)

```
open nomtable
```

Ouvre la table nommée *nomtable* pour l'ajout de données. Toute table alors ouverte est fermée.

```
close [nomtable]
```

Ferme la table ouverte. Le nom de la table peut-être indiqué pour vérification mais ce n'est pas nécessaire.

```
insert [OID = valeur_oid] (valeur1 valeur2 ...)
```

Insère une nouvelle ligne dans la table ouverte en utilisant *valeur1*, *valeur2*, etc., comme valeurs de colonnes et *valeur_oid* comme OID. Si *valeur_oid* vaut zéro (0) ou si la clause est omise, et que la table a des OID, alors le prochain OID disponible est utilisé.

La valeur NULL peut être indiquée en utilisant le mot clé spécial _null_. Les valeurs contenant des espaces doivent être placées entre guillemets doubles.

```
declare [unique] index nomindex oidindex on nomtable using nomam ( classeop1 nom1 [, ...] )
```

Crée un index nommé *nomindex*, d'OID *indexoid*, sur la table nommée *nomtable* en utilisant la méthode d'accès nommée *nomam*. Les champs à indexer sont appelés *nom1*, *nom2* etc., et les classes d'opérateur à utiliser sont respectivement *classeop1*, *classeop2* etc. Le fichier index est créé et les entrées appropriées du catalogue sont ajoutées pour lui, mais le contenu de l'index n'est pas initialisé par cette commande.

```
declare toast toasttableoid toastindexoid on nomtable
```

Crée une table TOAST pour la table nommée *nomtable*. La table TOAST se voit affecter l'OID *toasttableoid* et son index l'OID *toastindexoid*. Comme avec `declare index`, le remplissage de l'index est reporté.

```
build indices
```

Remplit les index précédemment déclarés.

66.3. Structure du fichier BKI de « bootstrap »

La commande `open` ne peut pas être utilisée avant que les tables qu'elle utilise n'existent et n'aient des entrées pour la table à ouvrir. (Ces tables minimales sont `pg_class`, `pg_attribute`, `pg_proc` et `pg_type`.) Pour permettre le remplissage de ces tables elles-mêmes, `create` utilisé avec l'option `bootstrap` ouvre implicitement la table créée pour l'insertion de données.

De la même façon, les commandes `declare index` et `declare toast` ne peuvent pas être utilisées tant que les catalogues systèmes dont elles ont besoin n'ont pas été créés et remplis.

Du coup, la structure du fichier `postgres.bki` doit être :

1. `create bootstrap` une des tables critiques
2. `insert` les données décrivant au moins les tables critiques
3. `close`
4. À répéter pour les autres tables critiques.
5. `create` (sans `bootstrap`) une table non critique
6. `open`
7. `insert` les données souhaitées
8. `close`
9. À répéter pour les autres tables non critiques.

10 Définir les index et les tables TOAST.

```
11 build indices
```

Il existe, sans doute, d'autres dépendances d'ordre non documentées.

66.4. Exemple

La séquence de commandes suivante crée la table `test_table` avec l'OID 420, deux colonnes `cola` et `colb` de types respectifs `int4` et `text` et insère deux lignes dans la table :

```
create test_table 420 (cola = int4, colb = text)
open test_table
insert OID=421 ( 1 "value1" )
insert OID=422 ( 2 _null_ )
close test_table
```

Chapitre 67. Comment le planificateur utilise les statistiques

Ce chapitre est construit sur les informations fournies dans Section 14.1, « Utiliser **EXPLAIN** » et Section 14.2, « Statistiques utilisées par le planificateur » pour montrer certains détails supplémentaires sur la façon dont le planificateur utilise les statistiques système pour estimer le nombre de lignes que chaque partie d'une requête pourrait renvoyer. C'est une partie importante du processus de planification, fournissant une bonne partie des informations pour le calcul des coûts.

Le but de ce chapitre n'est pas de documenter le code en détail mais plutôt de présenter un aperçu du fonctionnement. Ceci aidera peut-être la phase d'apprentissage pour quelqu'un souhaitant lire le code.

67.1. Exemples d'estimation des lignes

Les exemples montrés ci-dessous utilisent les tables de la base de tests de régression de PostgreSQL™. Les affichages indiqués sont pris depuis la version 8.3. Le comportement des versions précédentes (ou ultérieures) pourrait varier. Notez aussi que, comme **ANALYZE** utilise un échantillonnage statistique lors de la réalisation des statistiques, les résultats peuvent changer légèrement après toute exécution d'**ANALYZE**.

Commençons avec une requête simple :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1;
QUERY PLAN
-----  
Seq Scan on tenk1  (cost=0.00..458.00 rows=10000 width=244)
```

Comment le planificateur détermine la cardinalité de `tenk1` est couvert dans Section 14.2, « Statistiques utilisées par le planificateur » mais est répété ici pour être complet. Le nombre de pages et de lignes est trouvé dans `pg_class` :

```
SELECT relpages, reltuples FROM pg_class WHERE relname = 'tenk1';
relpages | reltuples
-----+-----  
 358 |      10000
```

Ces nombres sont corrects à partir du dernier **VACUUM** ou **ANALYZE** sur la table. Le planificateur récupère ensuite le nombre de pages actuel dans la table (c'est une opération peu coûteuse, ne nécessitant pas un parcours de table). Si c'est différent de `relpages`, alors `reltuples` est modifié en accord pour arriver à une estimation actuelle du nombre de lignes. Dans cet exemple, la valeur de `relpages` est mise à jour, donc l'estimation du nombre de lignes est identique à `reltuples`.

Passons à un exemple avec une condition dans sa clause WHERE :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1 WHERE unique1 < 1000;
QUERY PLAN
-----  
Bitmap Heap Scan on tenk1  (cost=24.06..394.64 rows=1007 width=244)
  Recheck Cond: (unique1 < 1000)
    -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1  (cost=0.00..23.80 rows=1007 width=0)
          Index Cond: (unique1 < 1000)
```

Le planificateur examine la condition de la clause WHERE et cherche la fonction de sélectivité à partir de l'opérateur < dans `pg_operator`. C'est contenu dans la colonne `oprrest` et le résultat, dans ce cas, est `scalarltsel`. La fonction `scalarltsel` récupère l'histogramme pour `unique1` à partir de `pg_statistics`. Pour les requêtes manuelles, il est plus simple de regarder dans la vue `pg_stats` :

```
SELECT histogram_bounds FROM pg_stats
WHERE tablename='tenk1' AND attname='unique1';
histogram_bounds
-----  
{0,993,1997,3050,4040,5036,5957,7057,8029,9016,9995}
```

Ensuite, la fraction de l'histogramme occupée par « < 1000 » est traitée. C'est la sélectivité. L'histogramme divise l'ensemble en plus petites parties d'égales fréquences, donc tout ce que nous devons faire est de localiser la partie où se trouve notre valeur et compter une *partie* d'elle et *toutes* celles qui la précédent. La valeur 1000 est clairement dans la seconde partie (993-1997), donc en supposant une distribution linéaire des valeurs à l'intérieur de chaque partie, nous pouvons calculer la sélectivité comme étant :

```
selectivity = (1 + (1000 - bucket[2].min)/(bucket[2].max - bucket[2].min))/num_buckets
            = (1 + (1000 - 993)/(1997 - 993))/10
            = 0.100697
```

c'est-à-dire une partie complète plus une fraction linéaire de la seconde, divisée par le nombre de parties. Le nombre de lignes estimées peut maintenant être calculé comme le produit de la sélectivité et de la cardinalité de tenk1 :

```
rows = rel_cardinality * selectivity
      = 10000 * 0.100697
      = 1007 (rounding off)
```

Maintenant, considérons un exemple avec une condition d'égalité dans sa clause WHERE :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1 WHERE stringul = 'CRAAAA';
```

QUERY PLAN

```
Seq Scan on tenk1 (cost=0.00..483.00 rows=30 width=244)
  Filter: (stringul = 'CRAAAA'::name)
```

De nouveau, le planificateur examine la condition de la clause WHERE et cherche la fonction de sélectivité pour =, qui est `eqsel`. Pour une estimation d'égalité, l'histogramme n'est pas utile ; à la place, la liste des valeurs les plus communes (*most common values*, d'où l'acronyme MCV fréquemment utilisé) est utilisé pour déterminer la sélectivité. Regardons-les avec quelques colonnes supplémentaires qui nous seront utiles plus tard :

```
SELECT null_frac, n_distinct, most_common_vals, most_common_freqs FROM pg_stats
WHERE tablename='tenk1' AND attname='stringul';

null_frac          | 0
n_distinct         | 676
most_common_vals   | {EJAAAAA,BBAAAAA,CRAAAA,FCAAAAA,FEAAAAA,GSAAAAA,JOAAAAA,MCAAAA,NAAAAAA,WGAAAAA}
most_common_freqs  | {0.00333333,0.003,0.003,0.003,0.003,0.003,0.003,0.003}
```

Comme CRAAAA apparaît dans la liste des MCV, la sélectivité est tout simplement l'entrée correspondante dans la liste des fréquences les plus courantes (MCF, acronyme de *Most Common Frequencies*) :

```
selectivity = mcf[3]
             = 0.003
```

Comme auparavant, le nombre estimé de lignes est seulement le produit de ceci avec la cardinalité de tenk1 comme précédemment :

```
rows = 10000 * 0.003
      = 30
```

Maintenant, considérez la même requête mais avec une constante qui n'est pas dans la liste MCV :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1 WHERE stringul = 'xxx';
```

QUERY PLAN

```
Seq Scan on tenk1 (cost=0.00..483.00 rows=15 width=244)
  Filter: (stringul = 'xxx'::name)
```

C'est un problème assez différent, comment estimer la sélectivité quand la valeur n'est *pas* dans la liste MCV. L'approche est d'utiliser le fait que la valeur n'est pas dans la liste, combinée avec la connaissance des fréquences pour tous les MCV :

```

selectivity = (1 - sum(mvf)) / (num_distinct - num_mcv)
            = (1 - (0.00333333 + 0.003 + 0.003 + 0.003 + 0.003 + 0.003 +
                      0.003 + 0.003 + 0.003 + 0.003)) / (676 - 10)
            = 0.0014559

```

C'est-à-dire ajouter toutes les fréquences pour les MCV et les soustraire d'un, puis les diviser par le nombre des *autres* valeurs distinctes. Notez qu'il n'y a pas de valeurs NULL, donc vous n'avez pas à vous en inquiéter (sinon nous pourrions soustraire la fraction NULL à partir du numérateur). Le nombre estimé de lignes est ensuite calculé comme d'habitude :

```

rows = 10000 * 0.0014559
      = 15 (rounding off)

```

L'exemple précédent avec `unique1 < 1000` était une sur-simplification de ce que `scalarltsel` faisait réellement ; maintenant que nous avons vu un exemple de l'utilisation des MCV, nous pouvons ajouter quelques détails supplémentaires. L'exemple était correct aussi loin qu'il a été car, comme `unique1` est une colonne unique, elle n'a pas de MCV (évidemment, n'avoir aucune valeur n'est pas plus courant que toute autre valeur). Pour une colonne non unique, il y a normalement un histogramme et une liste MCV, et *l'histogramme n'inclut pas la portion de la population de colonne représentée par les MCV*. Nous le faisons ainsi parce que cela permet une estimation plus précise. Dans cette situation, `scalarltsel` s'applique directement à la condition (c'est-à-dire « `< 1000` ») pour chaque valeur de la liste MCV, et ajoute les fréquence des MCV pour lesquelles la condition est vérifiée. Ceci donne une estimation exacte de la sélectivité dans la portion de la table qui est MCV. L'histogramme est ensuite utilisée de la même façon que ci-dessus pour estimer la sélectivité dans la portion de la table qui n'est pas MCV, et ensuite les deux nombres sont combinés pour estimer la sélectivité. Par exemple, considérez

```

EXPLAIN SELECT * FROM tenk1 WHERE stringul < 'IAAAAA';
-----
          QUERY PLAN
-----
Seq Scan on tenk1 (cost=0.00..483.00 rows=3077 width=244)
  Filter: (stringul < 'IAAAAA'::name)

```

Nous voyons déjà l'information MCV pour `stringul`, et voici son histogramme :

```

SELECT histogram_bounds FROM pg_stats
WHERE tablename='tenk1' AND attname='stringul';
-----
          histogram_bounds
-----
{AAAAAA, CQAAA, FRAAAA, IBAAAA, KRAAAA, NFAAAA, PSAAAA, SGAAAA, VAAAAA, XLAAAA, ZZAAAA}

```

En vérifiant la liste MCV, nous trouvons que la condition `stringul < 'IAAAAA'` est satisfaite par les six premières entrées et non pas les quatre dernières, donc la sélectivité dans la partie MCV de la population est :

```

selectivity = sum(relevant mvfs)
            = 0.00333333 + 0.003 + 0.003 + 0.003 + 0.003
            = 0.01833333

```

Additionner toutes les MFC nous indique aussi que la fraction totale de la population représentée par les MCV est de 0.03033333, et du coup la fraction représentée par l'histogramme est de 0.96966667 (encore une fois, il n'y a pas de NULL, sinon nous devrions les exclure ici). Nous pouvons voir que la valeur `IAAAAA` tombe près de la fin du troisième jeton d'histogramme. En utilisant un peu de suggestions sur la fréquence des caractères différents, le planificateur arrive à l'estimation 0.298387 pour la portion de la population de l'histogramme qui est moindre que `IAAAAA`. Ensuite nous combinons les estimations pour les populations MCV et non MCV :

```

selectivity = mcv_selectivity + histogram_selectivity * histogram_fraction
            = 0.01833333 + 0.298387 * 0.96966667
            = 0.307669
rows        = 10000 * 0.307669
            = 3077 (rounding off)

```

Dans cet exemple particulier, la correction à partir de la liste MCV est très petit car la distribution de la colonne est réellement assez plat (les statistiques affichant ces valeurs particulières comme étant plus communes que les autres sont principalement dues à une erreur d'échantillonage). Dans un cas plus typique où certaines valeurs sont significativement plus communes que les autres, ce processus compliqué donne une amélioration utile dans la précision car la sélectivité pour les valeurs les plus communes est trouvée exactement.

Maintenant, considérons un cas avec plus d'une condition dans la clause WHERE :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1 WHERE unique1 < 1000 AND stringul = 'xxx';

          QUERY PLAN
-----
Bitmap Heap Scan on tenk1  (cost=23.80..396.91 rows=1 width=244)
  Recheck Cond: (unique1 < 1000)
  Filter: (stringul = 'xxx'::name)
    -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1  (cost=0.00..23.80 rows=1007 width=0)
      Index Cond: (unique1 < 1000)
```

Le planificateur suppose que les deux conditions sont indépendantes, pour que les sélectivités individuelles des clauses puissent être multipliées ensemble :

```
selectivity = selectivity(unique1 < 1000) * selectivity(stringul = 'xxx')
            = 0.100697 * 0.0014559
            = 0.0001466

rows        = 10000 * 0.0001466
            = 1  (rounding off)
```

Notez que l'estimation du nombre de lignes renvoyées à partir du bitmap index scan reflète seulement la condition utilisée avec l'index ; c'est important car cela affecte l'estimation du coût pour les récupérations suivantes sur la table.

Enfin, nous examinerons une requête qui implique une jointure :

```
EXPLAIN SELECT * FROM tenk1 t1, tenk2 t2
WHERE t1.unique1 < 50 AND t1.unique2 = t2.unique2;

          QUERY PLAN
-----
Nested Loop  (cost=4.64..456.23 rows=50 width=488)
  -> Bitmap Heap Scan on tenk1 t1  (cost=4.64..142.17 rows=50 width=244)
      Recheck Cond: (unique1 < 50)
        -> Bitmap Index Scan on tenk1_unique1  (cost=0.00..4.63 rows=50 width=0)
          Index Cond: (unique1 < 50)
  -> Index Scan using tenk2_unique2 on tenk2 t2  (cost=0.00..6.27 rows=1 width=244)
          Index Cond: (unique2 = t1.unique2)
```

La restriction sur tenk1, unique1 < 50, est évaluée avant la jointure de boucle imbriquée. Ceci est géré de façon analogue à l'exemple précédent. Cette fois, la valeur 50 est dans la première partie de l'histogramme unique1 :

```
selectivity = (0 + (50 - bucket[1].min)/(bucket[1].max - bucket[1].min))/num_buckets
            = (0 + (50 - 0)/(993 - 0))/10
            = 0.005035

rows        = 10000 * 0.005035
            = 50  (rounding off)
```

La restriction pour la jointure est t2.unique2 = t1.unique2. L'opérateur est tout simplement le =, néanmoins la fonction de sélectivité est obtenue à partir de la colonne `oprjoin` de pg_operator, et est `eqjoinsel`. `eqjoinsel` recherche l'information statistique de tenk2 et tenk1 :

```
SELECT tablename, null_frac,n_distinct, most_common_vals FROM pg_stats
WHERE tablename IN ('tenk1', 'tenk2') AND attname='unique2';

tablename | null_frac | n_distinct | most_common_vals
```

tenk1	0	-1
tenk2	0	-1

Dans ce cas, il n'y a pas d'information MCV pour *unique2* parce que toutes les valeurs semblent être unique, donc nous utilisons un algorithme qui relie seulement le nombre de valeurs distinctes pour les deux relations ensembles avec leur fractions NULL :

```
selectivity = (1 - null_frac1) * (1 - null_frac2) * min(1/num_distinct1,
1/num_distinct2)
            = (1 - 0) * (1 - 0) / max(10000, 10000)
            = 0.0001
```

C'est-à-dire, soustraire la fraction NULL pour chacune des relations, et divisez par le maximum of the numbers of distinct values. Le nombre de lignes que la jointure pourrait émettre est calculé comme la cardinalité du produit cartésien de deux inputs, multiplié par la sélectivité :

```
rows = (outer_cardinality * inner_cardinality) * selectivity
      = (50 * 10000) * 0.0001
      = 50
```

S'il y avait eu des listes MCV pour les deux colonnes, `eqjoinsel` aurait utilisé une comparaison directe des listes MCV pour déterminer la sélectivité de jointure à l'intérieur de la partie des populations de colonne représentées par les MCV. L'estimation pour le reste des populations suit la même approche affichée ici.

Notez que nous montrons `inner_cardinality` comme 10000, c'est-à-dire la taille non modifiée de `tenk2`. Il pourrait apparaître en inspectant l'affichage **EXPLAIN** que l'estimation des lignes jointes vient de $50 * 1$, c'est-à-dire que le nombre de lignes externes multiplié par le nombre estimé de lignes obtenu par chaque parcours d'index interne sur `tenk2`. Mais ce n'est pas le cas : la taille de la relation jointe est estimée avant tout plan de jointure particulier considéré. Si tout fonctionne si bien, alors les deux façons d'estimer la taille de la jointure produiront la même réponse mais, à cause de l'erreur d'arrondi et d'autres facteurs, ils divergent quelque fois significativement.

Pour les personnes intéressées par plus de détails, l'estimation de la taille d'une table (avant toute clause `WHERE`) se fait dans `src/backend/optimizer/util/plancat.c`. La logique générique pour les sélectivités de clause est dans `src/backend/optimizer/path/clausesel.c`. Les fonctions de sélectivité spécifiques aux opérateurs se trouvent principalement dans `src/backend/utils/adt/selfuncs.c`.

67.2. Statistiques de l'optimiseur et sécurité

L'accès à la table `pg_statistic` est restreint aux superutilisateurs pour que les autres utilisateurs ne puissent apprendre le contenu des tables des autres utilisateurs. Certaines fonctions d'estimation de la sélectivité utiliseront un opérateur fourni par l'utilisateur (soit l'opérateur apparaissant dans la requête, soit un opérateur lié) pour analyser les statistiques enregistrées. Par exemple, pour déterminer si la valeur la plus commune est applicable, l'estimateur de sélectivité devra exécuter l'opérateur = approprié pour comparer la constante de la requête avec la valeur enregistrée. De ce fait, la donnée dans `pg_statistic` est potentiellement fournie aux opérateurs définis par l'utilisateur. Un opérateur créé de façon approprié peut intentionnellement donner les opérandes fournis (par exemple en les enregistrant ou en les écrivant dans une table différente) ou en les exposant par erreur en affichant leur valeurs dans des messages d'erreur, auxquels cas il pourrait exposer les données provenant de `pg_statistic` à un utilisateur qui ne devrait pas être capable de les voir.

Pour empêcher cela, ce qui suit s'applique à toute fonction interne d'estimation de la sélectivité. Lors de la planification d'une requête, pour pouvoir utiliser les statistiques enregistrées, soit l'utilisateur actuel doit avoir le droit `SELECT` sur la table ou les colonnes impliquées, `columns`, soit l'opérateur utilisé doit être `LEAKPROOF` (plus exactement, la fonction utilisée par cet opérateur). Dans le cas contraire, l'estimateur de la sélectivité se comportera comme si aucune statistique n'était disponible, et le planificateur procédera avec les informations par défaut.

Si un utilisateur n'a pas le droit requis pour la table ou les colonnes, alors dans de nombreux cas, la requête renverra une erreur pour refus de droit, auquel cas ce mécanisme est invisible en pratique. Mais si l'utilisateur est en train de lire une vue avec une barrière de sécurité, alors le planificateur pourrait souhaiter de vérifier les statistiques de la table sous-jacente qui n'est normalement pas accessible par l'utilisateur. Dans ce cas, l'opérateur devra être sans fuite. Dans le cas contraire, les statistiques ne seront pas utilisées. Il n'y a pas de retour direct sur cela, en dehors du fait que le plan pourrait être non optimal. Si un utilisateur suspecte que cela lui arrive, il pourrait exécuter la requête avec un utilisateur disposant de plus de droits pour voir si cela cause la génération d'un autre plan.

Cette restriction s'applique seulement aux cas où le planificateur aurait besoin d'exécuter un opérateur défini par un utilisateur sur une ou plusieurs valeurs de `pg_statistic`. De ce fait, le planificateur a l'autorisation d'utiliser des informations statistiques générées par ces opérateurs.

riques, telles que la fraction de valeurs nulles ou le nombre de valeurs distinctes dans une colonne, quelque soit les droits d'accès.

Les fonctions d'estimation de la sélectivité contenues dans des extensions de tierces parties qui opèrent potentiellement sur des statistiques avec des opérateurs définis par les utilisateurs devraient suivre les mêmes règles de sécurité. Consultez le code source de PostgreSQL pour des exemples.

Partie VIII. Annexes

Annexe A. Codes d'erreurs de PostgreSQL™

Tous les messages émis par le serveur PostgreSQL™ se voient affectés des codes d'erreur sur cinq caractères. Ces codes suivent les conventions du standard SQL pour les codes « SQLSTATE ».

Les applications qui souhaitent connaître la condition d'erreur survenue peuvent tester le code d'erreur plutôt que récupérer le message d'erreur textuel. Les codes d'erreurs sont moins sujets à changement au fil des versions de PostgreSQL™ et ne dépendent pas de la localisation des messages d'erreur. Seuls certains codes d'erreur produits par PostgreSQL™ sont définis par le standard SQL ; divers codes d'erreur supplémentaires, pour des conditions non définies par le standard, ont été inventés ou empruntés à d'autres bases de données.

Comme le préconise le standard, les deux premiers caractères d'un code d'erreur définissent la classe d'erreurs, les trois derniers indiquent la condition spécifique à l'intérieur de cette classe. Ainsi, une application qui ne reconnaît pas le code d'erreur spécifique peut toujours agir en fonction de la classe de l'erreur.

Tableau A.1, « Codes d'erreur de PostgreSQL™ » liste tous les codes d'erreurs définis dans PostgreSQL™ 9.6.5. (Certains ne sont pas réellement utilisés mais sont définis par le standard SQL.) Les classes d'erreurs sont aussi affichées. Pour chaque classe d'erreur, il y a un code d'erreur « standard » dont les trois derniers caractères sont 000. Ce code n'est utilisé que pour les conditions d'erreurs de cette classe qui ne possèdent pas de code plus spécifique.

Les symboles affichées dans la colonne « Nom de condition » sont aussi le nom de la condition à utiliser dans PL/pgSQL. Les noms de conditions peuvent être écrits en minuscule ou en majuscule. Notez que PL/pgSQL ne fait pas la distinction entre avertissement et erreur au niveau des noms des conditions ; il s'agit des classes 00, 01 et 02.

Pour certains types d'erreurs, le serveur rapporte le nom d'un objet de la base (une table, la colonne d'une table, le type d'une donnée ou une contrainte) associé à l'erreur ; par exemple, le nombre de la contrainte unique qui a causé une erreur de type uniqueViolation. Ces noms sont fournis dans des champs séparés du message d'erreur pour que les applications n'aient pas besoin de les extraire d'un texte prévu pour un humain et potentiellement traduit dans sa langue. À partir de PostgreSQL™ 9.3, cette fonctionnalité est complète pour les erreurs de la classe SQLSTATE 23 (violation d'une contrainte d'intégrité). Elle sera étendue lors des prochaines versions.

Tableau A.1. Codes d'erreur de PostgreSQL™

Code erreur	Nom de condition
Class 00 -- Succès de l'opération	
00000	successful_completion
Class 01 -- Avertissement	
01000	warning
0100C	dynamic_result_sets_returned
01008	implicit_zero_bit_padding
01003	null_value_eliminated_in_set_function
01007	privilege_not_granted
01006	privilege_not_revoked
01004	string_data_right_truncation
01P01	deprecated_feature
Class 02 -- Pas de données (également une classe d'avertissement selon le standard SQL)	
02000	no_data
02001	no_additional_dynamic_result_sets_returned
Class 03 -- Instruction SQL pas encore terminée	
03000	sql_statement_not_yet_complete
Class 08 -- Problème de connexion	
08000	connection_exception
08003	connection_does_not_exist
08006	connection_failure
08001	sqlclient_unable_to_establish_sqlconnection

Code erreur	Nom de condition
08004	sqlserver_rejected_establishment_of_sqlconnection
08007	transaction_resolution_unknown
08P01	protocolViolation
Class 09 -- Problème d'action déclenchée	
09000	triggered_action_exception
Class 0A -- Fonctionnalité non supportée	
0A000	feature_not_supported
Class 0B -- Initialisation de transaction invalide	
0B000	invalid_transaction_initiation
Class 0F -- Problème de pointeur (Locator)	
0F000	locator_exception
0F001	invalid_locator_specification
Class 0L -- Ganteur invalide	
0L000	invalid_grantor
0LP01	invalid_grant_operation
Class 0P -- Spécification de rôle invalide	
0P000	invalid_role_specification
Class 20 -- Cas non trouvé	
20000	case_not_found
Class 21 -- Violation de cardinalité	
21000	cardinalityViolation
Class 22 -- Problème de données	
22000	data_exception
2202E	array_subscript_error
22021	character_not_in_repertoire
22008	datetime_field_overflow
22012	division_by_zero
22005	error_in_assignment
2200B	escape_character_conflict
22022	indicator_overflow
22015	interval_field_overflow
2201E	invalid_argument_for_logarithm
22014	invalid_argument_for_ntile_function
22016	invalid_argument_for_nth_value_function
2201F	invalid_argument_for_power_function
2201G	invalid_argument_for_width_bucket_function
22018	invalid_character_value_for_cast
22007	invalid_datetime_format
22019	invalid_escape_character
2200D	invalid_escape_octet
22025	invalid_escape_sequence
22P06	nonstandard_use_of_escape_character
22010	invalid_indicator_parameter_value
22023	invalid_parameter_value

Code erreur	Nom de condition
2201B	invalid_regular_expression
2201W	invalid_row_count_in_limit_clause
2201X	invalid_row_count_in_result_offset_clause
22009	invalid_time_zone_displacement_value
2200C	invalid_use_of_escape_character
2200G	most_specific_type_mismatch
22004	null_value_not_allowed
22002	null_value_no_indicator_parameter
22003	numeric_value_out_of_range
22026	string_data_length_mismatch
22001	string_data_right_truncation
22011	substring_error
22027	trim_error
22024	unterminated_c_string
2200F	zero_length_character_string
22P01	floating_point_exception
22P02	invalid_text_representation
22P03	invalid_binary_representation
22P04	bad_copy_file_format
22P05	untranslatable_character
2200L	not_an_xml_document
2200M	invalid_xml_document
2200N	invalid_xml_content
2200S	invalid_xml_comment
2200T	invalid_xml_processing_instruction

Class 23 -- Violation de contrainte d'intégrité

23000	integrity_constraintViolation
23001	restrictViolation
23502	not_nullViolation
23503	foreign_keyViolation
23505	uniqueViolation
23514	checkViolation
23P01	exclusionViolation

Class 24 -- État de curseur invalide

24000	invalid_cursor_state
-------	----------------------

Class 25 -- État de transaction invalide

25000	invalid_transaction_state
25001	active_sql_transaction
25002	branch_transaction_already_active
25008	held_cursor_requires_same_isolation_level
25003	inappropriate_access_mode_for_branch_transaction
25004	inappropriate_isolation_level_for_branch_transaction
25005	no_active_sql_transaction_for_branch_transaction
25006	read_only_sql_transaction

Code erreur	Nom de condition
25007	schema_and_data_statement_mixing_not_supported
25P01	no_active_sql_transaction
25P02	in_failed_sql_transaction
Class 26 -- Nom d'instruction SQL invalide	
26000	invalid_sql_statement_name
Class 27 -- Violation de modification de donnée déclenchée	
27000	triggered_data_changeViolation
Class 28 -- Spécification d'autorisation invalide	
28000	invalid_authorization_specification
28P01	invalid_password
Class 2B -- Descripteurs de privilège dépendant toujours existant	
2B000	dependent_privilege_descriptors_still_exist
2BP01	dependent_objects_still_exist
Class 2D -- Fin de transaction invalide	
2D000	invalid_transaction_termination
Class 2F -- Exception dans une routine SQL	
2F000	sql_routine_exception
2F005	function_executed_no_return_statement
2F002	modifying_sql_data_not_permitted
2F003	prohibited_sql_statement_attempted
2F004	reading_sql_data_not_permitted
Class 34 -- Nom de curseur invalide	
34000	invalid_cursor_name
Class 38 -- Exception de routine externe	
38000	external_routine_exception
38001	containing_sql_not_permitted
38002	modifying_sql_data_not_permitted
38003	prohibited_sql_statement_attempted
38004	reading_sql_data_not_permitted
Class 39 -- Exception dans l'appel d'une routine externe	
39000	external_routine_invocation_exception
39001	invalid_sqlstate_returned
39004	null_value_not_allowed
39P01	trigger_protocol_violated
39P02	srf_protocol_violated
Class 3B -- Exception dans un point de retournement	
3B000	savepoint_exception
3B001	invalid_savepoint_specification
Class 3D -- Nom de catalogue invalide	
3D000	invalid_catalog_name
Class 3F -- Nom de schéma invalide	
3F000	invalid_schema_name
Class 40 -- Annulation de transaction	
40000	transaction_rollback

Code erreur	Nom de condition
40002	transaction_integrity_constraintViolation
40001	serialization_failure
40003	statement_completion_unknown
40P01	deadlock_detected
Class 42 -- Erreur de syntaxe ou violation de règle d'accès	
42000	syntax_error_or_access_ruleViolation
42601	syntax_error
42501	insufficient_privilege
42846	cannot_coerce
42803	grouping_error
42P20	windowing_error
42P19	invalid_recursion
42830	invalid_foreign_key
42602	invalid_name
42622	name_too_long
42939	reserved_name
42804	datatype_mismatch
42P18	indeterminate_datatype
42P21	collation_mismatch
42P22	indeterminate_collation
42809	wrong_object_type
42703	undefined_column
42883	undefined_function
42P01	undefined_table
42P02	undefined_parameter
42704	undefined_object
42701	duplicate_column
42P03	duplicate_cursor
42P04	duplicate_database
42723	duplicate_function
42P05	duplicate_prepared_statement
42P06	duplicate_schema
42P07	duplicate_table
42712	duplicate_alias
42710	duplicate_object
42702	ambiguous_column
42725	ambiguous_function
42P08	ambiguous_parameter
42P09	ambiguous_alias
42P10	invalid_column_reference
42611	invalid_column_definition
42P11	invalid_cursor_definition
42P12	invalid_database_definition
42P13	invalid_function_definition

Code erreur	Nom de condition
42P14	invalid_prepared_statement_definition
42P15	invalid_schema_definition
42P16	invalid_table_definition
42P17	invalid_object_definition
Class 44 -- Violation de WITH CHECK OPTION	
44000	with_check_optionViolation
Class 53 -- Ressources insuffisantes	
53000	insufficient_resources
53100	disk_full
53200	out_of_memory
53300	too_many_connections
Class 54 -- Limite du programme dépassée	
54000	program_limit_exceeded
54001	statement_too_complex
54011	too_many_columns
54023	too_many_arguments
Class 55 -- L'objet n'est pas l'état prérequis	
55000	object_not_in_prerequisite_state
55006	object_in_use
55P02	cant_change_runtime_param
55P03	lock_not_available
Class 57 -- Intervention d'un opérateur	
57000	operator_intervention
57014	query_canceled
57P01	admin_shutdown
57P02	crash_shutdown
57P03	cannot_connect_now
57P04	database_dropped
Class 58 -- Erreur système (erreurs externes à PostgreSQL™)	
58030	io_error
58P01	undefined_file
58P02	duplicate_file
Class F0 -- Erreur dans le fichier de configuration	
F0000	config_file_error
F0001	lock_file_exists
Class HV -- Erreur Foreign Data Wrapper (SQL/MED)	
HV000	fdw_error
HV005	fdw_column_name_not_found
HV002	fdw_dynamic_parameter_value_needed
HV010	fdw_function_sequence_error
HV021	fdw_inconsistent_descriptor_information
HV024	fdw_invalid_attribute_value
HV007	fdw_invalid_column_name
HV008	fdw_invalid_column_number

Code erreur	Nom de condition
HV004	fdw_invalid_data_type
HV006	fdw_invalid_data_type_descriptors
HV091	fdw_invalid_descriptor_field_identifier
HV00B	fdw_invalid_handle
HV00C	fdw_invalid_option_index
HV00D	fdw_invalid_option_name
HV090	fdw_invalid_string_length_or_buffer_length
HV00A	fdw_invalid_string_format
HV009	fdw_invalid_use_of_null_pointer
HV014	fdw_too_many_handles
HV001	fdw_out_of_memory
HV00P	fdw_no_schemas
HV00J	fdw_option_name_not_found
HV00K	fdw_reply_handle
HV00Q	fdw_schema_not_found
HV00R	fdw_table_not_found
HV00L	fdw_unable_to_create_execution
HV00M	fdw_unable_to_create_reply
HV00N	fdw_unable_to_establish_connection
Class P0 -- Erreur PL/pgSQL	
P0000	plpgsql_error
P0001	raise_exception
P0002	no_data_found
P0003	too_many_rows
Class XX -- Erreur interne	
XX000	internal_error
XX001	data_corrupted
XX002	index_corrupted

Annexe B. Support de date/heure

PostgreSQL™ utilise un analyseur heuristique interne pour le support des dates/heures saisies. Les dates et heures, saisies sous la forme de chaînes de caractères, sont découpées en champs distincts après détermination du type d'information contenue dans chaque champ. Chaque champ est interprété ; une valeur peut lui être affectée, il peut être ignoré ou encore être rejeté. Le parseur contient des tables de recherche internes pour tous les champs textuels y compris les mois, les jours de la semaine et les fuseaux horaires.

Cette annexe décrit le contenu des tables de correspondance et les méthodes utilisées par le parseur pour décoder les dates et heures.

B.1. Interprétation des Date/Heure saisies

Les entrées de type date/heure sont toutes décodées en utilisant le processus suivant.

1. Diviser la chaîne saisie en lexèmes et catégoriser les lexèmes en chaînes, heures, fuseaux horaires et nombres.
 - a. Si le lexème numérique contient un double-point (:), c'est une chaîne de type heure. On inclut tous les chiffres et double-points qui suivent.
 - b. Si le lexème numérique contient un tiret (-), une barre oblique (/) ou au moins deux points (.), c'est une chaîne de type date qui contient peut-être un mois sous forme textuelle. Si un lexème de date a déjà été reconnu, il est alors interprété comme un nom de fuseau horaire (par exemple America/New_York).
 - c. Si le lexème n'est que numérique alors il s'agit soit d'un champ simple soit d'une date concaténée ISO 8601 (19990113 pour le 13 janvier 1999, par exemple) ou d'une heure concaténée ISO 8601 (141516 pour 14:15:16, par exemple).
 - d. Si le lexème débute par le signe plus (+) ou le signe moins (-), alors il s'agit soit d'un fuseau horaire numérique, soit d'un champ spécial.
2. Si le lexème est une chaîne texte, le comparer avec les différentes chaînes possibles :
 - a. Faire une recherche binaire dans la table pour vérifier si le lexème est une abréviation de fuseau horaire.
 - b. S'il n'est pas trouvé, une recherche binaire est effectuée dans la table pour vérifier si le lexème est une chaîne spéciale (today, par exemple), un jour (Thursday, par exemple), un mois (January, par exemple), ou du bruit (at, on, par exemple).
 - c. Si le lexème n'est toujours pas trouvé, une erreur est levée.
3. Lorsque le lexème est un nombre ou un champ de nombre :
 - a. S'il y a huit ou six chiffres, et qu'aucun autre champ date n'a été lu, alors il est interprété comme une « date concaténée » (19990118 ou 990118, par exemple). L'interprétation est AAAAMMJJ ou AAMMJJ.
 - b. Si le lexème est composé de trois chiffres et qu'une année est déjà lue, alors il est interprété comme un jour de l'année.
 - c. Si quatre ou six chiffres et une année sont déjà lus, alors il est interprété comme une heure (HHMM ou HHMMSS).
 - d. Si le lexème est composé de trois chiffres ou plus et qu'aucun champ date n'a été trouvé, il est interprété comme une année (cela impose l'ordre aa-mm-jj des champs dates restants).
 - e. Dans tous les autres cas, le champ date est supposé suivre l'ordre imposé par le paramètre `datestyle` : mm-jj-aa, jj-mm-aa, ou aa-mm-jj. Si un champ jour ou mois est en dehors des limites, une erreur est levée.
4. Si BC est indiqué, le signe de l'année est inversé et un est ajouté pour le stockage interne. (Il n'y a pas d'année zéro dans le calendrier Grégorien, alors numériquement 1 BC devient l'année zéro.)
5. Si BC n'est pas indiqué et que le champ année est composé de deux chiffres, alors l'année est ajustée à quatre chiffres. Si le champ vaut moins que 70, alors on ajoute 2000, sinon 1900.



Astuce

Les années du calendrier Grégorien AD 1-99 peuvent être saisie avec 4 chiffres, deux zéros en tête (0099)

pour AD 99, par exemple).

B.2. Mots clés Date/Heure

Tableau B.1, « Noms de mois » présente les lexèmes reconnus comme des noms de mois.

Tableau B.1. Noms de mois

Mois	Abréviations
January (Janvier)	Jan
February (Février)	Feb
March (Mars)	Mar
April (Avril)	Apr
May (Mai)	
June (Juin)	Jun
July (Juillet)	Jul
August (Août)	Aug
September (Septembre)	Sep, Sept
October (Octobre)	Oct
November (Novembre)	Nov
December (Décembre)	Dec

Tableau B.2, « Noms des jours de la semaine » présente les lexèmes reconnus comme des noms de jours de la semaine.

Tableau B.2. Noms des jours de la semaine

Jour	Abréviation
Sunday (Dimanche)	Sun
Monday (Lundi)	Mon
Tuesday (Mardi)	Tue, Tues
Wednesday (Mercredi)	Wed, Weds
Thursday (Jeudi)	Thu, Thur, Thurs
Friday (Vendredi)	Fri
Saturday (Samedi)	Sat

Tableau B.3, « Modificateurs de Champs Date/Heure » présente les lexèmes utilisés par divers modificateurs.

Tableau B.3. Modificateurs de Champs Date/Heure

Identifiant	Description
AM	L'heure précède 12:00
AT	Ignoré
JULIAN, JD, J	Le champ suivant est une date du calendrier Julian
ON	Ignoré
PM	L'heure suit 12:00
T	Le champ suivant est une heure

B.3. Fichiers de configuration date/heure

Comme il n'existe pas de réel standard des abréviations de fuseaux horaire, PostgreSQL™ permet de personnaliser l'ensemble des abréviations acceptées par le serveur. Le paramètre d'exécution `timezone_abbreviations` détermine l'ensemble des abréviations actives. Bien que tout utilisateur de la base puisse modifier ce paramètre, les valeurs possibles sont sous le contrôle de l'administrateur de bases de données -- ce sont en fait les noms des fichiers de configuration stockés dans `.../share/timezonesets/` du répertoire d'installation. En ajoutant ou en modifiant les fichiers de ce répertoire, l'administrateur peut définir les règles d'abréviation des fuseaux horaires.

`timezone_abbreviations` peut prendre tout nom de fichier situé dans `.../share/timezonesets/`, sous réserve que ce nom soit purement alphabétique. (L'interdiction de caractères non alphabétique dans `timezone_abbreviations` empêche la lecture de fichiers en dehors du répertoire prévu et celle de fichiers de sauvegarde ou autre.)

Un fichier d'abréviation de zones horaires peut contenir des lignes blanches et des commentaires (commençant avec un #). Les autres lignes doivent suivre l'un des formats suivants :

```
abréviation_fuseau_horaire décalage
abréviation_fuseau_horaire décalage D
abréviation_fuseau_horaire nom_fuseau_horaire
@INCLUDE nom_fichier
@override
```

Un `abréviation_fuseau_horaire` n'est que l'abréviation définie. Le `décalage` est un entier donnant le décalage en secondes à partir d'UTC, une valeur positive signifiant à l'est de Greenwich, une valeur négative à l'ouest. Ainsi, -18000 représente cinq heures à l'ouest de Greenwich, soit l'heure standard de la côte ouest nord américaine. `D` indique que le nom du fuseau représente une heure soumise à des règles de changement d'heure plutôt que l'heure standard.

Autrement, un `nom_fuseau_horaire` peut être indiqué, référençant un nom de fuseau horaire défini dans la base de données IANA. La définition du fuseau est consultée pour voir si l'abréviation est ou était utilisée pour ce fuseau et, si c'est bien le cas, la signification appropriée est utilisée -- la signification qui était utilisée pour l'horodatage dont la valeur était en cours de détermination ou la signification utilisée immédiatement avant ça si elle n'était pas actuelle à ce moment, ou la signification la plus ancienne si elle était utilisée seulement après ce moment. Ce comportement est essentiel pour gérer les abréviations dont la signification a varié dans l'histoire. Il est aussi permis de définir une abréviation en terme de nom de fuseau horaire pour lequel cette abréviation n'apparaît pas ; alors utiliser l'abréviation est équivalent à écrire le nom du fuseau horaire.



Astuce

Utiliser un entier simple pour le `décalage` est préféré lors de la définition d'une abréviation dont le décalage à partir d'UTC n'a jamais changé, car ce type d'abréviation est bien moins coûteuse à traiter que celles qui réclament de consulter la définition du fuseau horaire.

La syntaxe `@INCLUDE` autorise l'inclusion d'autres fichiers du répertoire `.../share/timezonesets/`. Les inclusions peuvent être imbriquées jusqu'à une certaine profondeur.

La syntaxe `@override` indique que les entrées suivantes du fichier peuvent surcharger les entrées précédentes (c'est-à-dire des entrées obtenues à partir de fichiers inclus). Sans cela, les définitions en conflit au sein d'une même abréviation lèvent une erreur.

Dans une installation non modifiée, le fichier `Default` contient toutes les abréviations de fuseaux horaires, sans conflit, pour la quasi-totalité du monde. Les fichiers supplémentaires `Australia` et `India` sont fournis pour ces régions : ces fichiers incluent le fichier `Default` puis ajoutent ou modifient les fuseaux horaires si nécessaire.

Pour des raisons de référence, une installation standard contient aussi des fichiers `Africa.txt`, `America.txt`, etc. qui contiennent des informations sur les abréviations connues et utilisées en accord avec la base de données de fuseaux horaires IANA. Les définitions des noms de zone trouvées dans ces fichiers peuvent être copiées et collées dans un fichier de configuration personnalisé si nécessaire. Il ne peut pas être fait directement référence à ces fichiers dans le paramètre `timezone_abbreviations` à cause du point dans leur nom.



Note

Si une erreur survient lors de la lecture des abréviations de fuseaux horaires, aucune nouvelle valeur n'est acceptée mais les anciennes sont conservées. Si l'erreur survient au démarrage de la base, celui-ci échoue.



Attention

Les abréviations de fuseau horaire définies dans le fichier de configuration surchargent les informations sans fuseau définies nativement dans PostgreSQL™. Par exemple, le fichier de configuration `Australia` définit `SAT` (*South Australian Standard Time*, soit l'heure standard pour l'Australie du sud). Si ce fichier est actif, `SAT` n'est plus reconnu comme abréviation de samedi (*Saturday*).



Attention

Si les fichiers de `.../share/timezonesets/` sont modifiés, il revient à l'utilisateur de procéder à leur sauvegarde -- une sauvegarde normale de base n'inclut pas ce répertoire.

B.4. Histoire des unités

Le standard SQL précise que « à l'intérieur de la définition d'un “littéral datetime”, les “valeurs datetime” sont contraintes par les règles naturelles des dates et heures suivant le calendrier Grégorien ». PostgreSQL™ suit le standard SQL en comptant les dates exclusivement dans le calendrier Grégorien, même pour les années datant d'avant l'apparition de ce calendrier. La règle est connue sous le nom (anglais) de *proleptic Gregorian calendar*.

Le calendrier Julien a été introduit par Julius Caesar en -45. Il était couramment utilisé dans le monde occidental jusqu'en l'an 1582, date à laquelle des pays ont commencé à se convertir au calendrier Grégorien. Dans le calendrier Julien, l'année tropicale est arrondie à 365 jours 1/4, soit 365,25 jours. Cela conduit à une erreur de l'ordre d'un jour tous les 128 ans.

L'erreur grandissante du calendrier poussa le Pape Grégoire XIII à réformer le calendrier en accord avec les instructions du Concile de Trent. Dans le calendrier Grégorien, l'année tropicale est arrondie à $365 + 97/400$ jours, soit 365,2425 jours. Il faut donc à peu près 3300 ans pour que l'année tropicale subissent un décalage d'un an dans le calendrier Grégorien.

L'arrondi $365+97/400$ est obtenu à l'aide de 97 années bissextilles tous les 400 ans. Les règles suivantes sont utilisées :

toute année divisible par 4 est bissextile ;
cependant, toute année divisible par 100 n'est pas bissextile ;
cependant, toute année divisible par 400 est bissextile.

1700, 1800, 1900, 2100 et 2200 ne sont donc pas des années bissextilles. 1600, 2000 et 2400 si. Par opposition, dans l'ancien calendrier Julien, toutes les années divisibles par 4 sont bissextilles.

En février 1582, le pape décrêta que 10 jours devaient être supprimés du mois d'octobre 1582, le 15 octobre devant ainsi arriver après le 4 octobre. Cela a été appliqué en Italie, Pologne, Portugal et Espagne. Les autres pays catholiques ont suivi peu après, mais les pays protestants ont été plus rétifs et les contrées orthodoxes grecques n'ont pas effectué le changement avant le début du 20ème siècle. La réforme a été appliquée par la Grande Bretagne et ses colonies (y compris les actuels Etats-Unis) en 1752. Donc le 2 septembre 1752 a été suivi du 14 septembre 1752. C'est pour cela que la commande `cal` produit la sortie suivante :

```
$ cal 9 1752
  septembre 1752
Su ma me je ve sa
      1  2 14 15 16
 17 18 19 20 21 22 23
 24 25 26 27 28 29 30
```

Bien sûr, ce calendrier est seulement valide pour la Grande-Bretagne et ses colonies. Comme il serait difficile d'essayer de tracer les calendriers réels utilisés dans les différents endroits géographiques à différentes époques, PostgreSQL™ n'essaie pas de le faire, et suit les règles du calendrier Grégorien pour toutes les dates, même si cette méthode n'est pas vraie historiquement.

Divers calendriers ont été développés dans différentes parties du monde, la plupart précède le système Grégorien. Par exemple, les débuts du calendrier chinois peuvent être évalués aux alentours du 14ème siècle avant J.-C. La légende veut que l'empereur Huangdi inventa le calendrier en 2637 avant J-C. La République de Chine utilise le calendrier Grégorien pour les besoins civils. Le calendrier chinois est utilisé pour déterminer les festivals.

Le système de *dates Julian* est un autre type de calendrier, non relatif au calendrier Julien, malgré la similarité du nom. Le système de date Julian a été inventé par le précepteur français Joseph Justus Scaliger (1540-1609) et tient probablement son nom du père de Scaliger, le précepteur italien Julius Caesar Scaliger (1484-1558). Dans le système de date Julian, chaque jour est un nombre séquentiel, commençant à partir de JD 0, appelé quelque fois la date Julian. JD 0 correspond au 1er janvier 4713 avant JC dans le calendrier Julian, ou au 24 novembre 4714 avant JC dans le calendrier grégorien. Le comptage de la date Julian est le plus souvent utilisé par les astronomes pour donner un nom à leurs observations, et du coup une date part de midi UTC jusqu'au prochain midi UTC, plutôt que de minuit à minuit : JD 0 désigne les 24 heures de midi UTC le 24 novembre 4714 avant JC au 25 novembre 4714 avant JC à minuit.

Bien que PostgreSQL™ accepte la saisie et l'affichage des dates en notation de date Julian (et les utilise aussi pour quelques cal-

culs internes de date et heure), il n'utilise pas le coup des dates de midi à midi. PostgreSQL™ traite une date Julien comme allant de minuit à minuit.

Annexe C. Mots-clé SQL

La Tableau C.1, « Mots-clé SQL » liste tous les éléments qui sont des mots-clé dans le standard SQL et dans PostgreSQL™ 9.6.5. Des informations sous-jacentes peuvent être trouvées dans Section 4.1.1, « identificateurs et mots clés ». (Par soucis d'économie d'espace, seules les deux dernières versions du standard SQL, et de SQL-92 par comparaison, sont incluses. Les différences entre ces deux versions et les versions intermédiaires du standard SQL sont minimes.)

SQL distingue les mots-clé *réservés* et *non réservés*. Selon le standard, les mots-clé réservés sont réellement les seuls mots-clé ; ils ne sont jamais autorisés comme identifiants. Les mots-clé non réservés ont seulement un sens spécial dans certains contextes et peuvent être utilisés comme identifiants dans d'autres contextes. La plupart des mots-clé non réservés sont en fait les noms des tables et des fonctions prédefinies spécifiés par SQL. Le concept de mots-clé non réservés existe seulement pour indiquer que certains sens prédefinis sont attachés à un mot dans certains contextes.

Dans l'analyseur de PostgreSQL™, la vie est un peu plus compliquée. Il y a différentes classes d'éléments allant de ceux que l'on ne peut jamais utiliser comme identifiants à ceux qui n'ont absolument aucun statut spécial dans l'analyseur par rapport à un identifiant ordinaire (c'est généralement le cas pour les fonctions spécifiées par SQL). Même les mots-clé réservés ne sont pas complètement réservés dans PostgreSQL™ et peuvent être utilisés comme noms des colonnes (par exemple, SELECT 55 AS CHECK, même si CHECK est un mot-clé).

Dans Tableau C.1, « Mots-clé SQL », dans la colonne pour PostgreSQL™, nous classons comme « non réservé » les mots-clé qui sont explicitement connus par l'analyseur mais qui sont autorisés en tant que noms de colonnes ou de tables. Certains mots-clé qui sont non réservés et qui ne peuvent pas être utilisés comme un nom de fonction ou un type de données sont marqués en conséquence. (La plupart des mots représentent des fonctions prédefinies ou des types de données avec une syntaxe spéciale. La fonction ou le type est toujours disponible mais il ne peut pas être redéfini par un utilisateur.) Les « réservés » sont des éléments qui ne sont pas autorisés en tant que noms de colonne ou de table. Certains mots-clé réservés sont autorisés comme noms pour les fonctions et les types de données ; cela est également montré dans le tableau. Dans le cas contraire, un mot clé réservé est seulement autorisé dans un nom de label « AS » d'une colonne.

En règle générale, si vous avez des erreurs de la part de l'analyseur pour des commandes qui contiennent un des mots-clés listés comme identifiants, vous devriez essayer de mettre entre guillemets l'identifiant pour voir si le problème disparaît.

Il est important de comprendre avant d'étudier la Tableau C.1, « Mots-clé SQL » que le fait qu'un mot-clé ne soit pas réservé dans PostgreSQL™ ne signifie pas que la fonctionnalité en rapport avec ce mot n'est pas implémentée. Réciproquement, la présence d'un mot-clé n'indique pas l'existence d'une fonctionnalité.

Tableau C.1. Mots-clé SQL

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
A		non réservé	non réservé		
ABORT	non réservé				
ABS		réservé	réservé		
ABSENT		non réservé	non réservé		
ABSOLUTE	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
ACCESS	non réservé				
ACCORDING		non réservé	non réservé		
ACTION	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
ADA		non réservé	non réservé	non réservé	
ADD	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
ADMIN	non réservé	non réservé	non réservé		
AFTER	non réservé	non réservé	non réservé		
AGGREGATE	non réservé				
ALL	réservé	réservé	réservé	réservé	
ALLOCATE		réservé	réservé	réservé	
ALSO	non réservé				
ALTER	non réservé	réservé	réservé	réservé	
ALWAYS	non réservé	non réservé	non réservé		

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
ANALYSE	réservé				
ANALYZE	réserve				
AND	réserve	réserve	réserve	réserve	
ANY	réserve	réserve	réserve	réserve	
ARE		réserve	réserve	réserve	
ARRAY	réserve	réserve	réserve		
ARRAY_AGG		réserve	réserve		
ARRAY_MAX_CARDINALITY		réserve			
AS	réserve	réserve	réserve	réserve	
ASC	réserve	non réservé	non réservé	réserve	
ASENSITIVE		réserve	réserve		
ASSERTION	non réservé	non réservé	non réservé	réserve	
ASSIGNMENT	non réservé	non réservé	non réservé		
ASYMMETRIC	réserve	réserve	réserve		
AT	non réservé	réserve	réserve	réserve	
ATOMIC		réserve	réserve		
ATTRIBUTE	non réservé	non réservé	non réservé		
ATTRIBUTES		non réservé	non réservé		
AUTHORIZATION	réserve (peut être une fonction ou un type)	réserve	réserve	réserve	
AVG		réserve	réserve	réserve	
BACKWARD	non réservé				
BASE64		non réservé	non réservé		
BEFORE	non réservé	non réservé	non réservé		
BEGIN	non réservé	réserve	réserve	réserve	
BEGIN_FRAME		réserve			
BEGIN_PARTITION		réserve			
BERNOULLI		non réservé	non réservé		
BETWEEN	non-réserve (ne peut pas être une fonction ou un type)	réserve	réserve	réserve	
BIGINT	non-réserve (ne peut pas être une fonction ou un type)	réserve	réserve		
BINARY	réserve (peut être une fonction ou un type)	réserve	réserve		
BIT	non-réserve (ne peut pas être une fonction ou un type)			réserve	
BIT_LENGTH				réserve	
BLOB		réserve	réserve		
BLOCKED		non réservé	non réservé		
BOM		non réservé	non réservé		
BOOLEAN	non-réserve (ne peut pas être une fonction ou un type)	réserve	réserve		
BOTH	réserve	réserve	réserve	réserve	

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
BREADTH		non réservé	non réservé		
BY	non réservé	réservé	réservé	réservé	
C		non réservé	non réservé	non réservé	
CACHE	non réservé				
CALL		réservé	réservé		
CALLED	non réservé	réservé	réservé		
CARDINALITY		réservé	réservé		
CASCADE	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
CASCADED	non réservé	réservé	réservé	réservé	
CASE	réservé	réservé	réservé	réservé	
CAST	réservé	réservé	réservé	réservé	
CATALOG	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
CATALOG_NAME		non réservé	non réservé	non réservé	
CEIL		réservé	réservé		
CEILING		réservé	réservé		
CHAIN	non réservé	non réservé	non réservé		
CHAR	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
CHARACTER	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
CHARACTERISTICS	non réservé	non réservé	non réservé		
CHARACTERS		non réservé	non réservé		
CHARACTER_LENGTH		réservé	réservé	réservé	
CHARACTER_SET_CATALOG		non réservé	non réservé	non réservé	
CHARACTER_SET_NAME		non réservé	non réservé	non réservé	
CHARACTER_SET_SCHEMA		non réservé	non réservé	non réservé	
CHAR_LENGTH		réservé	réservé	réservé	
CHECK	réservé	réservé	réservé	réservé	
CHECKPOINT	non réservé				
CLASS	non réservé				
CLASS_ORIGIN		non réservé	non réservé	non réservé	
CLOB		réservé	réservé		
CLOSE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
CLUSTER	non réservé				
COALESCE	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
COBOL		non réservé	non réservé	non réservé	
COLLATE	réservé	réservé	réservé	réservé	
COLLATION	réservé (peut être une fonction ou un type)	non réservé	non réservé	réservé	
COLLATION_CATALOG		non réservé	non réservé	non réservé	
COLLATION_NAME		non réservé	non réservé	non réservé	
COLLATION_SCHEMA		non réservé	non réservé	non réservé	

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
COLLECT		réservé	réservé		
COLUMN	réservé	réservé	réservé	réservé	
COLUMNS		non réservé	non réservé		
COLUMN_NAME		non réservé	non réservé	non réservé	
COMMAND_FUNCTION		non réservé	non réservé	non réservé	
COMMAND_FUNCTION_CODE		non réservé	non réservé		
COMMENT	non réservé				
COMMENTS	non réservé				
COMMIT	non réservé	réservé	réservé	réservé	
COMMITTED	non réservé	non réservé	non réservé	non réservé	
CONCURRENTLY	réservé (peut être une fonction ou un type)				
CONDITION		réservé	réservé		
CONDITION_NUMBER		non réservé	non réservé	non réservé	
CONFIGURATION	non réservé				
CONFLICT	non réservé				
CONNECT		réservé	réservé	réservé	
CONNECTION	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
CONNECTION_NAME		non réservé	non réservé	non réservé	
CONSTRAINT	réservé	réservé	réservé	réservé	
CONSTRAINTS	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
CONSTRAINT_CATALOG		non réservé	non réservé	non réservé	
CONSTRAINT_NAME		non réservé	non réservé	non réservé	
CONSTRAINT_SCHEMA		non réservé	non réservé	non réservé	
CONSTRUCTOR		non réservé	non réservé		
CONTAINS		réservé	non réservé		
CONTENT	non réservé	non réservé	non réservé		
CONTINUE	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
CONTROL		non réservé	non réservé		
CONVERSION	non réservé				
CONVERT		réservé	réservé	réservé	
COPY	non réservé				
CORR		réservé	réservé		
CORRESPONDING		réservé	réservé	réservé	
COST	non réservé				
COUNT		réservé	réservé	réservé	
COVAR_POP		réservé	réservé		
COVAR_SAMP		réservé	réservé		
CREATE	réservé	réservé	réservé	réservé	
CROSS	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
CSV	non réservé				
CUBE	non réservé	réservé	réservé		
CUME_DIST		réservé	réservé		
CURRENT	non réservé	réservé	réservé	réservé	

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
CURRENT_CATALOG	réservé	réservé	réservé		
CURRENT_DATE	réservé	réservé	réservé	réservé	
CUR-RENT_DEFAULT_TRANSFORM_GROUP		réservé	réservé		
CURRENT_PATH		réservé	réservé		
CURRENT_ROLE	réservé	réservé	réservé		
CURRENT_ROW		réservé			
CURRENT_SCHEMA	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
CURRENT_TIME	réservé	réservé	réservé	réservé	
CURRENT_TIMESTAMP	réservé	réservé	réservé	réservé	
CUR-RENT_TRANSFORM_GROUP_FOR_TYPE		réservé	réservé		
CURRENT_USER	réservé	réservé	réservé	réservé	
CURSOR	non réservé	réservé	réservé	réservé	
CURSOR_NAME		non réservé	non réservé	non réservé	
CYCLE	non réservé	réservé	réservé		
DATA	non réservé	non réservé	non réservé	non réservé	
DATABASE	non réservé				
DATALINK		réservé	réservé		
DATE		réservé	réservé	réservé	
DATETIME_INTERVAL_CODE		non réservé	non réservé	non réservé	
DATETIME_INTERVAL_PRECISION		non réservé	non réservé	non réservé	
DAY	non réservé	réservé	réservé	réservé	
DB		non réservé	non réservé		
DEALLOCATE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
DEC	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
DECIMAL	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
DECLARE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
DEFAULT	réservé	réservé	réservé	réservé	
DEFAULTS	non réservé	non réservé	non réservé		
DEFERRABLE	réservé	non réservé	non réservé	réservé	
DEFERRED	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
DEFINED		non réservé	non réservé		
DEFINER	non réservé	non réservé	non réservé		
DEGREE		non réservé	non réservé		
DELETE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
DELIMITER	non réservé				
DELIMITERS	non réservé				
DENSE_RANK		réservé	réservé		
DEPENDS	non réservé				
DEPTH		non réservé	non réservé		

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
DEREF		réservé	réservé		
DERIVED		non réservé	non réservé		
DESC	réservé	non réservé	non réservé	réservé	
DESCRIBE		réservé	réservé	réservé	
DESCRIPTOR		non réservé	non réservé	réservé	
DETERMINISTIC		réservé	réservé		
DIAGNOSTICS		non réservé	non réservé	réservé	
DICTIONARY	non réservé				
DISABLE	non réservé				
DISCARD	non réservé				
DISCONNECT		réservé	réservé	réservé	
DISPATCH		non réservé	non réservé		
DISTINCT	réservé	réservé	réservé	réservé	
DLNEWCOPY		réservé	réservé		
DLPREVIOUSCOPY		réservé	réservé		
DLURLCOMPLETE		réservé	réservé		
DLURLCOMPLETEONLY		réservé	réservé		
DLURLCOMPLETEWRITE		réservé	réservé		
DLURLPATH		réservé	réservé		
DLURLPATHONLY		réservé	réservé		
DLURLPATHWRITE		réservé	réservé		
DLURLSCHEME		réservé	réservé		
DLURLSERVER		réservé	réservé		
DLVALUE		réservé	réservé		
DO	réservé				
DOCUMENT	non réservé	non réservé	non réservé		
DOMAIN	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
DOUBLE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
DROP	non réservé	réservé	réservé	réservé	
DYNAMIC		réservé	réservé		
DYNAMIC_FUNCTION		non réservé	non réservé	non réservé	
DYNAMIC_FUNCTION_CODE		non réservé	non réservé		
EACH	non réservé	réservé	réservé		
ELEMENT		réservé	réservé		
ELSE	réservé	réservé	réservé	réservé	
EMPTY		non réservé	non réservé		
ENABLE	non réservé				
ENCODING	non réservé	non réservé	non réservé		
ENCRYPTED	non réservé				
END	réservé	réservé	réservé	réservé	
END-EXEC		réservé	réservé	réservé	
END_FRAME		réservé			
END_PARTITION		réservé			
ENFORCED		non réservé			

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
ENUM	non réservé				
EQUALS		réservé	non réservé		
ESCAPE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
EVENT	non réservé				
EVERY		réservé	réservé		
EXCEPT	réservé	réservé	réservé	réservé	
EXCEPTION				réservé	
EXCLUDE	non réservé	non réservé	non réservé		
EXCLUDING	non réservé	non réservé	non réservé		
EXCLUSIVE	non réservé				
EXEC		réservé	réservé	réservé	
EXECUTE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
EXISTS	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
EXP		réservé	réservé		
EXPLAIN	non réservé				
EXPRESSION		non réservé			
EXTENSION	non réservé				
EXTERNAL	non réservé	réservé	réservé	réservé	
EXTRACT	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
FALSE	réservé	réservé	réservé	réservé	
FAMILY	non réservé				
FETCH	réservé	réservé	réservé	réservé	
FILE		non réservé	non réservé		
FILTER	non réservé	réservé	réservé		
FINAL		non réservé	non réservé		
FIRST	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
FIRST_VALUE		réservé	réservé		
FLAG		non réservé	non réservé		
FLOAT	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
FLOOR		réservé	réservé		
FOLLOWING	non réservé	non réservé	non réservé		
FOR	réservé	réservé	réservé	réservé	
FORCE	non réservé				
FOREIGN	réservé	réservé	réservé	réservé	
FORTRAN		non réservé	non réservé	non réservé	
FORWARD	non réservé				
FOUND		non réservé	non réservé	réservé	
FRAME_ROW		réservé			
FREE		réservé	réservé		
FREEZE	réservé (peut être une				

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
	fonction ou un type)				
FROM	réservé	réservé	réservé	réservé	
FS		non réservé	non réservé		
FULL	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
FUNCTION	non réservé	réservé	réservé		
FUNCTIONS	non réservé				
FUSION		réservé	réservé		
G		non réservé	non réservé		
GENERAL		non réservé	non réservé		
GENERATED		non réservé	non réservé		
GET		réservé	réservé	réservé	
GLOBAL	non réservé	réservé	réservé	réservé	
GO		non réservé	non réservé	réservé	
GOTO		non réservé	non réservé	réservé	
GRANT	réservé	réservé	réservé	réservé	
GRANTED	non réservé	non réservé	non réservé		
GREATEST	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)				
GROUP	réservé	réservé	réservé	réservé	
GROUPING	non réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
GROUPS		réservé			
HANDLER	non réservé				
HAVING	réservé	réservé	réservé	réservé	
HEADER	non réservé				
HEX		non réservé	non réservé		
HIERARCHY		non réservé	non réservé		
HOLD	non réservé	réservé	réservé		
HOUR	non réservé	réservé	réservé	réservé	
ID		non réservé	non réservé		
IDENTITY	non réservé	réservé	réservé	réservé	
IF	non réservé				
IGNORE		non réservé	non réservé		
ILIKE	réservé (peut être une fonction ou un type)				
IMMEDIATE	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
IMMEDIATELY		non réservé			
IMMUTABLE	non réservé				
IMPLEMENTATION		non réservé	non réservé		
IMPLICIT	non réservé				
IMPORT	non réservé	réservé	réservé		
IN	réservé	réservé	réservé	réservé	
INCLUDING	non réservé	non réservé	non réservé		

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
INCREMENT	non réservé	non réservé	non réservé		
INDENT		non réservé	non réservé		
INDEX	non réservé				
INDEXES	non réservé				
INDICATOR		réservé	réservé	réservé	
INHERIT	non réservé				
INHERITS	non réservé				
INITIALLY	réservé	non réservé	non réservé	réservé	
INLINE	non réservé				
INNER	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
INOUT	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
INPUT	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
INSENSITIVE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
INSERT	non réservé	réservé	réservé	réservé	
INSTANCE		non réservé	non réservé		
INSTANTIABLE		non réservé	non réservé		
INSTEAD	non réservé	non réservé	non réservé		
INT	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
INTEGER	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
INTEGRITY		non réservé	non réservé		
INTERSECT	réservé	réservé	réservé	réservé	
INTERSECTION		réservé	réservé		
INTERVAL	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
INTO	réservé	réservé	réservé	réservé	
INVOKER	non réservé	non réservé	non réservé		
IS	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
ISNULL	réservé (peut être une fonction ou un type)				
ISOLATION	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
JOIN	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
K		non réservé	non réservé		
KEY	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
KEY_MEMBER		non réservé	non réservé		
KEY_TYPE		non réservé	non réservé		
LABEL	non réservé				
LAG		réservé	réservé		
LANGUAGE	non réservé	réservé	réservé	réservé	

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
LARGE	non réservé	réservé	réservé		
LAST	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
LAST_VALUE		réservé	réservé		
LATERAL	réservé	réservé	réservé		
LEAD		réservé	réservé		
LEADING	réservé	réservé	réservé	réservé	
LEAKPROOF	non réservé				
LEAST	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)				
LEFT	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
LENGTH		non réservé	non réservé	non réservé	
LEVEL	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
LIBRARY		non réservé	non réservé		
LIKE	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
LIKE_REGEX		réservé	réservé		
LIMIT	réservé	non réservé	non réservé		
LINK		non réservé	non réservé		
LISTEN	non réservé				
LN		réservé	réservé		
LOAD	non réservé				
LOCAL	non réservé	réservé	réservé	réservé	
LOCALTIME	réservé	réservé	réservé		
LOCALTIMESTAMP	réservé	réservé	réservé		
LOCATION	non réservé	non réservé	non réservé		
LOCATOR		non réservé	non réservé		
LOCK	non réservé				
LOCKED	non réservé				
LOGGED	non réservé				
LOWER		réservé	réservé	réservé	
M		non réservé	non réservé		
MAP		non réservé	non réservé		
MAPPING	non réservé	non réservé	non réservé		
MATCH	non réservé	réservé	réservé	réservé	
MATCHED		non réservé	non réservé		
MATERIALIZED	non réservé				
MAX		réservé	réservé	réservé	
MAXVALUE	non réservé	non réservé	non réservé		
MAX_CARDINALITY			réservé		
MEMBER		réservé	réservé		
MERGE		réservé	réservé		
MESSAGE_LENGTH		non réservé	non réservé	non réservé	
MESSAGE_OCTET_LENGTH		non réservé	non réservé	non réservé	
MESSAGE_TEXT		non réservé	non réservé	non réservé	

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
METHOD	non réservé	réservé	réservé		
MIN		réservé	réservé	réservé	
MINUTE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
MINVALUE	non réservé	non réservé	non réservé		
MOD		réservé	réservé		
MODE	non réservé				
MODIFIES		réservé	réservé		
MODULE		réservé	réservé	réservé	
MONTH	non réservé	réservé	réservé	réservé	
MORE		non réservé	non réservé	non réservé	
MOVE	non réservé				
MULTISET		réservé	réservé		
MUMPS		non réservé	non réservé	non réservé	
NAME	non réservé	non réservé	non réservé	non réservé	
NAMES	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
NAMESPACE		non réservé	non réservé		
NATIONAL	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
NATURAL	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
NCHAR	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
NCLOB		réservé	réservé		
NESTING		non réservé	non réservé		
NEW		réservé	réservé		
NEXT	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
NFC		non réservé	non réservé		
NFD		non réservé	non réservé		
NFKC		non réservé	non réservé		
NFKD		non réservé	non réservé		
NIL		non réservé	non réservé		
NO	non réservé	réservé	réservé	réservé	
NONE	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
NORMALIZE		réservé	réservé		
NORMALIZED		non réservé	non réservé		
NOT	réservé	réservé	réservé	réservé	
NOTHING	non réservé				
NOTIFY	non réservé				
NOTNULL	réservé (peut être une fonction ou un type)				
NOWAIT	non réservé				
NTH_VALUE		réservé	réservé		
NTILE		réservé	réservé		

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
NULL	réservé	réservé	réservé	réservé	
NULLABLE		non réservé	non réservé	non réservé	
NULLIF	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
NULLS	non réservé	non réservé	non réservé		
NUMBER		non réservé	non réservé	non réservé	
NUMERIC	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
OBJECT	non réservé	non réservé	non réservé		
OCCURRENCES_REGEX		réservé	réservé		
OCTETS		non réservé	non réservé		
OCTET_LENGTH		réservé	réservé	réservé	
OF	non réservé	réservé	réservé	réservé	
OFF	non réservé	non réservé	non réservé		
OFFSET	réservé	réservé	réservé		
OIDS	non réservé				
OLD		réservé	réservé		
ON	réservé	réservé	réservé	réservé	
ONLY	réservé	réservé	réservé	réservé	
OPEN		réservé	réservé	réservé	
OPERATOR	non réservé				
OPTION	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
OPTIONS	non réservé	non réservé	non réservé		
OR	réservé	réservé	réservé	réservé	
ORDER	réservé	réservé	réservé	réservé	
ORDERING		non réservé	non réservé		
ORDINALITY	non réservé	non réservé	non réservé		
OTHERS		non réservé	non réservé		
OUT	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
OUTER	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
OUTPUT		non réservé	non réservé	réservé	
OVER	non réservé	réservé	réservé		
OVERLAPS	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
OVERLAY	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
OVERRIDING		non réservé	non réservé		
OWNED	non réservé				
OWNER	non réservé				
P		non réservé	non réservé		
PAD		non réservé	non réservé	réservé	

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
PARALLEL	non réservé				
PARAMETER		réservé	réservé		
PARAMETER_MODE		non réservé	non réservé		
PARAMETER_NAME		non réservé	non réservé		
PARAMETER_ORDINAL_POSITION		non réservé	non réservé		
PARAMETER_SPECIFIC_CATALOG		non réservé	non réservé		
PARAMETER_SPECIFIC_NAME		non réservé	non réservé		
PARAMETER_SPECIFIC_SCHEMA		non réservé	non réservé		
PARSER	non réservé				
PARTIAL	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
PARTITION	non réservé	réservé	réservé		
PASCAL		non réservé	non réservé	non réservé	
PASSING	non réservé	non réservé	non réservé		
PASSTHROUGH		non réservé	non réservé		
PASSWORD	non réservé				
PATH		non réservé	non réservé		
PERCENT		réservé			
PERCENTILE_CONT		réservé	réservé		
PERCENTILE_DISC		réservé	réservé		
PERCENT_RANK		réservé	réservé		
PERIOD		réservé			
PERMISSION		non réservé	non réservé		
PLACING	réservé	non réservé	non réservé		
PLANS	non réservé				
PLI		non réservé	non réservé	non réservé	
POLICY	non réservé				
PORTION		réservé			
POSITION	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
POSITION_REGEX		réservé	réservé		
POWER		réservé	réservé		
PRECEDES		réservé			
PRECEDING	non réservé	non réservé	non réservé		
PRECISION	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
PREPARE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
PREPARED	non réservé				
PRESERVE	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
PRIMARY	réservé	réservé	réservé	réservé	
PRIOR	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
PRIVILEGES	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
PROCEDURAL	non réservé				
PROCEDURE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
PROGRAM	non réservé				

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
PUBLIC		non réservé	non réservé	réservé	
QUOTE	non réservé				
RANGE	non réservé	réservé	réservé		
RANK		réservé	réservé		
READ	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
READS		réservé	réservé		
REAL	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
REASSIGN	non réservé				
RECHECK	non réservé				
RECOVERY		non réservé	non réservé		
RECURSIVE	non réservé	réservé	réservé		
REF	non réservé	réservé	réservé		
REFERENCES	réservé	réservé	réservé	réservé	
REFERENCING		réservé	réservé		
REFRESH	non réservé				
REGR_AVGX		réservé	réservé		
REGR_AVGY		réservé	réservé		
REGR_COUNT		réservé	réservé		
REGR_INTERCEPT		réservé	réservé		
REGR_R2		réservé	réservé		
REGR_SLOPE		réservé	réservé		
REGR_SXX		réservé	réservé		
REGR_SXY		réservé	réservé		
REGR_SYY		réservé	réservé		
REINDEX	non réservé				
RELATIVE	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
RELEASE	non réservé	réservé	réservé		
RENAME	non réservé				
REPEATABLE	non réservé	non réservé	non réservé	non réservé	
REPLACE	non réservé				
REPLICA	non réservé				
REQUIRING		non réservé	non réservé		
RESET	non réservé				
RESPECT		non réservé	non réservé		
RESTART	non réservé	non réservé	non réservé		
RESTORE		non réservé	non réservé		
RESTRICT	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
RESULT		réservé	réservé		
RETURN		réservé	réservé		
RETURNED_CARDINALITY		non réservé	non réservé		
RETURNED_LENGTH		non réservé	non réservé	non réservé	
RETURNED_OCTET_LENGTH		non réservé	non réservé	non réservé	
RETURNED_SQLSTATE		non réservé	non réservé	non réservé	

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
RETURNING	réservé	non réservé	non réservé		
RETURNS	non réservé	réservé	réservé		
REVOKE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
RIGHT	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
ROLE	non réservé	non réservé	non réservé		
ROLLBACK	non réservé	réservé	réservé	réservé	
ROLLUP	non réservé	réservé	réservé		
ROUTINE		non réservé	non réservé		
ROUTINE_CATALOG		non réservé	non réservé		
ROUTINE_NAME		non réservé	non réservé		
ROUTINE_SCHEMA		non réservé	non réservé		
ROW	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
ROWS	non réservé	réservé	réservé	réservé	
ROW_COUNT		non réservé	non réservé	non réservé	
ROW_NUMBER		réservé	réservé		
RULE	non réservé				
SAVEPOINT	non réservé	réservé	réservé		
SCALE		non réservé	non réservé	non réservé	
SCHEMA	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
SCHEMA_NAME		non réservé	non réservé	non réservé	
SCOPE		réservé	réservé		
SCOPE_CATALOG		non réservé	non réservé		
SCOPE_NAME		non réservé	non réservé		
SCOPE_SCHEMA		non réservé	non réservé		
SCROLL	non réservé	réservé	réservé	réservé	
SEARCH	non réservé	réservé	réservé		
SECOND	non réservé	réservé	réservé	réservé	
SECTION		non réservé	non réservé	réservé	
SECURITY	non réservé	non réservé	non réservé		
SELECT	réservé	réservé	réservé	réservé	
SELECTIVE		non réservé	non réservé		
SELF		non réservé	non réservé		
SENSITIVE		réservé	réservé		
SEQUENCE	non réservé	non réservé	non réservé		
SEQUENCES	non réservé				
SERIALIZABLE	non réservé	non réservé	non réservé	non réservé	
SERVER	non réservé	non réservé	non réservé		
SERVER_NAME		non réservé	non réservé	non réservé	
SESSION	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
SESSION_USER	réservé	réservé	réservé	réservé	
SET	non réservé	réservé	réservé	réservé	
SETOF	non-réservé (ne peut pas être une fonction				

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
	ou un type)				
SETS	non réservé	non réservé	non réservé		
SHARE	non réservé				
SHOW	non réservé				
SIMILAR	réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
SIMPLE	non réservé	non réservé	non réservé		
SIZE		non réservé	non réservé	réservé	
SKIP	non réservé				
SMALLINT	non réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
SNAPSHOT	non réservé				
SOME	réservé	réservé	réservé	réservé	
SOURCE		non réservé	non réservé		
SPACE		non réservé	non réservé	réservé	
SPECIFIC		réservé	réservé		
SPECIFICTYPE		réservé	réservé		
SPECIFIC_NAME		non réservé	non réservé		
SQL	non réservé	réservé	réservé	réservé	
SQLCODE				réservé	
SQLERROR				réservé	
SQLEXCEPTION		réservé	réservé		
SQLSTATE		réservé	réservé	réservé	
SQLWARNING		réservé	réservé		
SQRT		réservé	réservé		
STABLE	non réservé				
STANDALONE	non réservé	non réservé	non réservé		
START	non réservé	réservé	réservé		
STATE		non réservé	non réservé		
STATEMENT	non réservé	non réservé	non réservé		
STATIC		réservé	réservé		
STATISTICS	non réservé				
STDDEV_POP		réservé	réservé		
STDDEV_SAMP		réservé	réservé		
STDIN	non réservé				
STDOUT	non réservé				
STORAGE	non réservé				
STRICT	non réservé				
STRIP	non réservé	non réservé	non réservé		
STRUCTURE		non réservé	non réservé		
STYLE		non réservé	non réservé		
SUBCLASS_ORIGIN		non réservé	non réservé	non réservé	
SUBMULTISET		réservé	réservé		
SUBSTRING	non-réservé (ne peut pas être une fonction	réservé	réservé	réservé	

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
	ou un type)				
SUBSTRING_REGEX		réservé	réservé		
SUCCEEDS		réservé			
SUM		réservé	réservé	réservé	
SYMMETRIC	réservé	réservé	réservé		
SYSID	non réservé				
SYSTEM	non réservé	réservé	réservé		
SYSTEM_TIME		réservé			
SYSTEM_USER		réservé	réservé	réservé	
T		non réservé	non réservé		
TABLE	réservé	réservé	réservé	réservé	
TABLES	non réservé				
TABLESAMPLE	non réservé (peut être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
TABLESPACE	non réservé				
TABLE_NAME		non réservé	non réservé	non réservé	
TEMP	non réservé				
TEMPLATE	non réservé				
TEMPORARY	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
TEXT	non réservé				
THEN	réservé	réservé	réservé	réservé	
TIES		non réservé	non réservé		
TIME	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
TIMESTAMP	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
TIMEZONE_HOUR		réservé	réservé	réservé	
TIMEZONE_MINUTE		réservé	réservé	réservé	
TO	réservé	réservé	réservé	réservé	
TOKEN		non réservé	non réservé		
TOP_LEVEL_COUNT		non réservé	non réservé		
TRAILING	réservé	réservé	réservé	réservé	
TRANSACTION	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
TRANSACTIONS_COMMITTED		non réservé	non réservé		
TRANSACTIONS_ROLLED_BACK		non réservé	non réservé		
TRANSACTION_ACTIVE		non réservé	non réservé		
TRANSFORM	non réservé	non réservé	non réservé		
TRANSFORMS		non réservé	non réservé		
TRANSLATE		réservé	réservé	réservé	
TRANSLATE_REGEX		réservé	réservé		
TRANSLATION		réservé	réservé	réservé	
TREAT	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
TRIGGER	non réservé	réservé	réservé		
TRIGGER_CATALOG		non réservé	non réservé		
TRIGGER_NAME		non réservé	non réservé		
TRIGGER_SCHEMA		non réservé	non réservé		
TRIM	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
TRIM_ARRAY		réservé	réservé		
TRUE	réservé	réservé	réservé	réservé	
TRUNCATE	non réservé	réservé	réservé		
TRUSTED	non réservé				
TYPE	non réservé	non réservé	non réservé	non réservé	
TYPES	non réservé				
UESCAPE		réservé	réservé		
UNBOUNDED	non réservé	non réservé	non réservé		
UNCOMMITTED	non réservé	non réservé	non réservé	non réservé	
UNDER		non réservé	non réservé		
UNENCRYPTED	non réservé				
UNION	réservé	réservé	réservé	réservé	
UNIQUE	réservé	réservé	réservé	réservé	
UNKNOWN	non réservé	réservé	réservé	réservé	
UNLINK		non réservé	non réservé		
UNLISTEN	non réservé				
UNLOGGED	non réservé				
UNNAMED		non réservé	non réservé	non réservé	
UNNEST		réservé	réservé		
UNTIL	non réservé				
UNTYPED		non réservé	non réservé		
UPDATE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
UPPER		réservé	réservé	réservé	
URI		non réservé	non réservé		
USAGE		non réservé	non réservé	réservé	
USER	réservé	réservé	réservé	réservé	
USER_DEFINED_TYPE_CATALOG		non réservé	non réservé		
USER_DEFINED_TYPE_CODE		non réservé	non réservé		
USER_DEFINED_TYPE_NAME		non réservé	non réservé		
USER_DEFINED_TYPE_SCHEMA		non réservé	non réservé		
USING	réservé	réservé	réservé	réservé	
VACUUM	non réservé				
VALID	non réservé	non réservé	non réservé		
VALIDATE	non réservé				
VALIDATOR	non réservé				
VALUE	non réservé	réservé	réservé	réservé	
VALUES	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
VALUE_OF		réservé			
VARBINARY		réservé	réservé		
VARCHAR	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé	réservé	
VARIADIC	réservé				
VARYING	non réservé	réservé	réservé	réservé	
VAR_POP		réservé	réservé		
VAR_SAMP		réservé	réservé		
VERBOSE	réservé (peut être une fonction ou un type)				
VERSION	non réservé	non réservé	non réservé		
VERSIONING		réservé			
VIEW	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
VIEWS	non réservé				
VOLATILE	non réservé				
WHEN	réservé	réservé	réservé	réservé	
WHENEVER		réservé	réservé	réservé	
WHERE	réservé	réservé	réservé	réservé	
WHITESPACE	non réservé	non réservé	non réservé		
WIDTH_BUCKET		réservé	réservé		
WINDOW	réservé	réservé	réservé		
WITH	réservé	réservé	réservé	réservé	
WITHIN	non réservé	réservé	réservé		
WITHOUT	non réservé	réservé	réservé		
WORK	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
WRAPPER	non réservé	non réservé	non réservé		
WRITE	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	
XML	non réservé	réservé	réservé		
XMLAGG		réservé	réservé		
XMLATTRIBUTES	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
XMLBINARY		réservé	réservé		
XMLCAST		réservé	réservé		
XMLCOMMENT		réservé	réservé		
XMLCONCAT	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
XMLDECLARATION		non réservé	non réservé		
XMLDOCUMENT		réservé	réservé		
XMLELEMENT	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
XMLEXISTS	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
XMLFOREST	non-réservé (ne peut	réservé	réservé		

Mot-clé	PostgreSQL™	SQL:2011	SQL:2008	SQL-92	
	pas être une fonction ou un type)				
XMLITERATE		réservé	réservé		
XMLNAMESPACES		réservé	réservé		
XMLPARSE	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
XMLPI	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
XMLQUERY		réservé	réservé		
XMLROOT	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)				
XMLSCHEMA		non réservé	non réservé		
XMLSERIALIZE	non-réservé (ne peut pas être une fonction ou un type)	réservé	réservé		
XMLTABLE		réservé	réservé		
XMLTEXT		réservé	réservé		
XMLVALIDATE		réservé	réservé		
YEAR	non réservé	réservé	réservé	réservé	
YES	non réservé	non réservé	non réservé		
ZONE	non réservé	non réservé	non réservé	réservé	

Annexe D. Conformité SQL

Cette section explique dans quelle mesure PostgreSQL™ se conforme à la norme SQL en vigueur. Les informations qui suivent ne représentent pas une liste exhaustive de conformance, mais présentent les thèmes principaux utilement et raisonnablement détaillés.

Le nom complet du standard SQL est ISO/IEC 9075 « Database Language SQL ». Le standard est modifié de temps en temps. La mise à jour la plus récente est apparue en 2011. La version 2011 version a la référence ISO/IEC 9075:2011, ou plus simplement SQL:2011. Les versions antérieures sont SQL:2008, SQL:2003, SQL:1999 et SQL-92. Chaque version remplace la précédente. Il n'y a donc aucun mérite à revendiquer une compatibilité avec une version antérieure du standard.

Le développement de PostgreSQL™ respecte le standard en vigueur, tant que celui-ci ne s'oppose pas aux fonctionnalités traditionnelles ou au bon sens. Un grand nombre des fonctionnalités requises par le standard SQL sont déjà supportées. Parfois avec une syntaxe ou un fonctionnement légèrement différents. Une meilleure compatibilité est attendue pour les prochaines versions.

SQL-92 définit trois niveaux de conformité : basique (*Entry*), intermédiaire (*Intermediate*) et complète (*Full*). La majorité des systèmes de gestion de bases de données se prétendaient compatibles au standard SQL dès lors qu'ils se conformaient au niveau Entry ; l'ensemble des fonctionnalités des niveaux Intermediate et Full étaient, soit trop volumineux, soit en conflit avec les fonctionnalités implantées.

À partir de SQL99, le standard SQL définit un vaste ensemble de fonctionnalités individuelles à la place des trois niveaux de fonctionnalités définis dans SQL-92. Une grande partie représente les fonctionnalités « centrales » que chaque implantation conforme de SQL doit fournir. Les fonctionnalités restantes sont purement optionnelles. Certaines sont regroupées au sein de « paquetages » auxquels une implantation peut se déclarer conforme. On parle alors de conformité à un groupe de fonctionnalités.

Les versions standards commençant avec SQL:2003 sont également divisé en parties. Chacune est connue par un pseudonyme. Leur numérotation n'est pas consécutive :

- ISO/IEC 9075-1 Framework (SQL/Framework)
- ISO/IEC 9075-2 Foundation (SQL/Foundation)
- ISO/IEC 9075-3 Call Level Interface (SQL/CLI)
- ISO/IEC 9075-4 Persistent Stored Modules (SQL/PSM)
- ISO/IEC 9075-9 Management of External Data (SQL/MED)
- ISO/IEC 9075-10 Object Language Bindings (SQL/OLB)
- ISO/IEC 9075-11 Information and Definition Schemas (SQL/Schemata)
- ISO/IEC 9075-13 Routines and Types using the Java Language (SQL/JRT)
- ISO/IEC 9075-14 XML-related specifications (SQL/XML)

PostgreSQL™ couvre les parties 1, 2, 9, 11 et 14. La partie 3 est couverte par l'interface ODBC, et la partie 13 est couverte par le plugin PL/Java, mais une conformance exacte n'est pas actuellement vérifiée par ses composants. Il n'y a pas actuellement d'implantations des parties 4 et 10 pour PostgreSQL™.

PostgreSQL supporte la plupart des fonctionnalités majeures de SQL:2011. Sur les 179 fonctionnalités requises pour une conformité « centrale » complète (*full Core conformance*), PostgreSQL se conforme à plus de 160. De plus, il existe une longue liste de fonctionnalités optionnelles supportées. À la date de rédaction de ce document, aucune version de quelque système de gestion de bases de données que ce soit n'affiche une totale conformité au cœur de SQL:2011.

Les deux sections qui suivent présentent la liste des fonctionnalités supportées par PostgreSQL™ et celle des fonctionnalités définies dans SQL:2011 qui ne sont pas encore prises en compte. Ces deux listes sont approximatives : certains détails d'une fonctionnalité présentée comme supportée peuvent ne pas être conformes, alors que de grandes parties d'une fonctionnalité non supportée peuvent être implantées. La documentation principale fournit les informations précises sur ce qui est, ou non, supporté.



Note

Les codes de fonctionnalité contenant un tiret sont des sous-fonctionnalités. Si une sous-fonctionnalité n'est pas supportée, la fonctionnalité elle-même sera déclarée non supportée, alors même que d'autres de ses sous-fonctionnalités le sont.

D.1. Fonctionnalités supportées

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
B012		Embedded C	
B021		Direct SQL	
E011	Core	Numeric data types	
E011-01	Core	INTEGER and SMALLINT data types	
E011-02	Core	REAL, DOUBLE PRECISION, and FLOAT data types	
E011-03	Core	DECIMAL and NUMERIC data types	
E011-04	Core	Arithmetic operators	
E011-05	Core	Numeric comparison	
E011-06	Core	Implicit casting among the numeric data types	
E021	Core	Character data types	
E021-01	Core	CHARACTER data type	
E021-02	Core	CHARACTER VARYING data type	
E021-03	Core	Character literals	
E021-04	Core	CHARACTER_LENGTH function	trims trailing spaces from CHARACTER values before counting
E021-05	Core	OCTET_LENGTH function	
E021-06	Core	SUBSTRING function	
E021-07	Core	Character concatenation	
E021-08	Core	UPPER and LOWER functions	
E021-09	Core	TRIM function	
E021-10	Core	Implicit casting among the character string types	
E021-11	Core	POSITION function	
E021-12	Core	Character comparison	
E031	Core	Identifiers	
E031-01	Core	Delimited identifiers	
E031-02	Core	Lower case identifiers	
E031-03	Core	Trailing underscore	
E051	Core	Basic query specification	
E051-01	Core	SELECT DISTINCT	
E051-02	Core	GROUP BY clause	
E051-04	Core	GROUP BY can contain columns not in <select list>	
E051-05	Core	Select list items can be renamed	
E051-06	Core	HAVING clause	
E051-07	Core	Qualified * in select list	
E051-08	Core	Correlation names in the FROM clause	
E051-09	Core	Rename columns in the FROM clause	
E061	Core	Basic predicates and search conditions	
E061-01	Core	Comparison predicate	
E061-02	Core	BETWEEN predicate	
E061-03	Core	IN predicate with list of values	
E061-04	Core	LIKE predicate	
E061-05	Core	LIKE predicate ESCAPE clause	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
E061-06	Core	NULL predicate	
E061-07	Core	Quantified comparison predicate	
E061-08	Core	EXISTS predicate	
E061-09	Core	Subqueries in comparison predicate	
E061-11	Core	Subqueries in IN predicate	
E061-12	Core	Subqueries in quantified comparison predicate	
E061-13	Core	Correlated subqueries	
E061-14	Core	Search condition	
E071	Core	Basic query expressions	
E071-01	Core	UNION DISTINCT table operator	
E071-02	Core	UNION ALL table operator	
E071-03	Core	EXCEPT DISTINCT table operator	
E071-05	Core	Columns combined via table operators need not have exactly the same data type	
E071-06	Core	Table operators in subqueries	
E081-01	Core	SELECT privilege	
E081-02	Core	DELETE privilege	
E081-03	Core	INSERT privilege at the table level	
E081-04	Core	UPDATE privilege at the table level	
E081-05	Core	UPDATE privilege at the column level	
E081-06	Core	REFERENCES privilege at the table level	
E081-07	Core	REFERENCES privilege at the column level	
E081-08	Core	WITH GRANT OPTION	
E081-10	Core	EXECUTE privilege	
E091	Core	Set functions	
E091-01	Core	AVG	
E091-02	Core	COUNT	
E091-03	Core	MAX	
E091-04	Core	MIN	
E091-05	Core	SUM	
E091-06	Core	ALL quantifier	
E091-07	Core	DISTINCT quantifier	
E101	Core	Basic data manipulation	
E101-01	Core	INSERT statement	
E101-03	Core	Searched UPDATE statement	
E101-04	Core	Searched DELETE statement	
E111	Core	Single row SELECT statement	
E121	Core	Basic cursor support	
E121-01	Core	DECLARE CURSOR	
E121-02	Core	ORDER BY columns need not be in select list	
E121-03	Core	Value expressions in ORDER BY clause	
E121-04	Core	OPEN statement	
E121-06	Core	Positioned UPDATE statement	
E121-07	Core	Positioned DELETE statement	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
E121-08	Core	CLOSE statement	
E121-10	Core	FETCH statement implicit NEXT	
E121-17	Core	WITH HOLD cursors	
E131	Core	Null value support (nulls in lieu of values)	
E141	Core	Basic integrity constraints	
E141-01	Core	NOT NULL constraints	
E141-02	Core	UNIQUE constraints of NOT NULL columns	
E141-03	Core	PRIMARY KEY constraints	
E141-04	Core	Basic FOREIGN KEY constraint with the NO ACTION default for both referential delete action and referential update action	
E141-06	Core	CHECK constraints	
E141-07	Core	Column defaults	
E141-08	Core	NOT NULL inferred on PRIMARY KEY	
E141-10	Core	Names in a foreign key can be specified in any order	
E151	Core	Transaction support	
E151-01	Core	COMMIT statement	
E151-02	Core	ROLLBACK statement	
E152	Core	Basic SET TRANSACTION statement	
E152-01	Core	SET TRANSACTION statement: ISOLATION LEVEL SERIALIZABLE clause	
E152-02	Core	SET TRANSACTION statement: READ ONLY and READ WRITE clauses	
E161	Core	SQL comments using leading double minus	
E171	Core	SQLSTATE support	
F021	Core	Basic information schema	
F021-01	Core	COLUMNS view	
F021-02	Core	TABLES view	
F021-03	Core	VIEWS view	
F021-04	Core	TABLE_CONSTRAINTS view	
F021-05	Core	REFERENTIAL_CONSTRAINTS view	
F021-06	Core	CHECK_CONSTRAINTS view	
F031	Core	Basic schema manipulation	
F031-01	Core	CREATE TABLE statement to create persistent base tables	
F031-02	Core	CREATE VIEW statement	
F031-03	Core	GRANT statement	
F031-04	Core	ALTER TABLE statement: ADD COLUMN clause	
F031-13	Core	DROP TABLE statement: RESTRICT clause	
F031-16	Core	DROP VIEW statement: RESTRICT clause	
F031-19	Core	REVOKE statement: RESTRICT clause	
F032		CASCADE drop behavior	
F033		ALTER TABLE statement: DROP COLUMN clause	
F034		Extended REVOKE statement	
F034-01		REVOKE statement performed by other than the owner of a schema object	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
F034-02		REVOKE statement: GRANT OPTION FOR clause	
F034-03		REVOKE statement to revoke a privilege that the grantee has WITH GRANT OPTION	
F041	Core	Basic joined table	
F041-01	Core	Inner join (but not necessarily the INNER keyword)	
F041-02	Core	INNER keyword	
F041-03	Core	LEFT OUTER JOIN	
F041-04	Core	RIGHT OUTER JOIN	
F041-05	Core	Outer joins can be nested	
F041-07	Core	The inner table in a left or right outer join can also be used in an inner join	
F041-08	Core	All comparison operators are supported (rather than just =)	
F051	Core	Basic date and time	
F051-01	Core	DATE data type (including support of DATE literal)	
F051-02	Core	TIME data type (including support of TIME literal) with fractional seconds precision of at least 0	
F051-03	Core	TIMESTAMP data type (including support of TIMESTAMP literal) with fractional seconds precision of at least 0 and 6	
F051-04	Core	Comparison predicate on DATE, TIME, and TIMESTAMP data types	
F051-05	Core	Explicit CAST between datetime types and character string types	
F051-06	Core	CURRENT_DATE	
F051-07	Core	LOCALTIME	
F051-08	Core	LOCALTIMESTAMP	
F052	Enhanced date-time facilities	Intervals and datetime arithmetic	
F053		OVERLAPS predicate	
F081	Core	UNION and EXCEPT in views	
F111		Isolation levels other than SERIALIZABLE	
F111-01		READ UNCOMMITTED isolation level	
F111-02		READ COMMITTED isolation level	
F111-03		REPEATABLE READ isolation level	
F131	Core	Grouped operations	
F131-01	Core	WHERE, GROUP BY, and HAVING clauses supported in queries with grouped views	
F131-02	Core	Multiple tables supported in queries with grouped views	
F131-03	Core	Set functions supported in queries with grouped views	
F131-04	Core	Subqueries with GROUP BY and HAVING clauses and grouped views	
F131-05	Core	Single row SELECT with GROUP BY and HAVING clauses and grouped views	
F171		Multiple schemas per user	
F191	Enhanced integrity management	Referential delete actions	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
F200		TRUNCATE TABLE statement	
F201	Core	CAST function	
F221	Core	Explicit defaults	
F222		INSERT statement: DEFAULT VALUES clause	
F231		Privilege tables	
F231-01		TABLE_PRIVILEGES view	
F231-02		COLUMN_PRIVILEGES view	
F231-03		USAGE_PRIVILEGES view	
F251		Domain support	
F261	Core	CASE expression	
F261-01	Core	Simple CASE	
F261-02	Core	Searched CASE	
F261-03	Core	NULLIF	
F261-04	Core	COALESCE	
F262		Extended CASE expression	
F271		Compound character literals	
F281		LIKE enhancements	
F302		INTERSECT table operator	
F302-01		INTERSECT DISTINCT table operator	
F302-02		INTERSECT ALL table operator	
F304		EXCEPT ALL table operator	
F311-01	Core	CREATE SCHEMA	
F311-02	Core	CREATE TABLE for persistent base tables	
F311-03	Core	CREATE VIEW	
F311-05	Core	GRANT statement	
F321		User authorization	
F361		Subprogram support	
F381		Extended schema manipulation	
F381-01		ALTER TABLE statement: ALTER COLUMN clause	
F381-02		ALTER TABLE statement: ADD CONSTRAINT clause	
F381-03		ALTER TABLE statement: DROP CONSTRAINT clause	
F382		Alter column data type	
F391		Long identifiers	
F392		Unicode escapes in identifiers	
F393		Unicode escapes in literals	
F401		Extended joined table	
F401-01		NATURAL JOIN	
F401-02		FULL OUTER JOIN	
F401-04		CROSS JOIN	
F402		Named column joins for LOBs, arrays, and multisets	
F411	Enhanced date-time facilities	Time zone specification	differences regarding literal interpretation
F421		National character	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
F431		Read-only scrollable cursors	
F431-01		FETCH with explicit NEXT	
F431-02		FETCH FIRST	
F431-03		FETCH LAST	
F431-04		FETCH PRIOR	
F431-05		FETCH ABSOLUTE	
F431-06		FETCH RELATIVE	
F441		Extended set function support	
F442		Mixed column references in set functions	
F471	Core	Scalar subquery values	
F481	Core	Expanded NULL predicate	
F491	Enhanced integrity management	Constraint management	
F501	Core	Features and conformance views	
F501-01	Core	SQL_FEATURES view	
F501-02	Core	SQL_SIZING view	
F501-03	Core	SQL_LANGUAGES view	
F502		Enhanced documentation tables	
F502-01		SQL_SIZING_PROFILES view	
F502-02		SQL_IMPLEMENTATION_INFO view	
F502-03		SQL_PACKAGES view	
F531		Temporary tables	
F555	Enhanced date-time facilities	Enhanced seconds precision	
F561		Full value expressions	
F571		Truth value tests	
F591		Derived tables	
F611		Indicator data types	
F641		Row and table constructors	
F651		Catalog name qualifiers	
F661		Simple tables	
F672		Retrospective check constraints	
F690		Collation support	but no character set support
F692		Extended collation support	
F701	Enhanced integrity management	Referential update actions	
F711		ALTER domain	
F731		INSERT column privileges	
F761		Session management	
F762		CURRENT_CATALOG	
F763		CURRENT_SCHEMA	
F771		Connection management	
F781		Self-referencing operations	
F791		Inensitive cursors	
F801		Full set function	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
F850		Top-level <order by clause> in <query expression>	
F851		<order by clause> in subqueries	
F852		Top-level <order by clause> in views	
F855		Nested <order by clause> in <query expression>	
F856		Nested <fetch first clause> in <query expression>	
F857		Top-level <fetch first clause> in <query expression>	
F858		<fetch first clause> in subqueries	
F859		Top-level <fetch first clause> in views	
F860		<fetch first row count> in <fetch first clause>	
F861		Top-level <result offset clause> in <query expression>	
F862		<result offset clause> in subqueries	
F863		Nested <result offset clause> in <query expression>	
F864		Top-level <result offset clause> in views	
F865		<offset row count> in <result offset clause>	
S071	Enhanced object support	SQL paths in function and type name resolution	
S092		Arrays of user-defined types	
S095		Array constructors by query	
S096		Optional array bounds	
S098		ARRAY_AGG	
S111	Enhanced object support	ONLY in query expressions	
S201		SQL-invoked routines on arrays	
S201-01		Array parameters	
S201-02		Array as result type of functions	
S211	Enhanced object support	User-defined cast functions	
T031		BOOLEAN data type	
T071		BIGINT data type	
T121		WITH (excluding RECURSIVE) in query expression	
T122		WITH (excluding RECURSIVE) in subquery	
T131		Recursive query	
T132		Recursive query in subquery	
T141		SIMILAR predicate	
T151		DISTINCT predicate	
T152		DISTINCT predicate with negation	
T171		LIKE clause in table definition	
T172		AS subquery clause in table definition	
T173		Extended LIKE clause in table definition	
T191	Enhanced integrity management	Referential action RESTRICT	
T201	Enhanced integrity management	Comparable data types for referential constraints	
T211-01	Active database, Enhanced integrity management	Triggers activated on UPDATE, INSERT, or DELETE of one base table	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
T211-02	Active database, Enhanced integrity management	BEFORE triggers	
T211-03	Active database, Enhanced integrity management	AFTER triggers	
T211-04	Active database, Enhanced integrity management	FOR EACH ROW triggers	
T211-05	Active database, Enhanced integrity management	Ability to specify a search condition that must be true before the trigger is invoked	
T211-07	Active database, Enhanced integrity management	TRIGGER privilege	
T212	Enhanced integrity management	Enhanced trigger capability	
T213		INSTEAD OF triggers	
T231		Sensitive cursors	
T241		START TRANSACTION statement	
T271		Savepoints	
T281		SELECT privilege with column granularity	
T312		OVERLAY function	
T321-01	Core	User-defined functions with no overloading	
T321-03	Core	Function invocation	
T321-06	Core	ROUTINES view	
T321-07	Core	PARAMETERS view	
T322	PSM	Overloading of SQL-invoked functions and procedures	
T323		Explicit security for external routines	
T331		Basic roles	
T351		Bracketed SQL comments /*...*/ comments)	
T441		ABS and MOD functions	
T461		Symmetric BETWEEN predicate	
T501		Enhanced EXISTS predicate	
T551		Optional key words for default syntax	
T581		Regular expression substring function	
T591		UNIQUE constraints of possibly null columns	
T614		NTILE function	
T615		LEAD and LAG functions	
T617		FIRST_VALUE and LAST_VALUE function	
T621		Enhanced numeric functions	
T631	Core	IN predicate with one list element	
T651		SQL-schema statements in SQL routines	
T655		Cyclically dependent routines	
X010		XML type	
X011		Arrays of XML type	
X016		Persistent XML values	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
X020		XMLConcat	
X031		XMLElement	
X032		XMLForest	
X034		XMLAgg	
X035		XMLAgg: ORDER BY option	
X036		XMLComment	
X037		XMLPI	
X040		Basic table mapping	
X041		Basic table mapping: nulls absent	
X042		Basic table mapping: null as nil	
X043		Basic table mapping: table as forest	
X044		Basic table mapping: table as element	
X045		Basic table mapping: with target namespace	
X046		Basic table mapping: data mapping	
X047		Basic table mapping: metadata mapping	
X048		Basic table mapping: base64 encoding of binary strings	
X049		Basic table mapping: hex encoding of binary strings	
X050		Advanced table mapping	
X051		Advanced table mapping: nulls absent	
X052		Advanced table mapping: null as nil	
X053		Advanced table mapping: table as forest	
X054		Advanced table mapping: table as element	
X055		Advanced table mapping: target namespace	
X056		Advanced table mapping: data mapping	
X057		Advanced table mapping: metadata mapping	
X058		Advanced table mapping: base64 encoding of binary strings	
X059		Advanced table mapping: hex encoding of binary strings	
X060		XMLParse: Character string input and CONTENT option	
X061		XMLParse: Character string input and DOCUMENT option	
X070		XMLSerialize: Character string serialization and CONTENT option	
X071		XMLSerialize: Character string serialization and DOCUMENT option	
X072		XMLSerialize: Character string serialization	
X090		XML document predicate	
X120		XML parameters in SQL routines	
X121		XML parameters in external routines	
X400		Name and identifier mapping	

D.2. Fonctionnalités non supportées

Les fonctionnalités suivantes définies dans SQL:2011 ne sont pas implantées dans cette version de PostgreSQL™. Dans certains cas, des fonctionnalités similaires sont disponibles.

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
B011		Embedded Ada	
B013		Embedded COBOL	
B014		Embedded Fortran	
B015		Embedded MUMPS	
B016		Embedded Pascal	
B017		Embedded PL/I	
B031		Basic dynamic SQL	
B032		Extended dynamic SQL	
B032-01		<describe input statement>	
B033		Untyped SQL-invoked function arguments	
B034		Dynamic specification of cursor attributes	
B035		Non-extended descriptor names	
B041		Extensions to embedded SQL exception declarations	
B051		Enhanced execution rights	
B111		Module language Ada	
B112		Module language C	
B113		Module language COBOL	
B114		Module language Fortran	
B115		Module language MUMPS	
B116		Module language Pascal	
B117		Module language PL/I	
B121		Routine language Ada	
B122		Routine language C	
B123		Routine language COBOL	
B124		Routine language Fortran	
B125		Routine language MUMPS	
B126		Routine language Pascal	
B127		Routine language PL/I	
B128		Routine language SQL	
E081	Core	Basic Privileges	
E081-09	Core	USAGE privilege	
E153	Core	Updatable queries with subqueries	
E182	Core	Module language	
F121		Basic diagnostics management	
F121-01		GET DIAGNOSTICS statement	
F121-02		SET TRANSACTION statement: DIAGNOSTICS SIZE clause	
F122		Enhanced diagnostics management	
F123		All diagnostics	
F181	Core	Multiple module support	
F202		TRUNCATE TABLE: identity column restart option	
F263		Comma-separated predicates in simple CASE expression	
F291		UNIQUE predicate	
F301		CORRESPONDING in query expressions	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
F311	Core	Schema definition statement	
F311-04	Core	CREATE VIEW: WITH CHECK OPTION	
F312		MERGE statement	
F313		Enhanced MERGE statement	
F341		Usage tables	no ROUTINE_*_USAGE tables
F394		Optional normal form specification	
F403		Partitioned joined tables	
F451		Character set definition	
F461		Named character sets	
F521	Enhanced integri- ty management	Assertions	
F671	Enhanced integri- ty management	Subqueries in CHECK	intentionally omitted
F693		SQL-session and client module collations	
F695		Translation support	
F696		Additional translation documentation	
F721		Deferrable constraints	foreign and unique keys only
F741		Referential MATCH types	no partial match yet
F751		View CHECK enhancements	
F812	Core	Basic flagging	
F813		Extended flagging	
F821		Local table references	
F831		Full cursor update	
F831-01		Updatable scrollable cursors	
F831-02		Updatable ordered cursors	
F841		LIKE_REGEX predicate	
F842		OCCURENCES_REGEX function	
F843		POSITION_REGEX function	
F844		SUBSTRING_REGEX function	
F845		TRANSLATE_REGEX function	
F846		Octet support in regular expression operators	
F847		Nonconstant regular expressions	
S011	Core	Distinct data types	
S011-01	Core	USER_DEFINED_TYPES view	
S023	Basic object sup- port	Basic structured types	
S024	Enhanced object support	Enhanced structured types	
S025		Final structured types	
S026		Self-referencing structured types	
S027		Create method by specific method name	
S028		Permutable UDT options list	
S041	Basic object sup- port	Basic reference types	
S043	Enhanced object	Enhanced reference types	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
	support		
S051	Basic object support	Create table of type	partially supported
S081	Enhanced object support	Subtables	
S091		Basic array support	partially supported
S091-01		Arrays of built-in data types	
S091-02		Arrays of distinct types	
S091-03		Array expressions	
S094		Arrays of reference types	
S097		Array element assignment	
S151	Basic object support	Type predicate	
S161	Enhanced object support	Subtype treatment	
S162		Subtype treatment for references	
S202		SQL-invoked routines on multisets	
S231	Enhanced object support	Structured type locators	
S232		Array locators	
S233		Multiset locators	
S241		Transform functions	
S242		Alter transform statement	
S251		User-defined orderings	
S261		Specific type method	
S271		Basic multiset support	
S272		Multisets of user-defined types	
S274		Multisets of reference types	
S275		Advanced multiset support	
S281		Nested collection types	
S291		Unique constraint on entire row	
S301		Enhanced UNNEST	
S401		Distinct types based on array types	
S402		Distinct types based on distinct types	
S403		MAX_CARDINALITY	
S404		TRIM_ARRAY	
T011		Timestamp in Information Schema	
T021		BINARY and VARBINARY data types	
T022		Advanced support for BINARY and VARBINARY data types	
T023		Compound binary literal	
T024		Spaces in binary literals	
T041	Basic object support	Basic LOB data type support	
T041-01	Basic object support	BLOB data type	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
T041-02	Basic object support	CLOB data type	
T041-03	Basic object support	POSITION, LENGTH, LOWER, TRIM, UPPER, and SUBSTRING functions for LOB data types	
T041-04	Basic object support	Concatenation of LOB data types	
T041-05	Basic object support	LOB locator: non-holdable	
T042		Extended LOB data type support	
T043		Multiplier T	
T044		Multiplier P	
T051		Row types	
T052		MAX and MIN for row types	
T053		Explicit aliases for all-fields reference	
T061		UCS support	
T101		Enhanced nullability determination	
T111		Updatable joins, unions, and columns	
T174		Identity columns	
T175		Generated columns	
T176		Sequence generator support	
T177		Sequence generator support: simple restart option	
T178		Identity columns: simple restart option	
T211	Active database, Enhanced integrity management	Basic trigger capability	
T211-06	Active database, Enhanced integrity management	Support for run-time rules for the interaction of triggers and constraints	
T211-08	Active database, Enhanced integrity management	Multiple triggers for the same event are executed in the order in which they were created in the catalog	intentionally omitted
T251		SET TRANSACTION statement: LOCAL option	
T261		Chained transactions	
T272		Enhanced savepoint management	
T285		Enhanced derived column names	
T301		Functional dependencies	partially supported
T321	Core	Basic SQL-invoked routines	
T321-02	Core	User-defined stored procedures with no overloading	
T321-04	Core	CALL statement	
T321-05	Core	RETURN statement	
T324		Explicit security for SQL routines	
T325		Qualified SQL parameter references	
T326		Table functions	
T332		Extended roles	mostly supported
T431	OLAP	Extended grouping capabilities	
T432		Nested and concatenated GROUPING SETS	
T433		Multiargument GROUPING function	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
T434		GROUP BY DISTINCT	
T471		Result sets return value	
T491		LATERAL derived table	
T511		Transaction counts	
T541		Updatable table references	
T561		Holdable locators	
T571		Array-returning external SQL-invoked functions	
T572		Multiset-returning external SQL-invoked functions	
T601		Local cursor references	
T611	OLAP	Elementary OLAP operations	most forms supported
T612		Advanced OLAP operations	some forms supported
T613		Sampling	
T616		Null treatment option for LEAD and LAG functions	
T618		NTH_VALUE function	function exists, but some options missing
T641		Multiple column assignment	only some syntax variants supported
T652		SQL-dynamic statements in SQL routines	
T653		SQL-schema statements in external routines	
T654		SQL-dynamic statements in external routines	
M001		Datalinks	
M002		Datalinks via SQL/CLI	
M003		Datalinks via Embedded SQL	
M004		Foreign data support	partially supported
M005		Foreign schema support	
M006		GetSQLString routine	
M007		TransmitRequest	
M009		GetOpts and GetStatistics routines	
M010		Foreign data wrapper support	
M011		Datalinks via Ada	
M012		Datalinks via C	
M013		Datalinks via COBOL	
M014		Datalinks via Fortran	
M015		Datalinks via M	
M016		Datalinks via Pascal	
M017		Datalinks via PL/I	
M018		Foreign data wrapper interface routines in Ada	
M019		Foreign data wrapper interface routines in C	
M020		Foreign data wrapper interface routines in COBOL	
M021		Foreign data wrapper interface routines in Fortran	
M022		Foreign data wrapper interface routines in MUMPS	
M023		Foreign data wrapper interface routines in Pascal	
M024		Foreign data wrapper interface routines in PL/I	
M030		SQL-server foreign data support	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
M031		Foreign data wrapper general routines	
X012		Multisets of XML type	
X013		Distinct types of XML type	
X014		Attributes of XML type	
X015		Fields of XML type	
X025		XMLCast	
X030		XMLODocument	
X038		XMLText	
X065		XMLParse: BLOB input and CONTENT option	
X066		XMLParse: BLOB input and DOCUMENT option	
X068		XMLSerialize: BOM	
X069		XMLSerialize: INDENT	
X073		XMLSerialize: BLOB serialization and CONTENT option	
X074		XMLSerialize: BLOB serialization and DOCUMENT option	
X075		XMLSerialize: BLOB serialization	
X076		XMLSerialize: VERSION	
X077		XMLSerialize: explicit ENCODING option	
X078		XMLSerialize: explicit XML declaration	
X080		Namespaces in XML publishing	
X081		Query-level XML namespace declarations	
X082		XML namespace declarations in DML	
X083		XML namespace declarations in DDL	
X084		XML namespace declarations in compound statements	
X085		Predefined namespace prefixes	
X086		XML namespace declarations in XMLTable	
X091		XML content predicate	
X096		XMLExists	
X100		Host language support for XML: CONTENT option	
X101		Host language support for XML: DOCUMENT option	
X110		Host language support for XML: VARCHAR mapping	
X111		Host language support for XML: CLOB mapping	
X112		Host language support for XML: BLOB mapping	
X113		Host language support for XML: STRIP WHITESPACE option	
X114		Host language support for XML: PRESERVE WHITESPACE option	
X131		Query-level XMLBINARY clause	
X132		XMLBINARY clause in DML	
X133		XMLBINARY clause in DDL	
X134		XMLBINARY clause in compound statements	
X135		XMLBINARY clause in subqueries	
X141		IS VALID predicate: data-driven case	
X142		IS VALID predicate: ACCORDING TO clause	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
X143		IS VALID predicate: ELEMENT clause	
X144		IS VALID predicate: schema location	
X145		IS VALID predicate outside check constraints	
X151		IS VALID predicate with DOCUMENT option	
X152		IS VALID predicate with CONTENT option	
X153		IS VALID predicate with SEQUENCE option	
X155		IS VALID predicate: NAMESPACE without ELEMENT clause	
X157		IS VALID predicate: NO NAMESPACE with ELEMENT clause	
X160		Basic Information Schema for registered XML Schemas	
X161		Advanced Information Schema for registered XML Schemas	
X170		XML null handling options	
X171		NIL ON NO CONTENT option	
X181		XML(DOCUMENT(UNTYPED)) type	
X182		XML(DOCUMENT(ANY)) type	
X190		XML(SEQUENCE) type	
X191		XML(DOCUMENT(XMLSCHEMA)) type	
X192		XML(CONTENT(XMLSCHEMA)) type	
X200		XMLQuery	
X201		XMLQuery: RETURNING CONTENT	
X202		XMLQuery: RETURNING SEQUENCE	
X203		XMLQuery: passing a context item	
X204		XMLQuery: initializing an XQuery variable	
X205		XMLQuery: EMPTY ON EMPTY option	
X206		XMLQuery: NULL ON EMPTY option	
X211		XML 1.1 support	
X221		XML passing mechanism BY VALUE	
X222		XML passing mechanism BY REF	
X231		XML(CONTENT(UNTYPED)) type	
X232		XML(CONTENT(ANY)) type	
X241		RETURNING CONTENT in XML publishing	
X242		RETURNING SEQUENCE in XML publishing	
X251		Persistent XML values of XML(DOCUMENT(UNTYPED)) type	
X252		Persistent XML values of XML(DOCUMENT(ANY)) type	
X253		Persistent XML values of XML(CONTENT(UNTYPED)) type	
X254		Persistent XML values of XML(CONTENT(ANY)) type	
X255		Persistent XML values of XML(SEQUENCE) type	
X256		Persistent XML values of XML(DOCUMENT(XMLSCHEMA)) type	
X257		Persistent XML values of XML(CONTENT(XMLSCHEMA)) type	

Identifiant	Paquetage	Description	Commentaire
X260		XML type: ELEMENT clause	
X261		XML type: NAMESPACE without ELEMENT clause	
X263		XML type: NO NAMESPACE with ELEMENT clause	
X264		XML type: schema location	
X271		XMLValidate: data-driven case	
X272		XMLValidate: ACCORDING TO clause	
X273		XMLValidate: ELEMENT clause	
X274		XMLValidate: schema location	
X281		XMLValidate: with DOCUMENT option	
X282		XMLValidate with CONTENT option	
X283		XMLValidate with SEQUENCE option	
X284		XMLValidate NAMESPACE without ELEMENT clause	
X286		XMLValidate: NO NAMESPACE with ELEMENT clause	
X300		XMLTable	
X301		XMLTable: derived column list option	
X302		XMLTable: ordinality column option	
X303		XMLTable: column default option	
X304		XMLTable: passing a context item	
X305		XMLTable: initializing an XQuery variable	

Annexe E. Notes de version

Les notes de version contiennent les modifications significatives apparaissant dans chaque version de PostgreSQL™. Elles contiennent aussi les fonctionnalités majeures et les problèmes de migration éventuels. Les notes de version ne contiennent pas les modifications qui n'affectent que peu d'utilisateurs ainsi que les modifications internes, non visibles pour les utilisateurs. Par exemple, l'optimiseur est amélioré dans pratiquement chaque version, mais les améliorations ne sont visibles par les utilisateurs que par la plus grande rapidité des requêtes.

Une liste complète de modifications est récupérable pour chaque version en lisant les validations Git. La *liste de diffusion pgsql-committers* enregistre en plus toutes les modifications du code source. Il existe aussi une *interface web* montrant les modifications sur chaque fichier.

Le nom apparaissant auprès de chaque élément précise le développeur principal de cet élément. Bien sûr, toutes les modifications impliquent des discussions de la communauté et une relecture des correctifs, donc chaque élément est vraiment un travail de la communauté.

E.1. Release 9.6.5

Release date: 2017-08-31

This release contains a small number of fixes from 9.6.4. For information about new features in the 9.6 major release, see Section E.6, « Release 9.6 ».

E.1.1. Migration to Version 9.6.5

A dump/restore is not required for those running 9.6.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.6.4, see Section E.2, « Release 9.6.4 ».

E.1.2. Changes

- Show foreign tables in information_schema.table_privileges view (Peter Eisentraut)

All other relevant information_schema views include foreign tables, but this one ignored them.

Since this view definition is installed by initdb, merely upgrading will not fix the problem. If you need to fix this in an existing installation, you can, as a superuser, do this in psql:

```
BEGIN;
DROP SCHEMA information_schema CASCADE;
\i $SHAREDIR/information_schema.sql
COMMIT;
```

(Run `pg_config --sharedir` if you're uncertain where `SHAREDIR` is.) This must be repeated in each database to be fixed.

- Clean up handling of a fatal exit (e.g., due to receipt of SIGTERM) that occurs while trying to execute a **ROLLBACK** of a failed transaction (Tom Lane)

This situation could result in an assertion failure. In production builds, the exit would still occur, but it would log an unexpected message about « cannot drop active portal ».

- Remove assertion that could trigger during a fatal exit (Tom Lane)
- Correctly identify columns that are of a range type or domain type over a composite type or domain type being searched for (Tom Lane)

Certain **ALTER** commands that change the definition of a composite type or domain type are supposed to fail if there are any stored values of that type in the database, because they lack the infrastructure needed to update or check such values. Previously, these checks could miss relevant values that are wrapped inside range types or sub-domains, possibly allowing the database to become inconsistent.

- Prevent crash when passing fixed-length pass-by-reference data types to parallel worker processes (Tom Lane)
- Fix crash in pg_restore when using parallel mode and using a list file to select a subset of items to restore (Fabrício de Royes Mello)

- Change ecpg's parser to allow RETURNING clauses without attached C variables (Michael Meskes)

This allows ecpg programs to contain SQL constructs that use RETURNING internally (for example, inside a CTE) rather than using it to define values to be returned to the client.

- Change ecpg's parser to recognize backslash continuation of C preprocessor command lines (Michael Meskes)
- Improve selection of compiler flags for PL/Perl on Windows (Tom Lane)

This fix avoids possible crashes of PL/Perl due to inconsistent assumptions about the width of time_t values. A side-effect that may be visible to extension developers is that _USE_32BIT_TIME_T is no longer defined globally in PostgreSQL™ Windows builds. This is not expected to cause problems, because type time_t is not used in any PostgreSQL™ API definitions.

- Fix make check to behave correctly when invoked via a non-GNU make program (Thomas Munro)

E.2. Release 9.6.4

Release date: 2017-08-10

This release contains a variety of fixes from 9.6.3. For information about new features in the 9.6 major release, see Section E.6, « Release 9.6 ».

E.2.1. Migration to Version 9.6.4

A dump/restore is not required for those running 9.6.X.

However, if you use foreign data servers that make use of user passwords for authentication, see the first changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.6.3, see Section E.3, « Release 9.6.3 ».

E.2.2. Changes

- Further restrict visibility of pg_user_mappings.umoptions, to protect passwords stored as user mapping options (Noah Misch)

The fix for CVE-2017-7486 was incorrect: it allowed a user to see the options in her own user mapping, even if she did not have USAGE permission on the associated foreign server. Such options might include a password that had been provided by the server owner rather than the user herself. Since information_schema.user_mapping_options does not show the options in such cases, pg_user_mappings should not either. (CVE-2017-7547)

By itself, this patch will only fix the behavior in newly initdb'd databases. If you wish to apply this change in an existing database, you will need to do the following:

1. Restart the postmaster after adding allow_system_table_mods = true to postgresql.conf. (In versions supporting **ALTER SYSTEM**, you can use that to make the configuration change, but you'll still need a restart.)
2. In *each* database of the cluster, run the following commands as superuser:

```
SET search_path = pg_catalog;
CREATE OR REPLACE VIEW pg_user_mappings AS
SELECT
    U.oid      AS umid,
    S.oid      AS srvid,
    S.srvname  AS srvname,
    U.umuser   AS umuser,
    CASE WHEN U.umuser = 0 THEN
        'public'
    ELSE
        A.rolname
    END AS username,
    CASE WHEN (U.umuser <> 0 AND A.rolname = current_user
              AND (pg_has_role(S.srvowner, 'USAGE')
                    OR has_server_privilege(S.oid, 'USAGE'))))
              OR (U.umuser = 0 AND pg_has_role(S.srvowner, 'USAGE'))
              OR (SELECT rolsuper FROM pg_authid WHERE rolname =
current_user)
        THEN U.umoptions
```

```

        ELSE NULL END AS umoptions
  FROM pg_user_mapping U
    LEFT JOIN pg_authid A ON (A.oid = U.umuser) JOIN
      pg_foreign_server S ON (U.umserver = S.oid);

```

3. Do not forget to include the template0 and template1 databases, or the vulnerability will still exist in databases you create later. To fix template0, you'll need to temporarily make it accept connections. In PostgreSQL™ 9.5 and later, you can use

```
ALTER DATABASE template0 WITH ALLOW_CONNECTIONS true;
```

and then after fixing template0, undo that with

```
ALTER DATABASE template0 WITH ALLOW_CONNECTIONS false;
```

In prior versions, instead use

```
UPDATE pg_database SET datallowconn = true WHERE datname = 'template0';
UPDATE pg_database SET datallowconn = false WHERE datname = 'template0';
```

4. Finally, remove the allow_system_table_mods configuration setting, and again restart the postmaster.

- Disallow empty passwords in all password-based authentication methods (Heikki Linnakangas)

libpq ignores empty password specifications, and does not transmit them to the server. So, if a user's password has been set to the empty string, it's impossible to log in with that password via psql or other libpq-based clients. An administrator might therefore believe that setting the password to empty is equivalent to disabling password login. However, with a modified or non-libpq-based client, logging in could be possible, depending on which authentication method is configured. In particular the most common method, md5, accepted empty passwords. Change the server to reject empty passwords in all cases. (CVE-2017-7546)

- Make lo_put() check for UPDATE privilege on the target large object (Tom Lane, Michael Paquier)

lo_put() should surely require the same permissions as lowrite(), but the check was missing, allowing any user to change the data in a large object. (CVE-2017-7548)

- Correct the documentation about the process for upgrading standby servers with pg_upgrade (Bruce Momjian)

The previous documentation instructed users to start/stop the primary server after running pg_upgrade but before syncing the standby servers. This sequence is unsafe.

- Fix concurrent locking of tuple update chains (Álvaro Herrera)

If several sessions concurrently lock a tuple update chain with nonconflicting lock modes using an old snapshot, and they all succeed, it was possible for some of them to nonetheless fail (and conclude there is no live tuple version) due to a race condition. This had consequences such as foreign-key checks failing to see a tuple that definitely exists but is being updated concurrently.

- Fix potential data corruption when freezing a tuple whose XMAX is a multixact with exactly one still-interesting member (Teodor Sigaev)

- Avoid integer overflow and ensuing crash when sorting more than one billion tuples in-memory (Sergey Koposov)

- On Windows, retry process creation if we fail to reserve the address range for our shared memory in the new process (Tom Lane, Amit Kapila)

This is expected to fix infrequent child-process-launch failures that are probably due to interference from antivirus products.

- Fix low-probability corruption of shared predicate-lock hash table in Windows builds (Thomas Munro, Tom Lane)

- Avoid logging clean closure of an SSL connection as though it were a connection reset (Michael Paquier)

- Prevent sending SSL session tickets to clients (Tom Lane)

This fix prevents reconnection failures with ticket-aware client-side SSL code.

- Fix code for setting tcp_keepalives_idle on Solaris (Tom Lane)

- Fix statistics collector to honor inquiry messages issued just after a postmaster shutdown and immediate restart (Tom Lane)
Statistics inquiries issued within half a second of the previous postmaster shutdown were effectively ignored.
- Ensure that the statistics collector's receive buffer size is at least 100KB (Tom Lane)
This reduces the risk of dropped statistics data on older platforms whose default receive buffer size is less than that.
- Fix possible creation of an invalid WAL segment when a standby is promoted just after it processes an XLOG_SWITCH WAL record (Andres Freund)
- Fix walsender to exit promptly when client requests shutdown (Tom Lane)
- Fix SIGHUP and SIGUSR1 handling in walsender processes (Petr Jelinek, Andres Freund)
- Prevent walsender-triggered panics during shutdown checkpoints (Andres Freund, Michael Paquier)
- Fix unnecessarily slow restarts of walreceiver processes due to race condition in postmaster (Tom Lane)
- Fix leakage of small subtransactions spilled to disk during logical decoding (Andres Freund)
This resulted in temporary files consuming excessive disk space.
- Reduce the work needed to build snapshots during creation of logical-decoding slots (Andres Freund, Petr Jelinek)
The previous algorithm was infeasibly expensive on a server with a lot of open transactions.
- Fix race condition that could indefinitely delay creation of logical-decoding slots (Andres Freund, Petr Jelinek)
- Reduce overhead in processing syscache invalidation events (Tom Lane)
This is particularly helpful for logical decoding, which triggers frequent cache invalidation.
- Remove incorrect heuristic used in some cases to estimate join selectivity based on the presence of foreign-key constraints (David Rowley)

In some cases where a multi-column foreign key constraint existed but did not exactly match a query's join structure, the planner used an estimation heuristic that turns out not to work well at all. Revert such cases to the way they were estimated before 9.6.

- Fix cases where an **INSERT** or **UPDATE** assigns to more than one element of a column that is of domain-over-array type (Tom Lane)
- Allow window functions to be used in sub-SELECTs that are within the arguments of an aggregate function (Tom Lane)
- Ensure that a view's CHECK OPTIONS clause is enforced properly when the underlying table is a foreign table (Etsuro Fujita)
Previously, the update might get pushed entirely to the foreign server, but the need to verify the view conditions was missed if so.
- Move autogenerated array types out of the way during **ALTER ... RENAME** (Vik Fearing)
Previously, we would rename a conflicting autogenerated array type out of the way during **CREATE**; this fix extends that behavior to renaming operations.
- Fix dangling pointer in **ALTER TABLE** when there is a comment on a constraint belonging to the table (David Rowley)
Re-applying the comment to the reconstructed constraint could fail with a weird error message, or even crash.
- Ensure that **ALTER USER ... SET** accepts all the syntax variants that **ALTER ROLE ... SET** does (Peter Eisentraut)
- Allow a foreign table's CHECK constraints to be initially NOT VALID (Amit Langote)

CREATE TABLE silently drops NOT VALID specifiers for CHECK constraints, reasoning that the table must be empty so the constraint can be validated immediately. But this is wrong for **CREATE FOREIGN TABLE**, where there's no reason to suppose that the underlying table is empty, and even if it is it's no business of ours to decide that the constraint can be treated as valid going forward. Skip this « optimization » for foreign tables.

- Properly update dependency info when changing a datatype I/O function's argument or return type from opaque to the correct type (Heikki Linnakangas)

CREATE TYPE updates I/O functions declared in this long-obsolete style, but it forgot to record a dependency on the type, allowing a subsequent **DROP TYPE** to leave broken function definitions behind.

- Allow parallelism in the query plan when **COPY** copies from a query's result (Andres Freund)
- Reduce memory usage when **ANALYZE** processes a tsvector column (Heikki Linnakangas)

- Fix unnecessary precision loss and sloppy rounding when multiplying or dividing money values by integers or floats (Tom Lane)
- Tighten checks for whitespace in functions that parse identifiers, such as `regprocedure` in () (Tom Lane)
Depending on the prevailing locale, these functions could misinterpret fragments of multibyte characters as whitespace.
- Use relevant `#define` symbols from Perl while compiling PL/Perl (Ashutosh Sharma, Tom Lane)
This avoids portability problems, typically manifesting as a « handshake » mismatch during library load, when working with recent Perl versions.
- In `libpq`, reset GSS/SASL and SSPI authentication state properly after a failed connection attempt (Michael Paquier)
Failure to do this meant that when falling back from SSL to non-SSL connections, a GSS/SASL failure in the SSL attempt would always cause the non-SSL attempt to fail. SSPI did not fail, but it leaked memory.
- In `psql`, fix failure when **COPY FROM STDIN** is ended with a keyboard EOF signal and then another **COPY FROM STDIN** is attempted (Thomas Munro)
This misbehavior was observed on BSD-derived platforms (including macOS), but not on most others.
- Fix `pg_dump` and `pg_restore` to emit **REFRESH MATERIALIZED VIEW** commands last (Tom Lane)
This prevents errors during dump/restore when a materialized view refers to tables owned by a different user.
- Improve `pg_dump/pg_restore`'s reporting of error conditions originating in `zlib` (Vladimir Kunschikov, Álvaro Herrera)
- Fix `pg_dump` with the `--clean` option to drop event triggers as expected (Tom Lane)
It also now correctly assigns ownership of event triggers; before, they were restored as being owned by the superuser running the restore script.
- Fix `pg_dump` with the `--clean` option to not fail when the `public` schema doesn't exist (Stephen Frost)
- Fix `pg_dump` to not emit invalid SQL for an empty operator class (Daniel Gustafsson)
- Fix `pg_dump` output to `stdout` on Windows (Kuntal Ghosh)
A compressed plain-text dump written to `stdout` would contain corrupt data due to failure to put the file descriptor into binary mode.
- Fix `pg_get_ruledef()` to print correct output for the `ON SELECT` rule of a view whose columns have been renamed (Tom Lane)
In some corner cases, `pg_dump` relies on `pg_get_ruledef()` to dump views, so that this error could result in dump/reload failures.
- Fix dumping of outer joins with empty constraints, such as the result of a `NATURAL LEFT JOIN` with no common columns (Tom Lane)
- Fix dumping of function expressions in the `FROM` clause in cases where the expression does not deparse into something that looks like a function call (Tom Lane)
- Fix `pg_basebackup` output to `stdout` on Windows (Haribabu Kommi)
A backup written to `stdout` would contain corrupt data due to failure to put the file descriptor into binary mode.
- Fix `pg_rewind` to correctly handle files exceeding 2GB (Kuntal Ghosh, Michael Paquier)
Ordinarily such files won't appear in PostgreSQL™ data directories, but they could be present in some cases.
- Fix `pg_upgrade` to ensure that the ending WAL record does not have `wal_level = minimum` (Bruce Momjian)
This condition could prevent upgraded standby servers from reconnecting.
- Fix `pg_xlogdump`'s computation of WAL record length (Andres Freund)
- In `postgres_fdw`, re-establish connections to remote servers after **ALTER SERVER** or **ALTER USER MAPPING** commands (Kyotaro Horiguchi)
This ensures that option changes affecting connection parameters will be applied promptly.
- In `postgres_fdw`, allow cancellation of remote transaction control commands (Robert Haas, Rafia Sabih)
This change allows us to quickly escape a wait for an unresponsive remote server in many more cases than previously.

- Increase MAX_SYSCACHE_CALLBACKS to provide more room for extensions (Tom Lane)
- Always use `-fPIC`, not `-fpic`, when building shared libraries with gcc (Tom Lane)
This supports larger extension libraries on platforms where it makes a difference.
- In MSVC builds, handle the case where the openssl library is not within a VC subdirectory (Andrew Dunstan)
- In MSVC builds, add proper include path for libxml2 header files (Andrew Dunstan)
This fixes a former need to move things around in standard Windows installations of libxml2.
- In MSVC builds, recognize a Tcl library that is named `tcl186.lib` (Noah Misch)
- In MSVC builds, honor PROVE_FLAGS settings on `vcregress.pl`'s command line (Andrew Dunstan)

E.3. Release 9.6.3

Release date: 2017-05-11

This release contains a variety of fixes from 9.6.2. For information about new features in the 9.6 major release, see Section E.6, « Release 9.6 ».

E.3.1. Migration to Version 9.6.3

A dump/restore is not required for those running 9.6.X.

However, if you use foreign data servers that make use of user passwords for authentication, see the first changelog entry below.

Also, if you are using third-party replication tools that depend on « logical decoding », see the fourth changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.6.2, see Section E.4, « Release 9.6.2 ».

E.3.2. Changes

- Restrict visibility of `pg_user_mappings.umoptions`, to protect passwords stored as user mapping options (Michael Paquier, Feike Steenbergen)

The previous coding allowed the owner of a foreign server object, or anyone he has granted server USAGE permission to, to see the options for all user mappings associated with that server. This might well include passwords for other users. Adjust the view definition to match the behavior of `information_schema.user_mapping_options`, namely that these options are visible to the user being mapped, or if the mapping is for PUBLIC and the current user is the server owner, or if the current user is a superuser. (CVE-2017-7486)

By itself, this patch will only fix the behavior in newly initdb'd databases. If you wish to apply this change in an existing database, follow the corrected procedure shown in the changelog entry for CVE-2017-7547, in Section E.2, « Release 9.6.4 ».

- Prevent exposure of statistical information via leaky operators (Peter Eisentraut)

Some selectivity estimation functions in the planner will apply user-defined operators to values obtained from `pg_statistic`, such as most common values and histogram entries. This occurs before table permissions are checked, so a nefarious user could exploit the behavior to obtain these values for table columns he does not have permission to read. To fix, fall back to a default estimate if the operator's implementation function is not certified leak-proof and the calling user does not have permission to read the table column whose statistics are needed. At least one of these criteria is satisfied in most cases in practice. (CVE-2017-7484)

- Restore libpq's recognition of the `PGREQUIRESSL` environment variable (Daniel Gustafsson)

Processing of this environment variable was unintentionally dropped in PostgreSQL™ 9.3, but its documentation remained. This creates a security hazard, since users might be relying on the environment variable to force SSL-encrypted connections, but that would no longer be guaranteed. Restore handling of the variable, but give it lower priority than `PGSSLMODE`, to avoid breaking configurations that work correctly with post-9.3 code. (CVE-2017-7485)

- Fix possibly-invalid initial snapshot during logical decoding (Petr Jelinek, Andres Freund)

The initial snapshot created for a logical decoding replication slot was potentially incorrect. This could cause third-party tools that use logical decoding to copy incomplete/inconsistent initial data. This was more likely to happen if the source server was busy at the time of slot creation, or if another logical slot already existed.

If you are using a replication tool that depends on logical decoding, and it should have copied a nonempty data set at the start

of replication, it is advisable to recreate the replica after installing this update, or to verify its contents against the source server.

- Fix possible corruption of « init forks » of unlogged indexes (Robert Haas, Michael Paquier)

This could result in an unlogged index being set to an invalid state after a crash and restart. Such a problem would persist until the index was dropped and rebuilt.

- Fix incorrect reconstruction of pg_subtrans entries when a standby server replays a prepared but uncommitted two-phase transaction (Tom Lane)

In most cases this turned out to have no visible ill effects, but in corner cases it could result in circular references in pg_subtrans, potentially causing infinite loops in queries that examine rows modified by the two-phase transaction.

- Avoid possible crash in walsender due to failure to initialize a string buffer (Stas Kelvich, Fujii Masao)
- Fix possible crash when rescanning a nearest-neighbor index-only scan on a GiST index (Tom Lane)
- Prevent delays in postmaster's launching of multiple parallel worker processes (Tom Lane)

There could be a significant delay (up to tens of seconds) before satisfying a query's request for more than one worker process, or when multiple queries requested workers simultaneously. On most platforms this required unlucky timing, but on some it was the typical case.

- Fix postmaster's handling of `fork()` failure for a background worker process (Tom Lane)

Previously, the postmaster updated portions of its state as though the process had been launched successfully, resulting in subsequent confusion.

- Fix possible « no relation entry for relid 0 » error when planning nested set operations (Tom Lane)
- Fix assorted minor issues in planning of parallel queries (Robert Haas)
- Avoid applying « physical targetlist » optimization to custom scans (Dmitry Ivanov, Tom Lane)

This optimization supposed that retrieving all columns of a tuple is inexpensive, which is true for ordinary Postgres tuples; but it might not be the case for a custom scan provider.

- Use the correct sub-expression when applying a `FOR ALL` row-level-security policy (Stephen Frost)

In some cases the `WITH CHECK` restriction would be applied when the `USING` restriction is more appropriate.

- Ensure parsing of queries in extension scripts sees the results of immediately-preceding DDL (Julien Rouhaud, Tom Lane)

Due to lack of a cache flush step between commands in an extension script file, non-utility queries might not see the effects of an immediately preceding catalog change, such as `ALTER TABLE ... RENAME`.

- Skip tablespace privilege checks when `ALTER TABLE ... ALTER COLUMN TYPE` rebuilds an existing index (Noah Misch)

The command failed if the calling user did not currently have `CREATE` privilege for the tablespace containing the index. That behavior seems unhelpful, so skip the check, allowing the index to be rebuilt where it is.

- Fix `ALTER TABLE ... VALIDATE CONSTRAINT` to not recurse to child tables when the constraint is marked `NO INHERIT` (Amit Langote)

This fix prevents unwanted « constraint does not exist » failures when no matching constraint is present in the child tables.

- Avoid dangling pointer in `COPY ... TO` when row-level security is active for the source table (Tom Lane)

Usually this had no ill effects, but sometimes it would cause unexpected errors or crashes.

- Avoid accessing an already-closed relcache entry in `CLUSTER` and `VACUUM FULL` (Tom Lane)

With some bad luck, this could lead to indexes on the target relation getting rebuilt with the wrong persistence setting.

- Fix `VACUUM` to account properly for pages that could not be scanned due to conflicting page pins (Andrew Gierth)

This tended to lead to underestimation of the number of tuples in the table. In the worst case of a small heavily-contended table, `VACUUM` could incorrectly report that the table contained no tuples, leading to very bad planning choices.

- Ensure that bulk-tuple-transfer loops within a hash join are interruptible by query cancel requests (Tom Lane, Thomas Munro)

- Fix incorrect support for certain box operators in SP-GiST (Nikita Glukhov)

SP-GiST index scans using the operators `&< &>` `&< |` and `| &>` would yield incorrect answers.

- Fix integer-overflow problems in interval comparison (Kyotaro Horiguchi, Tom Lane)

The comparison operators for type interval could yield wrong answers for intervals larger than about 296000 years. Indexes on columns containing such large values should be reindexed, since they may be corrupt.

- Fix `cursor_to_xml()` to produce valid output with `tableforest = false` (Thomas Munro, Peter Eisentraut)

Previously it failed to produce a wrapping `<table>` element.

- Fix roundoff problems in `float8_timestamptz()` and `make_interval()` (Tom Lane)

These functions truncated, rather than rounded, when converting a floating-point value to integer microseconds; that could cause unexpectedly off-by-one results.

- Fix `pg_get_object_address()` to handle members of operator families correctly (Álvaro Herrera)

- Fix cancelling of `pg_stop_backup()` when attempting to stop a non-exclusive backup (Michael Paquier, David Steele)

If `pg_stop_backup()` was cancelled while waiting for a non-exclusive backup to end, related state was left inconsistent; a new exclusive backup could not be started, and there were other minor problems.

- Improve performance of `pg_timezone_names` view (Tom Lane, David Rowley)

- Reduce memory management overhead for contexts containing many large blocks (Tom Lane)

- Fix sloppy handling of corner-case errors from `lseek()` and `close()` (Tom Lane)

Neither of these system calls are likely to fail in typical situations, but if they did, `fd.c` could get quite confused.

- Fix incorrect check for whether postmaster is running as a Windows service (Michael Paquier)

This could result in attempting to write to the event log when that isn't accessible, so that no logging happens at all.

- Fix ecpg to support **COMMIT PREPARED** and **ROLLBACK PREPARED** (Masahiko Sawada)

- Fix a double-free error when processing dollar-quoted string literals in ecpg (Michael Meskes)

- Fix pgbench to handle the combination of `--connect` and `--rate` options correctly (Fabien Coelho)

- Fix pgbench to honor the long-form option spelling `--builtin`, as per its documentation (Tom Lane)

- Fix pg_dump/pg_restore to correctly handle privileges for the `public` schema when using `--clean` option (Stephen Frost)

Other schemas start out with no privileges granted, but `public` does not; this requires special-case treatment when it is dropped and restored due to the `--clean` option.

- In pg_dump, fix incorrect schema and owner marking for comments and security labels of some types of database objects (Giuseppe Broccolo, Tom Lane)

In simple cases this caused no ill effects; but for example, a schema-selective restore might omit comments it should include, because they were not marked as belonging to the schema of their associated object.

- Fix typo in pg_dump's query for initial privileges of a procedural language (Peter Eisentraut)

This resulted in pg_dump always believing that the language had no initial privileges. Since that's true for most procedural languages, ill effects from this bug are probably rare.

- Avoid emitting an invalid list file in `pg_restore -l` when SQL object names contain newlines (Tom Lane)

Replace newlines by spaces, which is sufficient to make the output valid for `pg_restore -L`'s purposes.

- Fix pg_upgrade to transfer comments and security labels attached to « large objects » (blobs) (Stephen Frost)

Previously, blobs were correctly transferred to the new database, but any comments or security labels attached to them were lost.

- Improve error handling in contrib/adminpack's `pg_file_write()` function (Noah Misch)

Notably, it failed to detect errors reported by `fclose()`.

- In contrib/dblink, avoid leaking the previous unnamed connection when establishing a new unnamed connection (Joe Conway)

- Fix contrib/pg_trgm's extraction of trigrams from regular expressions (Tom Lane)

In some cases it would produce a broken data structure that could never match anything, leading to GIN or GiST indexscans that use a trigram index not finding any matches to the regular expression.

- In contrib/postgres_fdw, allow join conditions that contain shippable extension-provided functions to be pushed to the remote server (David Rowley, Ashutosh Bapat)
- Support Tcl 8.6 in MSVC builds (Álvaro Herrera)
- Sync our copy of the timezone library with IANA release tzcode2017b (Tom Lane)

This fixes a bug affecting some DST transitions in January 2038.

- Update time zone data files to tzdata release 2017b for DST law changes in Chile, Haiti, and Mongolia, plus historical corrections for Ecuador, Kazakhstan, Liberia, and Spain. Switch to numeric abbreviations for numerous time zones in South America, the Pacific and Indian oceans, and some Asian and Middle Eastern countries.

The IANA time zone database previously provided textual abbreviations for all time zones, sometimes making up abbreviations that have little or no currency among the local population. They are in process of reversing that policy in favor of using numeric UTC offsets in zones where there is no evidence of real-world use of an English abbreviation. At least for the time being, PostgreSQL™ will continue to accept such removed abbreviations for timestamp input. But they will not be shown in the pg_timezone_names view nor used for output.

- Use correct daylight-savings rules for POSIX-style time zone names in MSVC builds (David Rowley)

The Microsoft MSVC build scripts neglected to install the posixrules file in the timezone directory tree. This resulted in the timezone code falling back to its built-in rule about what DST behavior to assume for a POSIX-style time zone name. For historical reasons that still corresponds to the DST rules the USA was using before 2007 (i.e., change on first Sunday in April and last Sunday in October). With this fix, a POSIX-style zone name will use the current and historical DST transition dates of the US/Eastern zone. If you don't want that, remove the posixrules file, or replace it with a copy of some other zone file (see Section 8.5.3, « Fuseaux horaires »). Note that due to caching, you may need to restart the server to get such changes to take effect.

E.4. Release 9.6.2

Release date: 2017-02-09

This release contains a variety of fixes from 9.6.1. For information about new features in the 9.6 major release, see Section E.6, « Release 9.6 ».

E.4.1. Migration to Version 9.6.2

A dump/restore is not required for those running 9.6.X.

However, if your installation has been affected by the bug described in the first changelog entry below, then after updating you may need to take action to repair corrupted indexes.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.6.1, see Section E.5, « Release 9.6.1 ».

E.4.2. Changes

- Fix a race condition that could cause indexes built with **CREATE INDEX CONCURRENTLY** to be corrupt (Pavan Deolalikar, Tom Lane)

If **CREATE INDEX CONCURRENTLY** was used to build an index that depends on a column not previously indexed, then rows updated by transactions that ran concurrently with the **CREATE INDEX** command could have received incorrect index entries. If you suspect this may have happened, the most reliable solution is to rebuild affected indexes after installing this update.

- Ensure that the special snapshot used for catalog scans is not invalidated by premature data pruning (Tom Lane)

Backends failed to account for this snapshot when advertising their oldest xmin, potentially allowing concurrent vacuuming operations to remove data that was still needed. This led to transient failures along the lines of « cache lookup failed for relation 1255 ».

- Fix incorrect WAL logging for BRIN indexes (Kuntal Ghosh)

The WAL record emitted for a BRIN « revmap » page when moving an index tuple to a different page was incorrect. Replay would make the related portion of the index useless, forcing it to be recomputed.

- Unconditionally WAL-log creation of the « init fork » for an unlogged table (Michael Paquier)

Previously, this was skipped when wal_level = minimal, but actually it's necessary even in that case to ensure that the unlog-

ged table is properly reset to empty after a crash.

- If the stats collector dies during hot standby, restart it (Takayuki Tsunakawa)
- Ensure that hot standby feedback works correctly when it's enabled at standby server start (Ants Aasma, Craig Ringer)
- Check for interrupts while hot standby is waiting for a conflicting query (Simon Riggs)
- Avoid constantly respawning the autovacuum launcher in a corner case (Amit Khandekar)

This fix avoids problems when autovacuum is nominally off and there are some tables that require freezing, but all such tables are already being processed by autovacuum workers.

- Disallow setting the `num_sync` field to zero in `synchronous_standby_names` (Fujii Masao)

The correct way to disable synchronous standby is to set the whole value to an empty string.

- Don't count background worker processes against a user's connection limit (David Rowley)
- Fix check for when an extension member object can be dropped (Tom Lane)

Extension upgrade scripts should be able to drop member objects, but this was disallowed for serial-column sequences, and possibly other cases.

- Fix tracking of initial privileges for extension member objects so that it works correctly with **ALTER EXTENSION ... ADD/DROP** (Stephen Frost)

An object's current privileges at the time it is added to the extension will now be considered its default privileges; only later changes in its privileges will be dumped by subsequent pg_dump runs.

- Make sure **ALTER TABLE** preserves index tablespace assignments when rebuilding indexes (Tom Lane, Michael Paquier)
Previously, non-default settings of `default_tablespace` could result in broken indexes.
- Fix incorrect updating of trigger function properties when changing a foreign-key constraint's deferrability properties with **ALTER TABLE ... ALTER CONSTRAINT** (Tom Lane)

This led to odd failures during subsequent exercise of the foreign key, as the triggers were fired at the wrong times.

- Prevent dropping a foreign-key constraint if there are pending trigger events for the referenced relation (Tom Lane)
This avoids « could not find trigger *NNN* » or « relation *NNN* has no triggers » errors.

- Fix **ALTER TABLE ... SET DATA TYPE ... USING** when child table has different column ordering than the parent (Álvaro Herrera)

Failure to adjust the column numbering in the `USING` expression led to errors, typically « attribute *N* has wrong type ».

- Fix processing of OID column when a table with OIDs is associated to a parent with OIDs via **ALTER TABLE ... INHERIT** (Amit Langote)

The OID column should be treated the same as regular user columns in this case, but it wasn't, leading to odd behavior in later alliance changes.

- Ensure that **CREATE TABLE ... LIKE ... WITH OIDS** creates a table with OIDs, whether or not the `LIKE`-referenced table(s) have OIDs (Tom Lane)
- Fix **CREATE OR REPLACE VIEW** to update the view query before attempting to apply the new view options (Dean Rasheed)

Previously the command would fail if the new options were inconsistent with the old view definition.

- Report correct object identity during **ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION** (Artur Zakirov)

The wrong catalog OID was reported to extensions such as logical decoding.

- Fix commit timestamp mechanism to not fail when queried about the special XIDs `FrozenTransactionId` and `Boots-trapTransactionId` (Craig Ringer)

- Fix incorrect use of view relocations as regular table relocations (Tom Lane)

The symptom was spurious « ON CONFLICT is not supported on table ... used as a catalog table » errors when the target of **INSERT ... ON CONFLICT** is a view with cascade option.

- Fix incorrect « target lists can have at most *N* entries » complaint when using `ON CONFLICT` with wide tables (Tom Lane)

- Fix spurious « query provides a value for a dropped column » errors during **INSERT** or **UPDATE** on a table with a dropped

column (Tom Lane)

- Prevent multicolumn expansion of `foo.*` in an **UPDATE** source expression (Tom Lane)

This led to « UPDATE target count mismatch --- internal error ». Now the syntax is understood as a whole-row variable, as it would be in other contexts.

- Ensure that column typmods are determined accurately for multi-row VALUES constructs (Tom Lane)

This fixes problems occurring when the first value in a column has a determinable typmod (e.g., length for a varchar value) but later values don't share the same limit.

- Throw error for an unfinished Unicode surrogate pair at the end of a Unicode string (Tom Lane)

Normally, a Unicode surrogate leading character must be followed by a Unicode surrogate trailing character, but the check for this was missed if the leading character was the last character in a Unicode string literal (`U&'\u0000'`) or Unicode identifier (`U&"\u0000"`).

- Fix execution of **DISTINCT** and ordered aggregates when multiple such aggregates are able to share the same transition state (Heikki Linnakangas)

- Fix implementation of phrase search operators in tsquery (Tom Lane)

Remove incorrect, and inconsistently-applied, rewrite rules that tried to transform away AND/OR/NOT operators appearing below a PHRASE operator; instead upgrade the execution engine to handle such cases correctly. This fixes assorted strange behavior and possible crashes for text search queries containing such combinations. Also fix nested PHRASE operators to work sanely in combinations other than simple left-deep trees, correct the behavior when removing stopwords from a phrase search clause, and make sure that index searches behave consistently with simple sequential-scan application of such queries.

- Ensure that a purely negative text search query, such as `!foo`, matches empty tsvectors (Tom Dunstan)

Such matches were found by GIN index searches, but not by sequential scans or GiST index searches.

- Prevent crash when `ts_rewrite()` replaces a non-top-level subtree with an empty query (Artur Zakirov)

- Fix performance problems in `ts_rewrite()` (Tom Lane)

Fix `ts_rewrite()`'s handling of nested NOT operators (Tom Lane)

- Improve speed of user-defined aggregates that use `array_append()` as transition function (Tom Lane)

- Fix `array_fill()` to handle empty arrays properly (Tom Lane)

- Fix possible crash in `array_position()` or `array_positions()` when processing arrays of records (Junseok Yang)

- Fix one-byte buffer overrun in `quote_literal_cstr()` (Heikki Linnakangas)

The overrun occurred only if the input consisted entirely of single quotes and/or backslashes.

- Prevent multiple calls of `pg_start_backup()` and `pg_stop_backup()` from running concurrently (Michael Paquier)

This avoids an assertion failure, and possibly worse things, if someone tries to run these functions in parallel.

- Disable transform that attempted to remove no-op AT TIME ZONE conversions (Tom Lane)

This resulted in wrong answers when the simplified expression was used in an index condition.

- Avoid discarding interval-to-interval casts that aren't really no-ops (Tom Lane)

In some cases, a cast that should result in zeroing out low-order interval fields was mistakenly deemed to be a no-op and discarded. An example is that casting from INTERVAL MONTH to INTERVAL YEAR failed to clear the months field.

- Fix crash if the number of workers available to a parallel query decreases during a rescan (Andreas Seltnerich)

- Fix bugs in transmitting GUC parameter values to parallel workers (Michael Paquier, Tom Lane)

- Allow statements prepared with **PREPARE** to be given parallel plans (Amit Kapila, Tobias Bussmann)

- Fix incorrect generation of parallel plans for semi-joins (Tom Lane)

- Fix planner's cardinality estimates for parallel joins (Robert Haas)

Ensure that these estimates reflect the number of rows predicted to be seen by each worker, rather than the total.

- Fix planner to avoid trying to parallelize plan nodes containing initplans or subplans (Tom Lane, Amit Kapila)

- Ensure that cached plans are invalidated by changes in foreign-table options (Amit Langote, Etsuro Fujita, Ashutosh Bapat)

- Fix the plan generated for sorted partial aggregation with a constant GROUP BY clause (Tom Lane)
- Fix « could not find plan for CTE » planner error when dealing with a UNION ALL containing CTE references (Tom Lane)
- Fix mishandling of initplans when forcibly adding a Material node to a subplan (Tom Lane)

The typical consequence of this mistake was a « plan should not reference subplan's variable » error.
- Fix foreign-key-based join selectivity estimation for semi-joins and anti-joins, as well as alliance cases (Tom Lane)

The new code for taking the existence of a foreign key relationship into account did the wrong thing in these cases, making the estimates worse not better than the pre-9.6 code.
- Fix pg_dump to emit the data of a sequence that is marked as an extension configuration table (Michael Paquier)
- Fix mishandling of **ALTER DEFAULT PRIVILEGES ... REVOKE** in pg_dump (Stephen Frost)

pg_dump missed issuing the required REVOKE commands in cases where **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** had been used to reduce privileges to less than they would normally be.
- Fix pg_dump to dump user-defined casts and transforms that use built-in functions (Stephen Frost)
- Fix pg_restore with --create --if-exists to behave more sanely if an archive contains unrecognized **DROP** commands (Tom Lane)

This doesn't fix any live bug, but it may improve the behavior in future if pg_restore is used with an archive generated by a later pg_dump version.
- Fix pg_basebackup's rate limiting in the presence of slow I/O (Antonin Houska)

If disk I/O was transiently much slower than the specified rate limit, the calculation overflowed, effectively disabling the rate limit for the rest of the run.
- Fix pg_basebackup's handling of symlinked pg_stat_tmp and pg_replslot subdirectories (Magnus Hagander, Michael Paquier)
- Fix possible pg_basebackup failure on standby server when including WAL files (Amit Kapila, Robert Haas)
- Improve initdb to insert the correct platform-specific default values for the `xxx_flush_after` parameters into `postgresql.conf` (Fabien Coelho, Tom Lane)

This is a cleaner way of documenting the default values than was used previously.
- Fix possible mishandling of expanded arrays in domain check constraints and CASE execution (Tom Lane)

It was possible for a PL/pgSQL function invoked in these contexts to modify or even delete an array value that needs to be preserved for additional operations.
- Fix nested uses of PL/pgSQL functions in contexts such as domain check constraints evaluated during assignment to a PL/pgSQL variable (Tom Lane)
- Ensure that the Python exception objects we create for PL/Python are properly reference-counted (Rafa de la Torre, Tom Lane)

This avoids failures if the objects are used after a Python garbage collection cycle has occurred.
- Fix PL/Tcl to support triggers on tables that have `.tupno` as a column name (Tom Lane)

This matches the (previously undocumented) behavior of PL/Tcl's `spi_exec` and `spi_execp` commands, namely that a magic `.tupno` column is inserted only if there isn't a real column named that.
- Allow DOS-style line endings in `~/.pgpass` files, even on Unix (Vik Fearing)

This change simplifies use of the same password file across Unix and Windows machines.
- Fix one-byte buffer overrun if ecpg is given a file name that ends with a dot (Takayuki Tsunakawa)
- Fix incorrect error reporting for duplicate data in psql's `\crosstabview` (Tom Lane)

psql sometimes quoted the wrong row and/or column values when complaining about multiple entries for the same crosstab cell.
- Fix psql's tab completion for **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** (Gilles Darold, Stephen Frost)
- Fix psql's tab completion for **ALTER TABLE t ALTER c DROP ...** (Kyotaro Horiguchi)
- In psql, treat an empty or all-blank setting of the `PAGER` environment variable as meaning « no pager » (Tom Lane)

Previously, such a setting caused output intended for the pager to vanish entirely.

- Improve `contrib/dblink`'s reporting of low-level libpq errors, such as out-of-memory (Joe Conway)
- Teach `contrib/dblink` to ignore irrelevant server options when it uses a `contrib/postgres_fdw` foreign server as the source of connection options (Corey Huinker)

Previously, if the foreign server object had options that were not also libpq connection options, an error occurred.

- Fix portability problems in `contrib/pageinspect`'s functions for GIN indexes (Peter Eisentraut, Tom Lane)
- Fix possible miss of socket read events while waiting on Windows (Amit Kapila)
This error was harmless for most uses, but it is known to cause hangs when trying to use the `pldebugger` extension.
- On Windows, ensure that environment variable changes are propagated to DLLs built with debug options (Christian Ullrich)
- Sync our copy of the timezone library with IANA release tzcode2016j (Tom Lane)
This fixes various issues, most notably that timezone data installation failed if the target directory didn't support hard links.

- Update time zone data files to `tzdata` release 2016j for DST law changes in northern Cyprus (adding a new zone Asia/Famagusta), Russia (adding a new zone Europe/Saratov), Tonga, and Antarctica/Casey. Historical corrections for Italy, Kazakhstan, Malta, and Palestine. Switch to preferring numeric zone abbreviations for Tonga.

E.5. Release 9.6.1

Release date: 2016-10-27

This release contains a variety of fixes from 9.6.0. For information about new features in the 9.6 major release, see Section E.6, « Release 9.6 ».

E.5.1. Migration to Version 9.6.1

A dump/restore is not required for those running 9.6.X.

However, if your installation has been affected by the bugs described in the first two changelog entries below, then after updating you may need to take action to repair corrupted free space maps and/or visibility maps.

E.5.2. Changes

- Fix WAL-logging of truncation of relation free space maps and visibility maps (Pavan Deolasee, Heikki Linnakangas)

It was possible for these files to not be correctly restored during crash recovery, or to be written incorrectly on a standby server. Bogus entries in a free space map could lead to attempts to access pages that have been truncated away from the relation itself, typically producing errors like « could not read block XXX: read only 0 of 8192 bytes ». Checksum failures in the visibility map are also possible, if checksumming is enabled.

Procedures for determining whether there is a problem and repairing it if so are discussed at https://wiki.postgresql.org/wiki/free_space_map_problems.

- Fix possible data corruption when `pg_upgrade` rewrites a relation visibility map into 9.6 format (Tom Lane)

On big-endian machines, bytes of the new visibility map were written in the wrong order, leading to a completely incorrect map. On Windows, the old map was read using text mode, leading to incorrect results if the map happened to contain consecutive bytes that matched a carriage return/line feed sequence. The latter error would almost always lead to a `pg_upgrade` failure due to the map file appearing to be the wrong length.

If you are using a big-endian machine (many non-Intel architectures are big-endian) and have used `pg_upgrade` to upgrade from a pre-9.6 release, you should assume that all visibility maps are incorrect and need to be regenerated. It is sufficient to truncate each relation's visibility map with `contrib/pg_visibility`'s `pg_truncate_visibility_map()` function. For more information see https://wiki.postgresql.org/wiki/visibility_map_problems.

- Don't throw serialization errors for self-conflicting insertions in **INSERT ... ON CONFLICT** (Thomas Munro, Peter Geoghegan)
- Fix use-after-free hazard in execution of aggregate functions using `DISTINCT` (Peter Geoghegan)

This could lead to a crash or incorrect query results.

- Fix incorrect handling of polymorphic aggregates used as window functions (Tom Lane)

The aggregate's transition function was told that its first argument and result were of the aggregate's output type, rather than the state type. This led to errors or crashes with polymorphic transition functions.

- Fix **COPY** with a column name list from a table that has row-level security enabled (Adam Brightwell)

- Fix **EXPLAIN** to emit valid XML when track_io_timing is on (Markus Winand)

Previously the XML output-format option produced syntactically invalid tags such as <I/O-Read-Time>. That is now rendered as <I-O-Read-Time>.

- Fix statistics update for **TRUNCATE** in a prepared transaction (Stas Kelvich)

- Fix bugs in merging allied CHECK constraints while creating or altering a table (Tom Lane, Amit Langote)

Allow identical CHECK constraints to be added to a parent and child table in either order. Prevent merging of a valid constraint from the parent table with a NOT VALID constraint on the child. Likewise, prevent merging of a NO INHERIT child constraint with an allied constraint.

- Show a sensible value in pg_settings.unit for min_wal_size and max_wal_size (Tom Lane)

- Fix replacement of array elements in jsonb_set() (Tom Lane)

If the target is an existing JSON array element, it got deleted instead of being replaced with a new value.

- Avoid very-low-probability data corruption due to testing tuple visibility without holding buffer lock (Thomas Munro, Peter Geoghegan, Tom Lane)

- Preserve commit timestamps across server restart (Julien Rouhaud, Craig Ringer)

With track_commit_timestamp turned on, old commit timestamps became inaccessible after a clean server restart.

- Fix logical WAL decoding to work properly when a subtransaction's WAL output is large enough to spill to disk (Andres Freund)

- Fix dangling-pointer problem in logical WAL decoding (Stas Kelvich)

This avoids possible failures during munmap() on systems with atypical default huge page sizes. Except in crash-recovery cases, there were no ill effects other than a log message.

- Don't try to share SSL contexts across multiple connections in libpq (Heikki Linnakangas)

This led to assorted corner-case bugs, particularly when trying to use different SSL parameters for different connections.

- Avoid corner-case memory leak in libpq (Tom Lane)

The reported problem involved leaking an error report during PQreset(), but there might be related cases.

- In pg_upgrade, check library loadability in name order (Tom Lane)

This is a workaround to deal with cross-extension dependencies from language transform modules to their base language and data type modules.

- Fix pg_upgrade to work correctly for extensions containing index access methods (Tom Lane)

To allow this, the server has been extended to support **ALTER EXTENSION ADD/DROP ACCESS METHOD**. That functionality should have been included in the original patch to support dynamic creation of access methods, but it was overlooked.

- Improve error reporting in pg_upgrade's file copying/linking/rewriting steps (Tom Lane, Álvaro Herrera)

- Fix pg_dump to work against pre-7.4 servers (Amit Langote, Tom Lane)

- Disallow specifying both --source-server and --source-target options to pg_rewind (Michael Banck)

- Make pg_rewind turn off synchronous_commit in its session on the source server (Michael Banck, Michael Paquier)

This allows pg_rewind to work even when the source server is using synchronous replication that is not working for some reason.

- In pg_xlogdump, retry opening new WAL segments when using --follow option (Magnus Hagander)

This allows for a possible delay in the server's creation of the next segment.

- Fix contrib/pg_visibility to report the correct TID for a corrupt tuple that has been the subject of a rolled-back update (Tom Lane)
- Fix makefile dependencies so that parallel make of PL/Python by itself will succeed reliably (Pavel Raiskup)
- Update time zone data files to tzdata release 2016h for DST law changes in Palestine and Turkey, plus historical corrections for Turkey and some regions of Russia. Switch to numeric abbreviations for some time zones in Antarctica, the former Soviet Union, and Sri Lanka.

The IANA time zone database previously provided textual abbreviations for all time zones, sometimes making up abbreviations that have little or no currency among the local population. They are in process of reversing that policy in favor of using numeric UTC offsets in zones where there is no evidence of real-world use of an English abbreviation. At least for the time being, PostgreSQL™ will continue to accept such removed abbreviations for timestamp input. But they will not be shown in the pg_timezone_names view nor used for output.

In this update, AMT is no longer shown as being in use to mean Armenia Time. Therefore, we have changed the Default abbreviation set to interpret it as Amazon Time, thus UTC-4 not UTC+4.

E.6. Release 9.6

Release date: 2016-09-29

E.6.1. Overview

Major enhancements in PostgreSQL™ 9.6 include:

- Parallel execution of sequential scans, joins and aggregates
- Avoid scanning pages unnecessarily during vacuum freeze operations
- Synchronous replication now allows multiple standby servers for increased reliability
- Full-text search can now search for phrases (multiple adjacent words)
- postgres_fdw now supports remote joins, sorts, **UPDATEs**, and **DELETEs**
- Substantial performance improvements, especially in the area of scalability on multi-CPU-socket servers

The above items are explained in more detail in the sections below.

E.6.2. Migration to Version 9.6

A dump/restore using pg_dumpall(1), or use of pg_upgrade(1), is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Version 9.6 contains a number of changes that may affect compatibility with previous releases. Observe the following incompatibilities:

- Improve the pg_stat_activity view's information about what a process is waiting for (Amit Kapila, Ildus Kurbangaliev)
Historically a process has only been shown as waiting if it was waiting for a heavyweight lock. Now waits for lightweight locks and buffer pins are also shown in pg_stat_activity. Also, the type of lock being waited for is now visible. These changes replace the *waiting* column with *wait_event_type* and *wait_event*.
- In to_char(), do not count a minus sign (when needed) as part of the field width for time-related fields (Bruce Momjian)
For example, to_char(' -4 years '::interval, ' YY ') now returns -04, rather than -4.
- Make extract() behave more reasonably with infinite inputs (Vitaly Burovov)
Historically the extract() function just returned zero given an infinite timestamp, regardless of the given field name. Make it return infinity or -infinity as appropriate when the requested field is one that is monotonically increasing (e.g., year, epoch), or NULL when it is not (e.g., day, hour). Also, throw the expected error for bad field names.
- Remove PL/pgSQL's « feature » that suppressed the innermost line of CONTEXT for messages emitted by RAISE commands (Pavel Stehule)

This ancient backwards-compatibility hack was agreed to have outlived its usefulness.

- Fix the default text search parser to allow leading digits in email and host tokens (Artur Zakirov)

In most cases this will result in few changes in the parsing of text. But if you have data where such addresses occur frequently, it may be worth rebuilding dependent tsvector columns and indexes so that addresses of this form will be found properly by text searches.

- Extend contrib/unaccent's standard unaccent.rules file to handle all diacritics known to Unicode, and to expand ligatures correctly (Thomas Munro, Léonard Benedetti)

The previous version neglected to convert some less-common letters with diacritic marks. Also, ligatures are now expanded into separate letters. Installations that use this rules file may wish to rebuild tsvector columns and indexes that depend on the result.

- Remove the long-deprecated CREATEUSER/NOCREATEUSER options from **CREATE ROLE** and allied commands (Tom Lane)

CREATEUSER actually meant SUPERUSER, for ancient backwards-compatibility reasons. This has been a constant source of confusion for people who (reasonably) expect it to mean CREATEROLE. It has been deprecated for ten years now, so fix the problem by removing it.

- Treat role names beginning with pg_ as reserved (Stephen Frost)

User creation of such role names is now disallowed. This prevents conflicts with built-in roles created by initdb.

- Change a column name in the information_schema.routines view from *result_cast_character_set_name* to *result_cast_char_set_name* (Clément Prévost)

The SQL:2011 standard specifies the longer name, but that appears to be a mistake, because adjacent column names use the shorter style, as do other information_schema views.

- psql's -c option no longer implies --no-psqlrc (Pavel Stehule, Catalin Iacob)

Write --no-psqlrc (or its abbreviation -X) explicitly to obtain the old behavior. Scripts so modified will still work with old versions of psql.

- Improve pg_restore's -t option to match all types of relations, not only plain tables (Craig Ringer)

- Change the display format used for NextXID in pg_controldata and related places (Joe Conway, Bruce Momjian)

Display epoch-and-transaction-ID values in the format *number:number*. The previous format *number/number* was confusingly similar to that used for LSNs.

- Update extension functions to be marked parallel-safe where appropriate (Andreas Karlsson)

Many of the standard extensions have been updated to allow their functions to be executed within parallel query worker processes. These changes will not take effect in databases pg_upgrade'd from prior versions unless you apply **ALTER EXTENSION UPDATE** to each such extension (in each database of a cluster).

E.6.3. Changes

Below you will find a detailed account of the changes between PostgreSQL™ 9.6 and the previous major release.

E.6.3.1. Server

E.6.3.1.1. Parallel Queries

- Parallel queries (Robert Haas, Amit Kapila, David Rowley, many others)

With 9.6, PostgreSQL™ introduces initial support for parallel execution of large queries. Only strictly read-only queries where the driving table is accessed via a sequential scan can be parallelized. Hash joins and nested loops can be performed in parallel, as can aggregation (for supported aggregates). Much remains to be done, but this is already a useful set of features.

Parallel query execution is not (yet) enabled by default. To allow it, set the new configuration parameter max_parallel_workers_per_gather to a value larger than zero. Additional control over use of parallelism is available through other new configuration parameters force_parallel_mode, parallel_setup_cost, parallel_tuple_cost, and min_parallel_relation_size.

- Provide infrastructure for marking the parallel-safety status of functions (Robert Haas, Amit Kapila)

E.6.3.1.2. Indexes

- Allow GIN index builds to make effective use of maintenance_work_mem settings larger than 1 GB (Robert Abraham, Teodor Sigaev)
- Add pages deleted from a GIN index's pending list to the free space map immediately (Jeff Janes, Teodor Sigaev)
This reduces bloat if the table is not vacuumed often.
- Add `gin_clean_pending_list()` function to allow manual invocation of pending-list cleanup for a GIN index (Jeff Janes)
Formerly, such cleanup happened only as a byproduct of vacuuming or analyzing the parent table.
- Improve handling of dead index tuples in GiST indexes (Anastasia Lubennikova)
Dead index tuples are now marked as such when an index scan notices that the corresponding heap tuple is dead. When inserting tuples, marked-dead tuples will be removed if needed to make space on the page.
- Add an SP-GiST operator class for type box (Alexander Lebedev)

E.6.3.1.3. Sorting

- Improve sorting performance by using quicksort, not replacement selection sort, when performing external sort steps (Peter Geoghegan)
The new approach makes better use of the CPU cache for typical cache sizes and data volumes. Where necessary, the behavior can be adjusted via the new configuration parameter `replacement_sort_tuples`.
- Speed up text sorts where the same string occurs multiple times (Peter Geoghegan)
- Speed up sorting of `uuid`, `bytea`, and `char(n)` fields by using « abbreviated » keys (Peter Geoghegan)
Support for abbreviated keys has also been added to the non-default operator classes `text_pattern_ops`, `varchar_pattern_ops`, and `bpchar_pattern_ops`. Processing of ordered-set aggregates can also now exploit abbreviated keys.
- Speed up **CREATE INDEX CONCURRENTLY** by treating TIDs as 64-bit integers during sorting (Peter Geoghegan)

E.6.3.1.4. Locking

- Reduce contention for the `ProcArrayLock` (Amit Kapila, Robert Haas)
- Improve performance by moving buffer content locks into the buffer descriptors (Andres Freund, Simon Riggs)
- Replace shared-buffer header spinlocks with atomic operations to improve scalability (Alexander Korotkov, Andres Freund)
- Use atomic operations, rather than a spinlock, to protect an `LWLock`'s wait queue (Andres Freund)
- Partition the shared hash table freelist to reduce contention on multi-CPU-socket servers (Aleksander Alekseev)
- Reduce interlocking on standby servers during the replay of btree index vacuuming operations (Simon Riggs)
This change avoids substantial replication delays that sometimes occurred while replaying such operations.

E.6.3.1.5. Optimizer Statistics

- Improve **ANALYZE**'s estimates for columns with many nulls (Tomas Vondra, Alex Shulgin)
Previously **ANALYZE** tended to underestimate the number of non-NULL distinct values in a column with many NULLs, and was also inaccurate in computing the most-common values.
- Improve planner's estimate of the number of distinct values in a query result (Tomas Vondra)
- Use foreign key relationships to infer selectivity for join predicates (Tomas Vondra, David Rowley)
If a table `t` has a foreign key restriction, say `(a, b) REFERENCES r (x, y)`, then a WHERE condition such as `t.a = r.x AND t.b = r.y` cannot select more than one `r` row per `t` row. The planner formerly considered these AND conditions to be independent and would often drastically misestimate selectivity as a result. Now it compares the WHERE conditions to applicable foreign key constraints and produces better estimates.

E.6.3.1.6. VACUUM

- Avoid re-vacuuming pages containing only frozen tuples (Masahiko Sawada, Robert Haas, Andres Freund)

Formerly, anti-wraparound vacuum had to visit every page of a table, even pages where there was nothing to do. Now, pages containing only already-frozen tuples are identified in the table's visibility map, and can be skipped by vacuum even when doing transaction wraparound prevention. This should greatly reduce the cost of maintaining large tables containing mostly-unchanging data.

If necessary, vacuum can be forced to process all-frozen pages using the new `DISABLE_PAGE_SKIPPING` option. Normally this should never be needed, but it might help in recovering from visibility-map corruption.

- Avoid useless heap-truncation attempts during **VACUUM** (Jeff Janes, Tom Lane)

This change avoids taking an exclusive table lock in some cases where no truncation is possible. The main benefit comes from avoiding unnecessary query cancellations on standby servers.

E.6.3.1.7. General Performance

- Allow old MVCC snapshots to be invalidated after a configurable timeout (Kevin Grittner)

Normally, deleted tuples cannot be physically removed by vacuuming until the last transaction that could « see » them is gone. A transaction that stays open for a long time can thus cause considerable table bloat because space cannot be recycled. This feature allows setting a time-based limit, via the new configuration parameter `old_snapshot_threshold`, on how long an MVCC snapshot is guaranteed to be valid. After that, dead tuples are candidates for removal. A transaction using an outdated snapshot will get an error if it attempts to read a page that potentially could have contained such data.

- Ignore GROUP BY columns that are functionally dependent on other columns (David Rowley)

If a GROUP BY clause includes all columns of a non-deferred primary key, as well as other columns of the same table, those other columns are redundant and can be dropped from the grouping. This saves computation in many common cases.

- Allow use of an index-only scan on a partial index when the index's WHERE clause references columns that are not indexed (Tomas Vondra, Kyotaro Horiguchi)

For example, an index defined by `CREATE INDEX tidx_partial ON t(b) WHERE a > 0` can now be used for an index-only scan by a query that specifies `WHERE a > 0` and does not otherwise use `a`. Previously this was disallowed because `a` is not listed as an index column.

- Perform checkpoint writes in sorted order (Fabien Coelho, Andres Freund)

Previously, checkpoints wrote out dirty pages in whatever order they happen to appear in shared buffers, which usually is nearly random. That performs poorly, especially on rotating media. This change causes checkpoint-driven writes to be done in order by file and block number, and to be balanced across tablespaces.

- Where feasible, trigger kernel writeback after a configurable number of writes, to prevent accumulation of dirty data in kernel disk buffers (Fabien Coelho, Andres Freund)

PostgreSQL™ writes data to the kernel's disk cache, from where it will be flushed to physical storage in due time. Many operating systems are not smart about managing this and allow large amounts of dirty data to accumulate before deciding to flush it all at once, causing long delays for new I/O requests until the flushing finishes. This change attempts to alleviate this problem by explicitly requesting data flushes after a configurable interval.

On Linux, `sync_file_range()` is used for this purpose, and the feature is on by default on Linux because that function has few downsides. This flushing capability is also available on other platforms if they have `msync()` or `posix_fadvise()`, but those interfaces have some undesirable side-effects so the feature is disabled by default on non-Linux platforms.

The new configuration parameters `backend_flush_after`, `bgwriter_flush_after`, `checkpoint_flush_after`, and `wal_writer_flush_after` control this behavior.

- Improve aggregate-function performance by sharing calculations across multiple aggregates if they have the same arguments and transition functions (David Rowley)

For example, **SELECT AVG(x), VARIANCE(x) FROM tab** can use a single per-row computation for both aggregates.

- Speed up visibility tests for recently-created tuples by checking the current transaction's snapshot, not `pg_clog`, to decide if the source transaction should be considered committed (Jeff Janes, Tom Lane)
- Allow tuple hint bits to be set sooner than before (Andres Freund)
- Improve performance of short-lived prepared transactions (Stas Kelvich, Simon Riggs, Pavan Deolasee)

Two-phase commit information is now written only to WAL during **PREPARE TRANSACTION**, and will be read back from WAL during **COMMIT PREPARED** if that happens soon thereafter. A separate state file is created only if the pending transaction does not get committed or aborted by the time of the next checkpoint.

- Improve performance of memory context destruction (Jan Wieck)
- Improve performance of resource owners with many tracked objects (Aleksander Alekseev)
- Improve speed of the output functions for timestamp, time, and date data types (David Rowley, Andres Freund)
- Avoid some unnecessary cancellations of hot-standby queries during replay of actions that take `AccessExclusive` locks (Jeff Janes)
- Extend relations multiple blocks at a time when there is contention for the relation's extension lock (Dilip Kumar)
This improves scalability by decreasing contention.
- Increase the number of clog buffers for better scalability (Amit Kapila, Andres Freund)
- Speed up expression evaluation in PL/pgSQL by keeping `ParamListInfo` entries for simple variables valid at all times (Tom Lane)
- Avoid reducing the `SO_SNDBUF` setting below its default on recent Windows versions (Chen Huajun)
- Disable `update_process_title` by default on Windows (Takayuki Tsunakawa)

The overhead of updating the process title is much larger on Windows than most other platforms, and it is also less useful to do it since most Windows users do not have tools that can display process titles.

E.6.3.1.8. Monitoring

- Add `pg_stat_progress_vacuum` system view to provide progress reporting for **VACUUM** operations (Amit Langote, Robert Haas, Vinayak Pokale, Rahila Syed)
- Add `pg_control_system()`, `pg_control_checkpoint()`, `pg_control_recovery()`, and `pg_control_init()` functions to expose fields of `pg_control` to SQL (Joe Conway, Michael Paquier)
- Add `pg_config` system view (Joe Conway)

This view exposes the same information available from the `pg_config` command-line utility, namely assorted compile-time configuration information for PostgreSQL™.

- Add a `confirmed_flush_lsn` column to the `pg_replication_slots` system view (Marko Tiikkaja)
- Add `pg_stat_wal_receiver` system view to provide information about the state of a hot-standby server's WAL receiver process (Michael Paquier)
- Add `pg_blocking_pids()` function to reliably identify which sessions block which others (Tom Lane)

This function returns an array of the process IDs of any sessions that are blocking the session with the given process ID. Historically users have obtained such information using a self-join on the `pg_locks` view. However, it is unreasonably tedious to do it that way with any modicum of correctness, and the addition of parallel queries has made the old approach entirely impractical, since locks might be held or awaited by child worker processes rather than the session's main process.

- Add function `pg_current_xlog_flush_location()` to expose the current transaction log flush location (Tomas Vondra)
- Add function `pg_notification_queue_usage()` to report how full the **NOTIFY** queue is (Brendan Jurd)
- Limit the verbosity of memory context statistics dumps (Tom Lane)

The memory usage dump that is output to the postmaster log during an out-of-memory failure now summarizes statistics when there are a large number of memory contexts, rather than possibly generating a very large report. There is also a « grand total » summary line now.

E.6.3.1.9. Authentication

- Add a BSD authentication method to allow use of the BSD Authentication service for PostgreSQL™ client authentication (Marisa Emerson)

BSD Authentication is currently only available on OpenBSD.

- When using PAM authentication, provide the client IP address or host name to PAM modules via the `PAM_RHOST` item (Grzegorz Sampolski)
- Provide detail in the postmaster log for more types of password authentication failure (Tom Lane)
All ordinarily-reachable password authentication failure cases should now provide specific `DETAIL` fields in the log.
- Support RADIUS passwords up to 128 characters long (Marko Tiikkaja)
- Add new SSPI authentication parameters `compat_realm` and `upn_username` to control whether NetBIOS™ or Kerberos™ realm names and user names are used during SSPI authentication (Christian Ullrich)

E.6.3.1.10. Server Configuration

- Allow sessions to be terminated automatically if they are in idle-in-transaction state for too long (Vik Fearing)
This behavior is controlled by the new configuration parameter `idle_in_transaction_session_timeout`. It can be useful to prevent forgotten transactions from holding locks or preventing vacuum cleanup for too long.
- Raise the maximum allowed value of `checkpoint_timeout` to 24 hours (Simon Riggs)
- Allow `effective_io_concurrency` to be set per-tablespace to support cases where different tablespaces have different I/O characteristics (Julien Rouhaud)
- Add `log_line_prefix` option `%n` to print the current time in Unix epoch form, with milliseconds (Tomas Vondra, Jeff Davis)
- Add `syslog_sequence_numbers` and `syslog_split_messages` configuration parameters to provide more control over the message format when logging to `syslog` (Peter Eisentraut)
- Merge the `archive` and `hot_standby` values of the `wal_level` configuration parameter into a single new value `replica` (Peter Eisentraut)
Making a distinction between these settings is no longer useful, and merging them is a step towards a planned future simplification of replication setup. The old names are still accepted but are converted to `replica` internally.

- Add configure option `--with-systemd` to enable calling `sd_notify()` at server start and stop (Peter Eisentraut)

This allows the use of systemd service units of type `notify`, which greatly simplifies the management of PostgreSQL™ under systemd.

- Allow the server's SSL key file to have group read access if it is owned by `root` (Christoph Berg)

Formerly, we insisted the key file be owned by the user running the PostgreSQL™ server, but that is inconvenient on some systems (such as Debian) that are configured to manage certificates centrally. Therefore, allow the case where the key file is owned by `root` and has group read access. It is up to the operating system administrator to ensure that the group does not include any untrusted users.

E.6.3.1.11. Reliability

- Force backends to exit if the postmaster dies (Rajeev Rastogi, Robert Haas)

Under normal circumstances the postmaster should always outlive its child processes. If for some reason the postmaster dies, force backend sessions to exit with an error. Formerly, existing backends would continue to run until their clients disconnect, but that is unsafe and inefficient. It also prevents a new postmaster from being started until the last old backend has exited. Backends will detect postmaster death when waiting for client I/O, so the exit will not be instantaneous, but it should happen no later than the end of the current query.

- Check for serializability conflicts before reporting constraint-violation failures (Thomas Munro)

When using serializable transaction isolation, it is desirable that any error due to concurrent transactions should manifest as a serialization failure, thereby cueing the application that a retry might succeed. Unfortunately, this does not reliably happen for duplicate-key failures caused by concurrent insertions. This change ensures that such an error will be reported as a serialization error if the application explicitly checked for the presence of a conflicting key (and did not find it) earlier in the transaction.

- Ensure that invalidation messages are recorded in WAL even when issued by a transaction that has no XID assigned (Andres Freund)

This fixes some corner cases in which transactions on standby servers failed to notice changes, such as new indexes.

- Prevent multiple processes from trying to clean a GIN index's pending list concurrently (Teodor Sigaev, Jeff Janes)

This had been intentionally allowed, but it causes race conditions that can result in vacuum missing index entries it needs to delete.

E.6.3.2. Replication and Recovery

- Allow synchronous replication to support multiple simultaneous synchronous standby servers, not just one (Masahiko Sawada, Beena Emerson, Michael Paquier, Fujii Masao, Kyotaro Horiguchi)

The number of standby servers that must acknowledge a commit before it is considered complete is now configurable as part of the `synchronous_standby_names` parameter.

- Add new setting `remote_apply` for configuration parameter `synchronous_commit` (Thomas Munro)

In this mode, the master waits for the transaction to be *applied* on the standby server, not just written to disk. That means that you can count on a transaction started on the standby to see all commits previously acknowledged by the master.

- Add a feature to the replication protocol, and a corresponding option to `pg_create_physical_replication_slot()`, to allow reserving WAL immediately when creating a replication slot (Gurjeet Singh, Michael Paquier)

This allows the creation of a replication slot to guarantee that all the WAL needed for a base backup will be available.

- Add a `--slot` option to `pg_basebackup` (Peter Eisentraut)

This lets `pg_basebackup` use a replication slot defined for WAL streaming. After the base backup completes, selecting the same slot for regular streaming replication allows seamless startup of the new standby server.

- Extend `pg_start_backup()` and `pg_stop_backup()` to support non-exclusive backups (Magnus Hagander)

E.6.3.3. Queries

- Allow functions that return sets of tuples to return simple NULLs (Andrew Gierth, Tom Lane)

In the context of `SELECT FROM function(...)`, a function that returned a set of composite values was previously not allowed to return a plain NULL value as part of the set. Now that is allowed and interpreted as a row of NULLs. This avoids corner-case errors with, for example, unnesting an array of composite values.

- Fully support array subscripts and field selections in the target column list of an `INSERT` with multiple `VALUES` rows (Tom Lane)

Previously, such cases failed if the same target column was mentioned more than once, e.g., `INSERT INTO tab (x[1], x[2]) VALUES (...)`.

- When appropriate, postpone evaluation of `SELECT` output expressions until after an `ORDER BY` sort (Konstantin Knizhnik)

This change ensures that volatile or expensive functions in the output list are executed in the order suggested by `ORDER BY`, and that they are not evaluated more times than required when there is a `LIMIT` clause. Previously, these properties held if the ordering was performed by an index scan or pre-merge-join sort, but not if it was performed by a top-level sort.

- Widen counters recording the number of tuples processed to 64 bits (Andreas Scherbaum)

This change allows command tags, e.g. `SELECT`, to correctly report tuple counts larger than 4 billion. This also applies to PL/pgSQL's `GET DIAGNOSTICS ... ROW_COUNT` command.

- Avoid doing encoding conversions by converting through the `MULE_INTERNAL` encoding (Tom Lane)

Previously, many conversions for Cyrillic and Central European single-byte encodings were done by converting to a related `MULE_INTERNAL` coding scheme and then to the destination encoding. Aside from being inefficient, this meant that when the conversion encountered an untranslatable character, the error message would confusingly complain about failure to convert to or from `MULE_INTERNAL`, rather than the user-visible encoding.

- Consider performing joins of foreign tables remotely only when the tables will be accessed under the same role ID (Shigeru Hanada, Ashutosh Bapat, Etsuro Fujita)

Previously, the foreign join pushdown infrastructure left the question of security entirely up to individual foreign data wrappers, but that made it too easy for an FDW to inadvertently create subtle security holes. So, make it the core code's job to determine which role ID will access each table, and do not attempt join pushdown unless the role is the same for all relevant relations.

E.6.3.4. Utility Commands

- Allow **COPY** to copy the output of an **INSERT/UPDATE/DELETE ... RETURNING** query (Marko Tiikkaja)
Previously, an intermediate CTE had to be written to get this result.
- Introduce **ALTER object DEPENDS ON EXTENSION** (Abhijit Menon-Sen)
This command allows a database object to be marked as depending on an extension, so that it will be dropped automatically if the extension is dropped (without needing **CASCADE**). However, the object is not part of the extension, and thus will be dumped separately by `pg_dump`.
- Make **ALTER object SET SCHEMA** do nothing when the object is already in the requested schema, rather than throwing an error as it historically has for most object types (Marti Raudsepp)
- Add options to **ALTER OPERATOR** to allow changing the selectivity functions associated with an existing operator (Yury Zhuravlev)
- Add an **IF NOT EXISTS** option to **ALTER TABLE ADD COLUMN** (Fabrício de Royes Mello)
- Reduce the lock strength needed by **ALTER TABLE** when setting fillfactor and autovacuum-related relation options (Fabrício de Royes Mello, Simon Riggs)
- Introduce **CREATE ACCESS METHOD** to allow extensions to create index access methods (Alexander Korotkov, Petr Jelínek)
- Add a **CASCADE** option to **CREATE EXTENSION** to automatically create any extensions the requested one depends on (Petr Jelínek)
- Make **CREATE TABLE ... LIKE** include an OID column if any source table has one (Bruce Momjian)
- If a **CHECK** constraint is declared **NOT VALID** in a table creation command, automatically mark it as valid (Amit Langote, Amul Sul)

This is safe because the table has no existing rows. This matches the longstanding behavior of **FOREIGN KEY** constraints.

- Fix **DROP OPERATOR** to clear `pg_operator.oprcom` and `pg_operator.oprnegate` links to the dropped operator (Roma Sokolov)

Formerly such links were left as-is, which could pose a problem in the somewhat unlikely event that the dropped operator's OID was reused for another operator.

- Do not show the same subplan twice in **EXPLAIN** output (Tom Lane)

In certain cases, typically involving SubPlan nodes in index conditions, **EXPLAIN** would print data for the same subplan twice.

- Disallow creation of indexes on system columns, except for OID columns (David Rowley)

Such indexes were never considered supported, and would very possibly misbehave since the system might change the system-column fields of a tuple without updating indexes. However, previously there were no error checks to prevent them from being created.

E.6.3.5. Permissions Management

- Use the privilege system to manage access to sensitive functions (Stephen Frost)

Formerly, many security-sensitive functions contained hard-wired checks that would throw an error if they were called by a non-superuser. This forced the use of superuser roles for some relatively pedestrian tasks. The hard-wired error checks are now gone in favor of making `initdb` revoke the default public **EXECUTE** privilege on these functions. This allows installations to choose to grant usage of such functions to trusted roles that do not need all superuser privileges.

- Create some built-in roles that can be used to grant access to what were previously superuser-only functions (Stephen Frost)

Currently the only such role is `pg_signal_backend`, but more are expected to be added in future.

E.6.3.6. Data Types

- Improve full-text search to support searching for phrases, that is, lexemes appearing adjacent to each other in a specific order, or with a specified distance between them (Teodor Sigaev, Oleg Bartunov, Dmitry Ivanov)

A phrase-search query can be specified in tsquery input using the new operators `<->` and `<N>`. The former means that the lexemes before and after it must appear adjacent to each other in that order. The latter means they must be exactly N lexemes apart.

- Allow omitting one or both boundaries in an array slice specifier, e.g. `array_col[3:]` (Yury Zhuravlev)

Omitted boundaries are taken as the upper or lower limit of the corresponding array subscript. This allows simpler specification for many common use-cases.

- Be more careful about out-of-range dates and timestamps (Vitaly Burovoy)

This change prevents unexpected out-of-range errors for timestamp with time zone values very close to the implementation limits. Previously, the « same » value might be accepted or not depending on the `timezone` setting, meaning that a dump and reload could fail on a value that had been accepted when presented. Now the limits are enforced according to the equivalent UTC time, not local time, so as to be independent of `timezone`.

Also, PostgreSQL™ is now more careful to detect overflow in operations that compute new date or timestamp values, such as `date + integer`.

- For geometric data types, make sure `infinity` and `NaN` component values are treated consistently during input and output (Tom Lane)

Such values will now always print the same as they would in a simple `float8` column, and be accepted the same way on input. Previously the behavior was platform-dependent.

- Upgrade the `ispell` dictionary type to handle modern Hunspell™ files and support more languages (Artur Zakirov)
- Implement look-behind constraints in regular expressions (Tom Lane)

A look-behind constraint is like a lookahead constraint in that it consumes no text; but it checks for existence (or nonexistence) of a match ending at the current point in the string, rather than one starting at the current point. Similar features exist in many other regular-expression engines.

- In regular expressions, if an apparent three-digit octal escape `\nnn` would exceed 377 (255 decimal), assume it is a two-digit octal escape instead (Tom Lane)

This makes the behavior match current Tcl releases.

- Add transaction ID operators `xid <> xid` and `xid <> int4`, for consistency with the corresponding equality operators (Michael Paquier)

E.6.3.7. Functions

- Add `jsonb_insert()` function to insert a new element into a `jsonb` array, or a not-previously-existing key into a `jsonb` object (Dmitry Dolgov)
- Improve the accuracy of the `ln()`, `log()`, `exp()`, and `pow()` functions for type `numeric` (Dean Rasheed)
- Add a `scale(numeric)` function to extract the display scale of a numeric value (Marko Tiikkaja)
- Add trigonometric functions that work in degrees (Dean Rasheed)

For example, `sind()` measures its argument in degrees, whereas `sin()` measures in radians. These functions go to some lengths to deliver exact results for values where an exact result can be expected, for instance `sind(30) = 0.5`.

- Ensure that trigonometric functions handle `infinity` and `NaN` inputs per the POSIX standard (Dean Rasheed)

The POSIX standard says that these functions should return `NaN` for `NaN` input, and should throw an error for out-of-range inputs including `infinity`. Previously our behavior varied across platforms.

- Make `to_timestamp(float8)` convert float `infinity` to timestamp `infinity` (Vitaly Burovoy)

Formerly it just failed on an infinite input.

- Add new functions for `tsvector` data (Stas Kelvich)

The new functions are `ts_delete()`, `ts_filter()`, `unnest()`, `tsvector_to_array()`, `array_to_tsvector()`, and a variant of `setweight()` that sets the weight only for specified lexeme(s).

- Allow `ts_stat()` and `tsvector_update_trigger()` to operate on values that are of types binary-compatible with the expected argument type, not just exactly that type; for example allow `citext` where text is expected (Teodor Sigaev)

- Add variadic functions `num_nulls()` and `num_nnonnulls()` that count the number of their arguments that are null or non-null (Marko Tiikkaja)

An example usage is `CHECK(num_nnonnulls(a,b,c) = 1)` which asserts that exactly one of a,b,c is not NULL. These functions can also be used to count the number of null or nonnull elements in an array.

- Add function `parse_ident()` to split a qualified, possibly quoted SQL identifier into its parts (Pavel Stehule)
- In `to_number()`, interpret a V format code as dividing by 10 to the power of the number of digits following V (Bruce Momjian)

This makes it operate in an inverse fashion to `to_char()`.

- Make the `to_reg*`() functions accept type `text` not `cstring` (Petr Korobeinikov)

This avoids the need to write an explicit cast in most cases where the argument is not a simple literal constant.

- Add `pg_size_bytes()` function to convert human-readable size strings to numbers (Pavel Stehule, Vitaly Burovoy, Dean Rasheed)

This function converts strings like those produced by `pg_size.pretty()` into bytes. An example usage is `SELECT oid::regclass FROM pg_class WHERE pg_total_relation_size(oid) > pg_size_bytes('10 GB')`.

- In `pg_size.pretty()`, format negative numbers similarly to positive ones (Adrian Vondendriesch)

Previously, negative numbers were never abbreviated, just printed in bytes.

- Add an optional `missing_ok` argument to the `current_setting()` function (David Christensen)

This allows avoiding an error for an unrecognized parameter name, instead returning a NULL.

- Change various catalog-inspection functions to return NULL for invalid input (Michael Paquier)

`pg_get_viewdef()` now returns NULL if given an invalid view OID, and several similar functions likewise return NULL for bad input. Previously, such cases usually led to « cache lookup failed » errors, which are not meant to occur in user-facing cases.

- Fix `pg_replication_origin_xact_reset()` to not have any arguments (Fujii Masao)

The documentation said that it has no arguments, and the C code did not expect any arguments, but the entry in `pg_proc` mistakenly specified two arguments.

E.6.3.8. Server-Side Languages

- In PL/pgSQL, detect mismatched **CONTINUE** and **EXIT** statements while compiling a function, rather than at execution time (Jim Nasby)

- Extend PL/Python's error-reporting and message-reporting functions to allow specifying additional message fields besides the primary error message (Pavel Stehule)

- Allow PL/Python functions to call themselves recursively via SPI, and fix the behavior when multiple set-returning PL/Python functions are called within one query (Alexey Grishchenko, Tom Lane)

- Fix session-lifespan memory leaks in PL/Python (Heikki Linnakangas, Haribabu Kommi, Tom Lane)

- Modernize PL/Tcl to use Tcl's « object » APIs instead of simple strings (Jim Nasby, Karl Lehenbauer)

This can improve performance substantially in some cases. Note that PL/Tcl now requires Tcl 8.4 or later.

- In PL/Tcl, make database-reported errors return additional information in Tcl's `errorCode` global variable (Jim Nasby, Tom Lane)

This feature follows the Tcl convention for returning auxiliary data about an error.

- Fix PL/Tcl to perform encoding conversion between the database encoding and UTF-8, which is what Tcl expects (Tom Lane)

Previously, strings were passed through without conversion, leading to misbehavior with non-ASCII characters when the database encoding was not UTF-8.

E.6.3.9. Client Interfaces

- Add a nonlocalized version of the severity field in error and notice messages (Tom Lane)

This change allows client code to determine severity of an error or notice without having to worry about localized variants of the severity strings.

- Introduce a feature in libpq whereby the CONTEXT field of messages can be suppressed, either always or only for non-error messages (Pavel Stehule)

The default behavior of `PQerrorMessage()` is now to print CONTEXT only for errors. The new function `PQsetErrorContextVisibility()` can be used to adjust this.

- Add support in libpq for regenerating an error message with a different verbosity level (Alex Shulgin)

This is done with the new function `PQresultVerboseErrorMessage()`. This supports psql's new `\errverbose` feature, and may be useful for other clients as well.

- Improve libpq's `PQhost()` function to return useful data for default Unix-socket connections (Tom Lane)

Previously it would return `NULL` if no explicit host specification had been given; now it returns the default socket directory path.

- Fix ecpg's lexer to handle line breaks within comments starting on preprocessor directive lines (Michael Meskes)

E.6.3.10. Client Applications

- Add a `--strict-names` option to `pg_dump` and `pg_restore` (Pavel Stehule)

This option causes the program to complain if there is no match for a `-t` or `-n` option, rather than silently doing nothing.

- In `pg_dump`, dump locally-made changes of privilege assignments for system objects (Stephen Frost)

While it has always been possible for a superuser to change the privilege assignments for built-in or extension-created objects, such changes were formerly lost in a dump and reload. Now, `pg_dump` recognizes and dumps such changes. (This works only when dumping from a 9.6 or later server, however.)

- Allow `pg_dump` to dump non-extension-owned objects that are within an extension-owned schema (Martín Marqués)

Previously such objects were ignored because they were mistakenly assumed to belong to the extension owning their schema.

- In `pg_dump` output, include the table name in object tags for object types that are only uniquely named per-table (for example, triggers) (Peter Eisentraut)

- Support multiple `-c` and `-f` command-line options (Pavel Stehule, Catalin Iacob)

The specified operations are carried out in the order in which the options are given, and then psql terminates.

- Add a `\crosstabview` command that prints the results of a query in a cross-tabulated display (Daniel Vérité)

In the crosstab display, data values from one query result column are placed in a grid whose column and row headers come from other query result columns.

- Add an `\errverbose` command that shows the last server error at full verbosity (Alex Shulgin)

This is useful after getting an unexpected error -- you no longer need to adjust the `VERBOSITY` variable and recreate the failure in order to see error fields that are not shown by default.

- Add `\ev` and `\sv` commands for editing and showing view definitions (Petr Korobeinikov)

These are parallel to the existing `\ef` and `\sf` commands for functions.

- Add a `\gexec` command that executes a query and re-submits the result(s) as new queries (Corey Huinker)

- Allow `\pset C string` to set the table title, for consistency with `\C string` (Bruce Momjian)

- In `\pset expanded auto` mode, do not use expanded format for query results with only one column (Andreas Karlsson, Robert Haas)

- Improve the headers output by the `\watch` command (Michael Paquier, Tom Lane)

Include the `\pset title` string if one has been set, and shorten the prefabricated part of the header to be `timestamp (every Ns)`. Also, the timestamp format now obeys psql's locale environment.

- Improve tab-completion logic to consider the entire input query, not only the current line (Tom Lane)
Previously, breaking a command into multiple lines defeated any tab completion rules that needed to see words on earlier lines.
- Numerous minor improvements in tab-completion behavior (Peter Eisentraut, Vik Fearing, Kevin Grittner, Kyotaro Horiguchi, Jeff Janes, Andreas Karlsson, Fujii Masao, Thomas Munro, Masahiko Sawada, Pavel Stehule)
- Add a PROMPT option %p to insert the process ID of the connected backend (Julien Rouhaud)
- Introduce a feature whereby the CONTEXT field of messages can be suppressed, either always or only for non-error messages (Pavel Stehule)
Printing CONTEXT only for errors is now the default behavior. This can be changed by setting the special variable SHOW_CONTEXT.
- Make \df+ show function access privileges and parallel-safety attributes (Michael Paquier)

- SQL commands in pgbench scripts are now ended by semicolons, not newlines (Kyotaro Horiguchi, Tom Lane)
This change allows SQL commands in scripts to span multiple lines. Existing custom scripts will need to be modified to add a semicolon at the end of each line that does not have one already. (Doing so does not break the script for use with older versions of pgbench.)
- Support floating-point arithmetic, as well as some built-in functions, in expressions in backslash commands (Fabien Coelho)
- Replace \setrandom with built-in functions (Fabien Coelho)
The new built-in functions include random(), random_exponential(), and random_gaussian(), which perform the same work as \setrandom, but are easier to use since they can be embedded in larger expressions. Since these additions have made \setrandom obsolete, remove it.
- Allow invocation of multiple copies of the built-in scripts, not only custom scripts (Fabien Coelho)
This is done with the new -b switch, which works similarly to -f for custom scripts.
- Allow changing the selection probabilities (weights) for scripts (Fabien Coelho)
When multiple scripts are specified, each pgbench transaction randomly chooses one to execute. Formerly this was always done with uniform probability, but now different selection probabilities can be specified for different scripts.
- Collect statistics for each script in a multi-script run (Fabien Coelho)
This feature adds an intermediate level of detail to existing global and per-command statistics printouts.
- Add a --progress-timestamp option to report progress with Unix epoch timestamps, instead of time since the run started (Fabien Coelho)
- Allow the number of client connections (-c) to not be an exact multiple of the number of threads (-j) (Fabien Coelho)
- When the -T option is used, stop promptly at the end of the specified time (Fabien Coelho)
Previously, specifying a low transaction rate could cause pgbench to wait significantly longer than specified.

E.6.3.11. Server Applications

- Improve error reporting during initdb's post-bootstrap phase (Tom Lane)
Previously, an error here led to reporting the entire input file as the « failing query »; now just the current query is reported. To get the desired behavior, queries in initdb's input files must be separated by blank lines.
- Speed up initdb by using just one standalone-backend session for all the post-bootstrap steps (Tom Lane)
- Improve pg_rewind so that it can work when the target timeline changes (Alexander Korotkov)
This allows, for example, rewinding a promoted standby back to some state of the old master's timeline.

E.6.3.12. Source Code

- Remove obsolete heap_formtuple/heap_modifytuple/heap_deformtuple functions (Peter Geoghegan)

- Add macros to make `AllocSetContextCreate()` calls simpler and safer (Tom Lane)

Writing out the individual sizing parameters for a memory context is now deprecated in favor of using one of the new macros `ALLOCSET_DEFAULT_SIZES`, `ALLOCSET_SMALL_SIZES`, or `ALLOCSET_START_SMALL_SIZES`. Existing code continues to work, however.

- Unconditionally use `static inline` functions in header files (Andres Freund)

This may result in warnings and/or wasted code space with very old compilers, but the notational improvement seems worth it.

- Improve TAP testing infrastructure (Michael Paquier, Craig Ringer, Álvaro Herrera, Stephen Frost)

Notably, it is now possible to test recovery scenarios using this infrastructure.

- Make `trace_lwlocks` identify individual locks by name (Robert Haas)

- Improve psql's tab-completion code infrastructure (Thomas Munro, Michael Paquier)

Tab-completion rules are now considerably easier to write, and more compact.

- Nail the `pg_shseclabel` system catalog into cache, so that it is available for access during connection authentication (Adam Brightwell)

The core code does not use this catalog for authentication, but extensions might wish to consult it.

- Restructure index access method API to hide most of it at the C level (Alexander Korotkov, Andrew Gierth)

This change modernizes the index AM API to look more like the designs we have adopted for foreign data wrappers and table-sample handlers. This simplifies the C code and makes it much more practical to define index access methods in installable extensions. A consequence is that most of the columns of the `pg_am` system catalog have disappeared. New inspection functions have been added to allow SQL queries to determine index AM properties that used to be discoverable from `pg_am`.

- Add `pg_init_privs` system catalog to hold original privileges of initdb-created and extension-created objects (Stephen Frost)

This infrastructure allows `pg_dump` to dump changes that an installation may have made in privileges attached to system objects. Formerly, such changes would be lost in a dump and reload, but now they are preserved.

- Change the way that extensions allocate custom LWLocks (Amit Kapila, Robert Haas)

The `RequestAddInLWLocks()` function is removed, and replaced by `RequestNamedLWLockTranche()`. This allows better identification of custom LWLocks, and is less error-prone.

- Improve the isolation tester to allow multiple sessions to wait concurrently, allowing testing of deadlock scenarios (Robert Haas)

- Introduce extensible node types (KaiGai Kohei)

This change allows FDWs or custom scan providers to store data in a plan tree in a more convenient format than was previously possible.

- Make the planner deal with post-scan/join query steps by generating and comparing Paths, replacing a lot of ad-hoc logic (Tom Lane)

This change provides only marginal user-visible improvements today, but it enables future work on a lot of upper-planner improvements that were impractical to tackle using the old code structure.

- Support partial aggregation (David Rowley, Simon Riggs)

This change allows the computation of an aggregate function to be split into separate parts, for example so that parallel worker processes can cooperate on computing an aggregate. In future it might allow aggregation across local and remote data to occur partially on the remote end.

- Add a generic command progress reporting facility (Vinayak Pokale, Rahila Syed, Amit Langote, Robert Haas)

- Separate out psql's flex lexer to make it usable by other client programs (Tom Lane, Kyotaro Horiguchi)

This eliminates code duplication for programs that need to be able to parse SQL commands well enough to identify command boundaries. Doing that in full generality is more painful than one could wish, and up to now only psql has really gotten it right among our supported client programs.

A new source-code subdirectory `src/fe_utils/` has been created to hold this and other code that is shared across our client programs. Formerly such sharing was accomplished by symbolic linking or copying source files at build time, which was ugly and required duplicate compilation.

- Introduce `WaitEventSet` API to allow efficient waiting for event sets that usually do not change from one wait to the next

(Andres Freund, Amit Kapila)

- Add a generic interface for writing WAL records (Alexander Korotkov, Petr Jelínek, Markus Nullmeier)

This change allows extensions to write WAL records for changes to pages using a standard layout. The problem of needing to replay WAL without access to the extension is solved by having generic replay code. This allows extensions to implement, for example, index access methods and have WAL support for them.

- Support generic WAL messages for logical decoding (Petr Jelínek, Andres Freund)

This feature allows extensions to insert data into the WAL stream that can be read by logical-decoding plugins, but is not connected to physical data restoration.

- Allow SP-GiST operator classes to store an arbitrary « traversal value » while descending the index (Alexander Lebedev, Teodor Sigaev)

This is somewhat like the « reconstructed value », but it could be any arbitrary chunk of data, not necessarily of the same data type as the indexed column.

- Introduce a LOG_SERVER_ONLY message level for ereport() (David Steele)

This level acts like LOG except that the message is never sent to the client. It is meant for use in auditing and similar applications.

- Provide a Makefile target to build all generated headers (Michael Paquier, Tom Lane)

submake-generated-headers can now be invoked to ensure that generated backend header files are up-to-date. This is useful in subdirectories that might be built « standalone ».

- Support OpenSSL 1.1.0 (Andreas Karlsson, Heikki Linnakangas)

E.6.3.13. Additional Modules

- Add configuration parameter auto_explain.sample_rate to allow contrib/auto_explain to capture just a configurable fraction of all queries (Craig Ringer, Julien Rouhaud)

This allows reduction of overhead for heavy query traffic, while still getting useful information on average.

- Add contrib/bloom module that implements an index access method based on Bloom filtering (Teodor Sigaev, Alexander Korotkov)

This is primarily a proof-of-concept for non-core index access methods, but it could be useful in its own right for queries that search many columns.

- In contrib/cube, introduce distance operators for cubes, and support kNN-style searches in GiST indexes on cube columns (Stas Kelvich)

- Make contrib/hstore's hstore_to_jsonb_loose() and hstore_to_json_loose() functions agree on what is a number (Tom Lane)

Previously, hstore_to_jsonb_loose() would convert numeric-looking strings to JSON numbers, rather than strings, even if they did not exactly match the JSON syntax specification for numbers. This was inconsistent with hstore_to_json_loose(), so tighten the test to match the JSON syntax.

- Add selectivity estimation functions for contrib/intarray operators to improve plans for queries using those operators (Yury Zhuravlev, Alexander Korotkov)

- Make contrib/pageinspect's heap_page_items() function show the raw data in each tuple, and add new functions tuple_data_split() and heap_page_item_attrs() for inspection of individual tuple fields (Nikolay Shaplov)

- Add an optional S2K iteration count parameter to contrib/pgcrypto's pgp_sym_encrypt() function (Jeff Janes)

- Add support for « word similarity » to contrib/pg_trgm (Alexander Korotkov, Artur Zakirov)

These functions and operators measure the similarity between one string and the most similar single word of another string.

- Add configuration parameter pg_trgm.similarity_threshold for contrib/pg_trgm's similarity threshold (Artur Zakirov)

This threshold has always been configurable, but formerly it was controlled by special-purpose functions set_limit() and show_limit(). Those are now deprecated.

- Improve contrib/pg_trgm's GIN operator class to speed up index searches in which both common and rare keys appear (Jeff Janes)
- Improve performance of similarity searches in contrib/pg_trgm GIN indexes (Christophe Fornaroli)
- Add contrib/pg_visibility module to allow examining table visibility maps (Robert Haas)
- Add ssl_extension_info() function to contrib/sslinfo, to print information about SSL extensions present in the X509 certificate used for the current connection (Dmitry Voronin)

E.6.3.13.1. postgres_fdw

- Allow extension-provided operators and functions to be sent for remote execution, if the extension is whitelisted in the foreign server's options (Paul Ramsey)

Users can enable this feature when the extension is known to exist in a compatible version in the remote database. It allows more efficient execution of queries involving extension operators.

- Consider performing sorts on the remote server (Ashutosh Bapat)
- Consider performing joins on the remote server (Shigeru Hanada, Ashutosh Bapat)
- When feasible, perform **UPDATE** or **DELETE** entirely on the remote server (Etsuro Fujita)

Formerly, remote updates involved sending a **SELECT FOR UPDATE** command and then updating or deleting the selected rows one-by-one. While that is still necessary if the operation requires any local processing, it can now be done remotely if all elements of the query are safe to send to the remote server.

- Allow the fetch size to be set as a server or table option (Corey Huinker)

Formerly, `postgres_fdw` always fetched 100 rows at a time from remote queries; now that behavior is configurable.

- Use a single foreign-server connection for local user IDs that all map to the same remote user (Ashutosh Bapat)
- Transmit query cancellation requests to the remote server (Michael Paquier, Etsuro Fujita)

Previously, a local query cancellation request did not cause an already-sent remote query to terminate early.

E.7. Release 9.5.9

Release date: 2017-08-31

This release contains a small number of fixes from 9.5.8. For information about new features in the 9.5 major release, see Section E.16, « Release 9.5 ».

E.7.1. Migration to Version 9.5.9

A dump/restore is not required for those running 9.5.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.5.8, see Section E.8, « Release 9.5.8 ».

E.7.2. Changes

- Show foreign tables in information_schema.table_privileges view (Peter Eisentraut)

All other relevant information_schema views include foreign tables, but this one ignored them.

Since this view definition is installed by initdb, merely upgrading will not fix the problem. If you need to fix this in an existing installation, you can, as a superuser, do this in psql:

```
BEGIN;
DROP SCHEMA information_schema CASCADE;
\i SHAREDIR/information_schema.sql
COMMIT;
```

(Run `pg_config --sharedir` if you're uncertain where `SHAREDIR` is.) This must be repeated in each database to be fixed.

- Clean up handling of a fatal exit (e.g., due to receipt of SIGTERM) that occurs while trying to execute a **ROLLBACK** of a fai-

led transaction (Tom Lane)

This situation could result in an assertion failure. In production builds, the exit would still occur, but it would log an unexpected message about « cannot drop active portal ».

- Remove assertion that could trigger during a fatal exit (Tom Lane)
- Correctly identify columns that are of a range type or domain type over a composite type or domain type being searched for (Tom Lane)

Certain **ALTER** commands that change the definition of a composite type or domain type are supposed to fail if there are any stored values of that type in the database, because they lack the infrastructure needed to update or check such values. Previously, these checks could miss relevant values that are wrapped inside range types or sub-domains, possibly allowing the database to become inconsistent.

- Fix crash in pg_restore when using parallel mode and using a list file to select a subset of items to restore (Fabrício de Royes Mello)
- Change ecpg's parser to allow RETURNING clauses without attached C variables (Michael Meskes)

This allows ecpg programs to contain SQL constructs that use RETURNING internally (for example, inside a CTE) rather than using it to define values to be returned to the client.

- Improve selection of compiler flags for PL/Perl on Windows (Tom Lane)

This fix avoids possible crashes of PL/Perl due to inconsistent assumptions about the width of time_t values. A side-effect that may be visible to extension developers is that __USE_32BIT_TIME_T is no longer defined globally in PostgreSQL™ Windows builds. This is not expected to cause problems, because type time_t is not used in any PostgreSQL™ API definitions.

- Fix make check to behave correctly when invoked via a non-GNU make program (Thomas Munro)

E.8. Release 9.5.8

Release date: 2017-08-10

This release contains a variety of fixes from 9.5.7. For information about new features in the 9.5 major release, see Section E.16, « Release 9.5 ».

E.8.1. Migration to Version 9.5.8

A dump/restore is not required for those running 9.5.X.

However, if you use foreign data servers that make use of user passwords for authentication, see the first changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.5.7, see Section E.9, « Release 9.5.7 ».

E.8.2. Changes

- Further restrict visibility of pg_user_mappings.umoptions, to protect passwords stored as user mapping options (Noah Misch)

The fix for CVE-2017-7486 was incorrect: it allowed a user to see the options in her own user mapping, even if she did not have USAGE permission on the associated foreign server. Such options might include a password that had been provided by the server owner rather than the user herself. Since information_schema.user_mapping_options does not show the options in such cases, pg_user_mappings should not either. (CVE-2017-7547)

By itself, this patch will only fix the behavior in newly initdb'd databases. If you wish to apply this change in an existing database, you will need to do the following:

1. Restart the postmaster after adding allow_system_table_mods = true to postgresql.conf. (In versions supporting **ALTER SYSTEM**, you can use that to make the configuration change, but you'll still need a restart.)
2. In each database of the cluster, run the following commands as superuser:

```
SET search_path = pg_catalog;
CREATE OR REPLACE VIEW pg_user_mappings AS
SELECT
```

```

U.oid      AS umid,
S.oid      AS srvid,
S.srvname  AS srvname,
U.umuser   AS umuser,
CASE WHEN U.umuser = 0 THEN
    'public'
ELSE
    A.rolname
END AS username,
CASE WHEN (U.umuser <> 0 AND A.rolname = current_user
        AND (pg_has_role(S.srvowner, 'USAGE')
              OR has_server_privilege(S.oid, 'USAGE')))
        OR (U.umuser = 0 AND pg_has_role(S.srvowner, 'USAGE'))
        OR (SELECT rolsuper FROM pg_authid WHERE rolname =
current_user)
    THEN U.umoptions
    ELSE NULL END AS umoptions
FROM pg_user_mapping U
    LEFT JOIN pg_authid A ON (A.oid = U.umuser) JOIN
    pg_foreign_server S ON (U.umserver = S.oid);

```

- Do not forget to include the `template0` and `template1` databases, or the vulnerability will still exist in databases you create later. To fix `template0`, you'll need to temporarily make it accept connections. In PostgreSQL™ 9.5 and later, you can use

```
ALTER DATABASE template0 WITH ALLOW_CONNECTIONS true;
```

and then after fixing `template0`, undo that with

```
ALTER DATABASE template0 WITH ALLOW_CONNECTIONS false;
```

In prior versions, instead use

```
UPDATE pg_database SET datallowconn = true WHERE datname = 'template0';
UPDATE pg_database SET datallowconn = false WHERE datname = 'template0';
```

- Finally, remove the `allow_system_table_mods` configuration setting, and again restart the postmaster.

- Disallow empty passwords in all password-based authentication methods (Heikki Linnakangas)

`libpq` ignores empty password specifications, and does not transmit them to the server. So, if a user's password has been set to the empty string, it's impossible to log in with that password via `psql` or other `libpq`-based clients. An administrator might therefore believe that setting the password to empty is equivalent to disabling password login. However, with a modified or non-`libpq`-based client, logging in could be possible, depending on which authentication method is configured. In particular the most common method, `md5`, accepted empty passwords. Change the server to reject empty passwords in all cases. (CVE-2017-7546)

- Make `lo_put()` check for `UPDATE` privilege on the target large object (Tom Lane, Michael Paquier)

`lo_put()` should surely require the same permissions as `lowrite()`, but the check was missing, allowing any user to change the data in a large object. (CVE-2017-7548)

- Correct the documentation about the process for upgrading standby servers with `pg_upgrade` (Bruce Momjian)

The previous documentation instructed users to start/stop the primary server after running `pg_upgrade` but before syncing the standby servers. This sequence is unsafe.

- Fix concurrent locking of tuple update chains (Álvaro Herrera)

If several sessions concurrently lock a tuple update chain with nonconflicting lock modes using an old snapshot, and they all succeed, it was possible for some of them to nonetheless fail (and conclude there is no live tuple version) due to a race condition. This had consequences such as foreign-key checks failing to see a tuple that definitely exists but is being updated concurrently.

- Fix potential data corruption when freezing a tuple whose XMAX is a multixact with exactly one still-interesting member

(Teodor Sigaev)

- Avoid integer overflow and ensuing crash when sorting more than one billion tuples in-memory (Sergey Koposov)
- On Windows, retry process creation if we fail to reserve the address range for our shared memory in the new process (Tom Lane, Amit Kapila)

This is expected to fix infrequent child-process-launch failures that are probably due to interference from antivirus products.

- Fix low-probability corruption of shared predicate-lock hash table in Windows builds (Thomas Munro, Tom Lane)
- Avoid logging clean closure of an SSL connection as though it were a connection reset (Michael Paquier)
- Prevent sending SSL session tickets to clients (Tom Lane)

This fix prevents reconnection failures with ticket-aware client-side SSL code.

- Fix code for setting `tcp_keepalives_idle` on Solaris (Tom Lane)
- Fix statistics collector to honor inquiry messages issued just after a postmaster shutdown and immediate restart (Tom Lane)
Statistics inquiries issued within half a second of the previous postmaster shutdown were effectively ignored.

This reduces the risk of dropped statistics data on older platforms whose default receive buffer size is less than that.

- Fix possible creation of an invalid WAL segment when a standby is promoted just after it processes an `XLOG_SWITCH` WAL record (Andres Freund)
- Fix walsender to exit promptly when client requests shutdown (Tom Lane)
- Fix `SIGHUP` and `SIGUSR1` handling in walsender processes (Petr Jelinek, Andres Freund)
- Prevent walsender-triggered panics during shutdown checkpoints (Andres Freund, Michael Paquier)
- Fix unnecessarily slow restarts of walreceiver processes due to race condition in postmaster (Tom Lane)
- Fix leakage of small subtransactions spilled to disk during logical decoding (Andres Freund)

This resulted in temporary files consuming excessive disk space.

- Reduce the work needed to build snapshots during creation of logical-decoding slots (Andres Freund, Petr Jelinek)
The previous algorithm was infeasibly expensive on a server with a lot of open transactions.
- Fix race condition that could indefinitely delay creation of logical-decoding slots (Andres Freund, Petr Jelinek)
- Reduce overhead in processing syscache invalidation events (Tom Lane)

This is particularly helpful for logical decoding, which triggers frequent cache invalidation.

- Fix cases where an **INSERT** or **UPDATE** assigns to more than one element of a column that is of domain-over-array type (Tom Lane)

- Allow window functions to be used in sub-**SELECT**s that are within the arguments of an aggregate function (Tom Lane)

- Move autogenerated array types out of the way during **ALTER ... RENAME** (Vik Fearing)

Previously, we would rename a conflicting autogenerated array type out of the way during **CREATE**; this fix extends that behavior to renaming operations.

- Fix dangling pointer in **ALTER TABLE** when there is a comment on a constraint belonging to the table (David Rowley)
Re-applying the comment to the reconstructed constraint could fail with a weird error message, or even crash.
- Ensure that **ALTER USER ... SET** accepts all the syntax variants that **ALTER ROLE ... SET** does (Peter Eisentraut)
- Properly update dependency info when changing a datatype I/O function's argument or return type from opaque to the correct type (Heikki Linnakangas)

CREATE TYPE updates I/O functions declared in this long-obsolete style, but it forgot to record a dependency on the type, allowing a subsequent **DROP TYPE** to leave broken function definitions behind.

- Reduce memory usage when **ANALYZE** processes a tsvector column (Heikki Linnakangas)
- Fix unnecessary precision loss and sloppy rounding when multiplying or dividing money values by integers or floats (Tom Lane)

- Tighten checks for whitespace in functions that parse identifiers, such as `regprocedurein()` (Tom Lane)
Depending on the prevailing locale, these functions could misinterpret fragments of multibyte characters as whitespace.
- Use relevant `#define` symbols from Perl while compiling PL/Perl (Ashutosh Sharma, Tom Lane)
This avoids portability problems, typically manifesting as a « handshake » mismatch during library load, when working with recent Perl versions.
- In `libpq`, reset GSS/SASL and SSPI authentication state properly after a failed connection attempt (Michael Paquier)
Failure to do this meant that when falling back from SSL to non-SSL connections, a GSS/SASL failure in the SSL attempt would always cause the non-SSL attempt to fail. SSPI did not fail, but it leaked memory.
- In `psql`, fix failure when **COPY FROM STDIN** is ended with a keyboard EOF signal and then another **COPY FROM STDIN** is attempted (Thomas Munro)
This misbehavior was observed on BSD-derived platforms (including macOS), but not on most others.
- Fix `pg_dump` and `pg_restore` to emit **REFRESH MATERIALIZED VIEW** commands last (Tom Lane)
This prevents errors during dump/restore when a materialized view refers to tables owned by a different user.
- Improve `pg_dump/pg_restore`'s reporting of error conditions originating in `zlib` (Vladimir Kunschikov, Álvaro Herrera)
- Fix `pg_dump` with the `--clean` option to drop event triggers as expected (Tom Lane)
It also now correctly assigns ownership of event triggers; before, they were restored as being owned by the superuser running the restore script.
- Fix `pg_dump` to not emit invalid SQL for an empty operator class (Daniel Gustafsson)
- Fix `pg_dump` output to `stdout` on Windows (Kuntal Ghosh)
A compressed plain-text dump written to `stdout` would contain corrupt data due to failure to put the file descriptor into binary mode.
- Fix `pg_get_ruledef()` to print correct output for the `ON SELECT` rule of a view whose columns have been renamed (Tom Lane)
In some corner cases, `pg_dump` relies on `pg_get_ruledef()` to dump views, so that this error could result in dump/reload failures.
- Fix dumping of outer joins with empty constraints, such as the result of a `NATURAL LEFT JOIN` with no common columns (Tom Lane)
- Fix dumping of function expressions in the `FROM` clause in cases where the expression does not deparse into something that looks like a function call (Tom Lane)
- Fix `pg_basebackup` output to `stdout` on Windows (Haribabu Kommi)
A backup written to `stdout` would contain corrupt data due to failure to put the file descriptor into binary mode.
- Fix `pg_rewind` to correctly handle files exceeding 2GB (Kuntal Ghosh, Michael Paquier)
Ordinarily such files won't appear in PostgreSQL™ data directories, but they could be present in some cases.
- Fix `pg_upgrade` to ensure that the ending WAL record does not have `wal_level = minimum` (Bruce Momjian)
This condition could prevent upgraded standby servers from reconnecting.
- Fix `pg_xlogdump`'s computation of WAL record length (Andres Freund)
- In `postgres_fdw`, re-establish connections to remote servers after **ALTER SERVER** or **ALTER USER MAPPING** commands (Kyotaro Horiguchi)
This ensures that option changes affecting connection parameters will be applied promptly.
- In `postgres_fdw`, allow cancellation of remote transaction control commands (Robert Haas, Rafia Sabih)
This change allows us to quickly escape a wait for an unresponsive remote server in many more cases than previously.
- Increase `MAX_SYSCACHE_CALLBACKS` to provide more room for extensions (Tom Lane)
- Always use `-fPIC`, not `-fpic`, when building shared libraries with `gcc` (Tom Lane)
This supports larger extension libraries on platforms where it makes a difference.

- Fix unescaped-braces issue in our build scripts for Microsoft MSVC, to avoid a warning or error from recent Perl versions (Andrew Dunstan)
- In MSVC builds, handle the case where the openssl library is not within a VC subdirectory (Andrew Dunstan)
- In MSVC builds, add proper include path for libxml2 header files (Andrew Dunstan)

This fixes a former need to move things around in standard Windows installations of libxml2.
- In MSVC builds, recognize a Tcl library that is named `tcl86.lib` (Noah Misch)
- In MSVC builds, honor `PROVE_FLAGS` settings on `vcregress.pl`'s command line (Andrew Dunstan)

E.9. Release 9.5.7

Release date: 2017-05-11

This release contains a variety of fixes from 9.5.6. For information about new features in the 9.5 major release, see Section E.16, « Release 9.5 ».

E.9.1. Migration to Version 9.5.7

A dump/restore is not required for those running 9.5.X.

However, if you use foreign data servers that make use of user passwords for authentication, see the first changelog entry below.

Also, if you are using third-party replication tools that depend on « logical decoding », see the fourth changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.5.6, see Section E.10, « Release 9.5.6 ».

E.9.2. Changes

- Restrict visibility of `pg_user_mappings.umoptions`, to protect passwords stored as user mapping options (Michael Paquier, Feike Steenbergen)

The previous coding allowed the owner of a foreign server object, or anyone he has granted server USAGE permission to, to see the options for all user mappings associated with that server. This might well include passwords for other users. Adjust the view definition to match the behavior of `information_schema.user_mapping_options`, namely that these options are visible to the user being mapped, or if the mapping is for PUBLIC and the current user is the server owner, or if the current user is a superuser. (CVE-2017-7486)

By itself, this patch will only fix the behavior in newly initdb'd databases. If you wish to apply this change in an existing database, follow the corrected procedure shown in the changelog entry for CVE-2017-7547, in Section E.8, « Release 9.5.8 ».

- Prevent exposure of statistical information via leaky operators (Peter Eisentraut)

Some selectivity estimation functions in the planner will apply user-defined operators to values obtained from `pg_statistic`, such as most common values and histogram entries. This occurs before table permissions are checked, so a nefarious user could exploit the behavior to obtain these values for table columns he does not have permission to read. To fix, fall back to a default estimate if the operator's implementation function is not certified leak-proof and the calling user does not have permission to read the table column whose statistics are needed. At least one of these criteria is satisfied in most cases in practice. (CVE-2017-7484)

- Restore libpq's recognition of the `PGREQUIRESSL` environment variable (Daniel Gustafsson)

Processing of this environment variable was unintentionally dropped in PostgreSQL™ 9.3, but its documentation remained. This creates a security hazard, since users might be relying on the environment variable to force SSL-encrypted connections, but that would no longer be guaranteed. Restore handling of the variable, but give it lower priority than `PQSSLMODE`, to avoid breaking configurations that work correctly with post-9.3 code. (CVE-2017-7485)

- Fix possibly-invalid initial snapshot during logical decoding (Petr Jelinek, Andres Freund)

The initial snapshot created for a logical decoding replication slot was potentially incorrect. This could cause third-party tools that use logical decoding to copy incomplete/inconsistent initial data. This was more likely to happen if the source server was busy at the time of slot creation, or if another logical slot already existed.

If you are using a replication tool that depends on logical decoding, and it should have copied a nonempty data set at the start of replication, it is advisable to recreate the replica after installing this update, or to verify its contents against the source server.

- Fix possible corruption of « init forks » of unlogged indexes (Robert Haas, Michael Paquier)

This could result in an unlogged index being set to an invalid state after a crash and restart. Such a problem would persist until the index was dropped and rebuilt.

- Fix incorrect reconstruction of pg_subtrans entries when a standby server replays a prepared but uncommitted two-phase transaction (Tom Lane)

In most cases this turned out to have no visible ill effects, but in corner cases it could result in circular references in pg_subtrans, potentially causing infinite loops in queries that examine rows modified by the two-phase transaction.

- Avoid possible crash in walsender due to failure to initialize a string buffer (Stas Kelvich, Fujii Masao)

- Fix possible crash when rescanning a nearest-neighbor index-only scan on a GiST index (Tom Lane)

- Fix postmaster's handling of `fork()` failure for a background worker process (Tom Lane)

Previously, the postmaster updated portions of its state as though the process had been launched successfully, resulting in subsequent confusion.

- Fix crash or wrong answers when a GROUPING SETS column's data type is hashable but not sortable (Pavan Deolasee)

- Avoid applying « physical targetlist » optimization to custom scans (Dmitry Ivanov, Tom Lane)

This optimization supposed that retrieving all columns of a tuple is inexpensive, which is true for ordinary Postgres tuples; but it might not be the case for a custom scan provider.

- Use the correct sub-expression when applying a FOR ALL row-level-security policy (Stephen Frost)

In some cases the WITH CHECK restriction would be applied when the USING restriction is more appropriate.

- Ensure parsing of queries in extension scripts sees the results of immediately-preceding DDL (Julien Rouhaud, Tom Lane)

Due to lack of a cache flush step between commands in an extension script file, non-utility queries might not see the effects of an immediately preceding catalog change, such as **ALTER TABLE ... RENAME**.

- Skip tablespace privilege checks when **ALTER TABLE ... ALTER COLUMN TYPE** rebuilds an existing index (Noah Misch)

The command failed if the calling user did not currently have CREATE privilege for the tablespace containing the index. That behavior seems unhelpful, so skip the check, allowing the index to be rebuilt where it is.

- Fix **ALTER TABLE ... VALIDATE CONSTRAINT** to not recurse to child tables when the constraint is marked NO INHERIT (Amit Langote)

This fix prevents unwanted « constraint does not exist » failures when no matching constraint is present in the child tables.

- Avoid dangling pointer in **COPY ... TO** when row-level security is active for the source table (Tom Lane)

Usually this had no ill effects, but sometimes it would cause unexpected errors or crashes.

- Avoid accessing an already-closed relcache entry in **CLUSTER** and **VACUUM FULL** (Tom Lane)

With some bad luck, this could lead to indexes on the target relation getting rebuilt with the wrong persistence setting.

- Fix **VACUUM** to account properly for pages that could not be scanned due to conflicting page pins (Andrew Gierth)

This tended to lead to underestimation of the number of tuples in the table. In the worst case of a small heavily-contended table, **VACUUM** could incorrectly report that the table contained no tuples, leading to very bad planning choices.

- Ensure that bulk-tuple-transfer loops within a hash join are interruptible by query cancel requests (Tom Lane, Thomas Munro)

- Fix integer-overflow problems in interval comparison (Kyotaro Horiguchi, Tom Lane)

The comparison operators for type interval could yield wrong answers for intervals larger than about 296000 years. Indexes on columns containing such large values should be reindexed, since they may be corrupt.

- Fix `cursor_to_xml()` to produce valid output with `tableforest = false` (Thomas Munro, Peter Eisentraut)

Previously it failed to produce a wrapping `<table>` element.

- Fix roundoff problems in `float8_timestamptz()` and `make_interval()` (Tom Lane)

These functions truncated, rather than rounded, when converting a floating-point value to integer microseconds; that could cause unexpectedly off-by-one results.

- Fix `pg_get_object_address()` to handle members of operator families correctly (Álvaro Herrera)

- Improve performance of pg_timezone_names view (Tom Lane, David Rowley)
- Reduce memory management overhead for contexts containing many large blocks (Tom Lane)
- Fix sloppy handling of corner-case errors from lseek() and close() (Tom Lane)

Neither of these system calls are likely to fail in typical situations, but if they did, fd.c could get quite confused.
- Fix incorrect check for whether postmaster is running as a Windows service (Michael Paquier)

This could result in attempting to write to the event log when that isn't accessible, so that no logging happens at all.
- Fix ecpg to support **COMMIT PREPARED** and **ROLLBACK PREPARED** (Masahiko Sawada)
- Fix a double-free error when processing dollar-quoted string literals in ecpg (Michael Meskes)
- In pg_dump, fix incorrect schema and owner marking for comments and security labels of some types of database objects (Giuseppe Broccolo, Tom Lane)

In simple cases this caused no ill effects; but for example, a schema-selective restore might omit comments it should include, because they were not marked as belonging to the schema of their associated object.
- Avoid emitting an invalid list file in pg_restore -l when SQL object names contain newlines (Tom Lane)

Replace newlines by spaces, which is sufficient to make the output valid for pg_restore -L's purposes.
- Fix pg_upgrade to transfer comments and security labels attached to « large objects » (blobs) (Stephen Frost)

Previously, blobs were correctly transferred to the new database, but any comments or security labels attached to them were lost.
- Improve error handling in contrib/adminpack's pg_file_write() function (Noah Misch)

Notably, it failed to detect errors reported by fclose().
- In contrib/dblink, avoid leaking the previous unnamed connection when establishing a new unnamed connection (Joe Conway)
- Fix contrib/pg_trgm's extraction of trigrams from regular expressions (Tom Lane)

In some cases it would produce a broken data structure that could never match anything, leading to GIN or GiST indexscans that use a trigram index not finding any matches to the regular expression.
- In contrib/postgres_fdw, transmit query cancellation requests to the remote server (Michael Paquier, Etsuro Fujita)

Previously, a local query cancellation request did not cause an already-sent remote query to terminate early. This is a back-patch of work originally done for 9.6.
- Support Tcl 8.6 in MSVC builds (Álvaro Herrera)
- Sync our copy of the timezone library with IANA release tzcode2017b (Tom Lane)

This fixes a bug affecting some DST transitions in January 2038.
- Update time zone data files to tzdata release 2017b for DST law changes in Chile, Haiti, and Mongolia, plus historical corrections for Ecuador, Kazakhstan, Liberia, and Spain. Switch to numeric abbreviations for numerous time zones in South America, the Pacific and Indian oceans, and some Asian and Middle Eastern countries.

The IANA time zone database previously provided textual abbreviations for all time zones, sometimes making up abbreviations that have little or no currency among the local population. They are in process of reversing that policy in favor of using numeric UTC offsets in zones where there is no evidence of real-world use of an English abbreviation. At least for the time being, PostgreSQL™ will continue to accept such removed abbreviations for timestamp input. But they will not be shown in the pg_timezone_names view nor used for output.
- Use correct daylight-savings rules for POSIX-style time zone names in MSVC builds (David Rowley)

The Microsoft MSVC build scripts neglected to install the posixrules file in the timezone directory tree. This resulted in the timezone code falling back to its built-in rule about what DST behavior to assume for a POSIX-style time zone name. For historical reasons that still corresponds to the DST rules the USA was using before 2007 (i.e., change on first Sunday in April and last Sunday in October). With this fix, a POSIX-style zone name will use the current and historical DST transition dates of the US/Eastern zone. If you don't want that, remove the posixrules file, or replace it with a copy of some other zone file (see Section 8.5.3, « Fuseaux horaires »). Note that due to caching, you may need to restart the server to get such changes to take effect.

E.10. Release 9.5.6

Release date: 2017-02-09

This release contains a variety of fixes from 9.5.5. For information about new features in the 9.5 major release, see Section E.16, « Release 9.5 ».

E.10.1. Migration to Version 9.5.6

A dump/restore is not required for those running 9.5.X.

However, if your installation has been affected by the bug described in the first changelog entry below, then after updating you may need to take action to repair corrupted indexes.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.5.5, see Section E.11, « Release 9.5.5 ».

E.10.2. Changes

- Fix a race condition that could cause indexes built with **CREATE INDEX CONCURRENTLY** to be corrupt (Pavan Deolalikar, Tom Lane)

If **CREATE INDEX CONCURRENTLY** was used to build an index that depends on a column not previously indexed, then rows updated by transactions that ran concurrently with the **CREATE INDEX** command could have received incorrect index entries. If you suspect this may have happened, the most reliable solution is to rebuild affected indexes after installing this update.

- Ensure that the special snapshot used for catalog scans is not invalidated by premature data pruning (Tom Lane)

Backends failed to account for this snapshot when advertising their oldest xmin, potentially allowing concurrent vacuuming operations to remove data that was still needed. This led to transient failures along the lines of « cache lookup failed for relation 1255 ».

- Fix incorrect WAL logging for BRIN indexes (Kuntal Ghosh)

The WAL record emitted for a BRIN « revmap » page when moving an index tuple to a different page was incorrect. Replay would make the related portion of the index useless, forcing it to be recomputed.

- Unconditionally WAL-log creation of the « init fork » for an unlogged table (Michael Paquier)

Previously, this was skipped when wal_level = minimal, but actually it's necessary even in that case to ensure that the unlogged table is properly reset to empty after a crash.

- Reduce interlocking on standby servers during the replay of btree index vacuuming operations (Simon Riggs)

This change avoids substantial replication delays that sometimes occurred while replaying such operations.

- If the stats collector dies during hot standby, restart it (Takayuki Tsunakawa)

Ensure that hot standby feedback works correctly when it's enabled at standby server start (Ants Aasma, Craig Ringer)

- Check for interrupts while hot standby is waiting for a conflicting query (Simon Riggs)

Avoid constantly respawning the autovacuum launcher in a corner case (Amit Khandekar)

This fix avoids problems when autovacuum is nominally off and there are some tables that require freezing, but all such tables are already being processed by autovacuum workers.

- Fix check for when an extension member object can be dropped (Tom Lane)

Extension upgrade scripts should be able to drop member objects, but this was disallowed for serial-column sequences, and possibly other cases.

- Make sure **ALTER TABLE** preserves index tablespace assignments when rebuilding indexes (Tom Lane, Michael Paquier)

Previously, non-default settings of default_tablespace could result in broken indexes.

- Fix incorrect updating of trigger function properties when changing a foreign-key constraint's deferrability properties with **ALTER TABLE ... ALTER CONSTRAINT** (Tom Lane)

This led to odd failures during subsequent exercise of the foreign key, as the triggers were fired at the wrong times.

- Prevent dropping a foreign-key constraint if there are pending trigger events for the referenced relation (Tom Lane)

This avoids « could not find trigger NNN » or « relation NNN has no triggers » errors.

- Fix **ALTER TABLE ... SET DATA TYPE ... USING** when child table has different column ordering than the parent (Álvaro Herrera)

Failure to adjust the column numbering in the `USING` expression led to errors, typically « attribute *N* has wrong type ».
- Fix processing of OID column when a table with OIDs is associated to a parent with OIDs via **ALTER TABLE ... INHERIT** (Amit Langote)

The OID column should be treated the same as regular user columns in this case, but it wasn't, leading to odd behavior in later alliance changes.
- Fix **CREATE OR REPLACE VIEW** to update the view query before attempting to apply the new view options (Dean Rasheed)

Previously the command would fail if the new options were inconsistent with the old view definition.
- Report correct object identity during **ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION** (Artur Zakirov)

The wrong catalog OID was reported to extensions such as logical decoding.
- Fix commit timestamp mechanism to not fail when queried about the special XIDs `FrozenTransactionId` and `Boots-trapTransactionId` (Craig Ringer)
- Check for serializability conflicts before reporting constraint-violation failures (Thomas Munro)

When using serializable transaction isolation, it is desirable that any error due to concurrent transactions should manifest as a serialization failure, thereby cueing the application that a retry might succeed. Unfortunately, this does not reliably happen for duplicate-key failures caused by concurrent insertions. This change ensures that such an error will be reported as a serialization error if the application explicitly checked for the presence of a conflicting key (and did not find it) earlier in the transaction.
- Fix incorrect use of view reloptions as regular table reloptions (Tom Lane)

The symptom was spurious « ON CONFLICT is not supported on table ... used as a catalog table » errors when the target of **INSERT ... ON CONFLICT** is a view with cascade option.
- Fix incorrect « target lists can have at most *N* entries » complaint when using `ON CONFLICT` with wide tables (Tom Lane)
- Prevent multicolumn expansion of `foo.*` in an **UPDATE** source expression (Tom Lane)

This led to « UPDATE target count mismatch --- internal error ». Now the syntax is understood as a whole-row variable, as it would be in other contexts.
- Ensure that column typmods are determined accurately for multi-row **VALUES** constructs (Tom Lane)

This fixes problems occurring when the first value in a column has a determinable typmod (e.g., length for a varchar value) but later values don't share the same limit.
- Throw error for an unfinished Unicode surrogate pair at the end of a Unicode string (Tom Lane)

Normally, a Unicode surrogate leading character must be followed by a Unicode surrogate trailing character, but the check for this was missed if the leading character was the last character in a Unicode string literal (`U& '...'`) or Unicode identifier (`U& "..."`).
- Ensure that a purely negative text search query, such as `!foo`, matches empty tsvectors (Tom Dunstan)

Such matches were found by GIN index searches, but not by sequential scans or GiST index searches.
- Prevent crash when `ts_rewrite()` replaces a non-top-level subtree with an empty query (Artur Zakirov)
- Fix performance problems in `ts_rewrite()` (Tom Lane)
- Fix `ts_rewrite()`'s handling of nested NOT operators (Tom Lane)
- Improve speed of user-defined aggregates that use `array_append()` as transition function (Tom Lane)
- Fix `array_fill()` to handle empty arrays properly (Tom Lane)
- Fix possible crash in `array_position()` or `array_positions()` when processing arrays of records (Junseok Yang)
- Fix one-byte buffer overrun in `quote_literal_cstr()` (Heikki Linnakangas)

The overrun occurred only if the input consisted entirely of single quotes and/or backslashes.
- Prevent multiple calls of `pg_start_backup()` and `pg_stop_backup()` from running concurrently (Michael Paquier)

This avoids an assertion failure, and possibly worse things, if someone tries to run these functions in parallel.

- Disable transform that attempted to remove no-op AT TIME ZONE conversions (Tom Lane)

This resulted in wrong answers when the simplified expression was used in an index condition.

- Avoid discarding interval-to-interval casts that aren't really no-ops (Tom Lane)

In some cases, a cast that should result in zeroing out low-order interval fields was mistakenly deemed to be a no-op and discarded. An example is that casting from INTERVAL MONTH to INTERVAL YEAR failed to clear the months field.

- Fix bugs in transmitting GUC parameter values to parallel workers (Michael Paquier, Tom Lane)
- Ensure that cached plans are invalidated by changes in foreign-table options (Amit Langote, Etsuro Fujita, Ashutosh Bapat)
- Fix pg_dump to dump user-defined casts and transforms that use built-in functions (Stephen Frost)
- Fix pg_restore with --create --if-exists to behave more sanely if an archive contains unrecognized **DROP** commands (Tom Lane)

This doesn't fix any live bug, but it may improve the behavior in future if pg_restore is used with an archive generated by a later pg_dump version.

- Fix pg_basebackup's rate limiting in the presence of slow I/O (Antonin Houska)

If disk I/O was transiently much slower than the specified rate limit, the calculation overflowed, effectively disabling the rate limit for the rest of the run.

- Fix pg_basebackup's handling of symlinked pg_stat_tmp and pg_replslot subdirectories (Magnus Hagander, Michael Paquier)
- Fix possible pg_basebackup failure on standby server when including WAL files (Amit Kapila, Robert Haas)
- Fix possible mishandling of expanded arrays in domain check constraints and CASE execution (Tom Lane)

It was possible for a PL/pgSQL function invoked in these contexts to modify or even delete an array value that needs to be preserved for additional operations.

- Fix nested uses of PL/pgSQL functions in contexts such as domain check constraints evaluated during assignment to a PL/pgSQL variable (Tom Lane)
- Ensure that the Python exception objects we create for PL/Python are properly reference-counted (Rafa de la Torre, Tom Lane)

This avoids failures if the objects are used after a Python garbage collection cycle has occurred.

- Fix PL/Tcl to support triggers on tables that have .tupno as a column name (Tom Lane)

This matches the (previously undocumented) behavior of PL/Tcl's **spi_exec** and **spi_execp** commands, namely that a magic .tupno column is inserted only if there isn't a real column named that.

- Allow DOS-style line endings in ~/.pgpass files, even on Unix (Vik Fearing)

This change simplifies use of the same password file across Unix and Windows machines.

- Fix one-byte buffer overrun if ecpg is given a file name that ends with a dot (Takayuki Tsunakawa)
- Fix psql's tab completion for **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** (Gilles Darold, Stephen Frost)
- In psql, treat an empty or all-blank setting of the PAGER environment variable as meaning « no pager » (Tom Lane)
Previously, such a setting caused output intended for the pager to vanish entirely.
- Improve contrib/dblink's reporting of low-level libpq errors, such as out-of-memory (Joe Conway)
- Teach contrib/dblink to ignore irrelevant server options when it uses a contrib/postgres_fdw foreign server as the source of connection options (Corey Huinker)

Previously, if the foreign server object had options that were not also libpq connection options, an error occurred.

- Fix portability problems in contrib/pageinspect's functions for GIN indexes (Peter Eisentraut, Tom Lane)
- On Windows, ensure that environment variable changes are propagated to DLLs built with debug options (Christian Ullrich)
- Sync our copy of the timezone library with IANA release tzcode2016j (Tom Lane)

This fixes various issues, most notably that timezone data installation failed if the target directory didn't support hard links.

- Update time zone data files to tzdata release 2016j for DST law changes in northern Cyprus (adding a new zone Asia/Famagusta), Russia (adding a new zone Europe/Saratov), Tonga, and Antarctica/Casey. Historical corrections for Italy, Kazakhstan, Malta, and Palestine. Switch to preferring numeric zone abbreviations for Tonga.

E.11. Release 9.5.5

Release date: 2016-10-27

This release contains a variety of fixes from 9.5.4. For information about new features in the 9.5 major release, see Section E.16, « Release 9.5 ».

E.11.1. Migration to Version 9.5.5

A dump/restore is not required for those running 9.5.X.

However, if your installation has been affected by the bug described in the first changelog entry below, then after updating you may need to take action to repair corrupted free space maps.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.5.2, see Section E.14, « Release 9.5.2 ».

E.11.2. Changes

- Fix WAL-logging of truncation of relation free space maps and visibility maps (Pavan Deolasee, Heikki Linnakangas)

It was possible for these files to not be correctly restored during crash recovery, or to be written incorrectly on a standby server. Bogus entries in a free space map could lead to attempts to access pages that have been truncated away from the relation itself, typically producing errors like « could not read block XXX: read only 0 of 8192 bytes ». Checksum failures in the visibility map are also possible, if checksumming is enabled.

Procedures for determining whether there is a problem and repairing it if so are discussed at https://wiki.postgresql.org/wiki/free_space_map_problems.

- Fix incorrect creation of GIN index WAL records on big-endian machines (Tom Lane)

The typical symptom was « unexpected GIN leaf action » errors during WAL replay.

- Fix **SELECT FOR UPDATE/SHARE** to correctly lock tuples that have been updated by a subsequently-aborted transaction (Álvaro Herrera)

In 9.5 and later, the **SELECT** would sometimes fail to return such tuples at all. A failure has not been proven to occur in earlier releases, but might be possible with concurrent updates.

- Fix EvalPlanQual rechecks involving CTE scans (Tom Lane)

The recheck would always see the CTE as returning no rows, typically leading to failure to update rows that were recently updated.

- Fix deletion of speculatively inserted TOAST tuples when backing out of **INSERT ... ON CONFLICT** (Oskari Saarenmaa)

In the race condition where two transactions try to insert conflicting tuples at about the same time, the loser would fail with an « attempted to delete invisible tuple » error if its insertion included any TOAST'ed fields.

- Don't throw serialization errors for self-conflicting insertions in **INSERT ... ON CONFLICT** (Thomas Munro, Peter Geoghegan)

- Fix improper repetition of previous results from hashed aggregation in a subquery (Andrew Gierth)

The test to see if we can reuse a previously-computed hash table of the aggregate state values neglected the possibility of an outer query reference appearing in an aggregate argument expression. A change in the value of such a reference should lead to recalculating the hash table, but did not.

- Fix query-lifespan memory leak in a bulk **UPDATE** on a table with a PRIMARY KEY or REPLICA IDENTITY index (Tom Lane)

- Fix **COPY** with a column name list from a table that has row-level security enabled (Adam Brightwell)

- Fix **EXPLAIN** to emit valid XML when track_io_timing is on (Markus Winand)

Previously the XML output-format option produced syntactically invalid tags such as <I/O-Read-Time>. That is now rendered as <I-O-Read-Time>.

- Suppress printing of zeroes for unmeasured times in **EXPLAIN** (Maksim Milyutin)

Certain option combinations resulted in printing zero values for times that actually aren't ever measured in that combination. Our general policy in **EXPLAIN** is not to print such fields at all, so do that consistently in all cases.

- Fix statistics update for **TRUNCATE** in a prepared transaction (Stas Kelvich)

- Fix timeout length when **VACUUM** is waiting for exclusive table lock so that it can truncate the table (Simon Riggs)

The timeout was meant to be 50 milliseconds, but it was actually only 50 microseconds, causing **VACUUM** to give up on truncation much more easily than intended. Set it to the intended value.

- Fix bugs in merging allied CHECK constraints while creating or altering a table (Tom Lane, Amit Langote)

Allow identical CHECK constraints to be added to a parent and child table in either order. Prevent merging of a valid constraint from the parent table with a NOT VALID constraint on the child. Likewise, prevent merging of a NO INHERIT child constraint with an allied constraint.

- Show a sensible value in pg_settings.unit for min_wal_size and max_wal_size (Tom Lane)

- Remove artificial restrictions on the values accepted by numeric_in() and numeric_recv() (Tom Lane)

We allow numeric values up to the limit of the storage format (more than 1e100000), so it seems fairly pointless that numeric_in() rejected scientific-notation exponents above 1000. Likewise, it was silly for numeric_recv() to reject more than 1000 digits in an input value.

- Avoid very-low-probability data corruption due to testing tuple visibility without holding buffer lock (Thomas Munro, Peter Geoghegan, Tom Lane)

With track_commit_timestamp turned on, old commit timestamps became inaccessible after a clean server restart.

- Fix logical WAL decoding to work properly when a subtransaction's WAL output is large enough to spill to disk (Andres Freund)

- Fix possible sorting error when aborting use of abbreviated keys (Peter Geoghegan)

In the worst case, this could result in a corrupt btree index, which would need to be rebuilt using **REINDEX**. However, the situation is believed to be rare.

- Fix file descriptor leakage when truncating a temporary relation of more than 1GB (Andres Freund)

- Disallow starting a standalone backend with standby_mode turned on (Michael Paquier)

This can't do anything useful, since there will be no WAL receiver process to fetch more WAL data; and it could result in misbehavior in code that wasn't designed with this situation in mind.

- Properly initialize replication slot state when recycling a previously-used slot (Michael Paquier)

This failure to reset all of the fields of the slot could prevent **VACUUM** from removing dead tuples.

- Round shared-memory allocation request to a multiple of the actual huge page size when attempting to use huge pages on Linux (Tom Lane)

This avoids possible failures during munmap() on systems with atypical default huge page sizes. Except in crash-recovery cases, there were no ill effects other than a log message.

- Use a more random value for the dynamic shared memory control segment's ID (Robert Haas, Tom Lane)

Previously, the same value would be chosen every time, because it was derived from random() but srandom() had not yet been called. While relatively harmless, this was not the intended behavior.

- On Windows, retry creation of the dynamic shared memory control segment after an access-denied error (Kyotaro Horiguchi, Amit Kapila)

Windows sometimes returns ERROR_ACCESS_DENIED rather than ERROR_ALREADY_EXISTS when there is an existing segment. This led to postmaster startup failure due to believing that the former was an unrecoverable error.

- Fix PL/pgSQL to not misbehave with parameters and local variables of type int2vector or oidvector (Tom Lane)

- Don't try to share SSL contexts across multiple connections in libpq (Heikki Linnakangas)

This led to assorted corner-case bugs, particularly when trying to use different SSL parameters for different connections.

- Avoid corner-case memory leak in libpq (Tom Lane)

The reported problem involved leaking an error report during `PQreset()`, but there might be related cases.

- Make `ecpg`'s `--help` and `--version` options work consistently with our other executables (Haribabu Kommi)
- Fix `pgbench`'s calculation of average latency (Fabien Coelho)

The calculation was incorrect when there were `\sleep` commands in the script, or when the test duration was specified in number of transactions rather than total time.

- In `pg_upgrade`, check library loadability in name order (Tom Lane)

This is a workaround to deal with cross-extension dependencies from language transform modules to their base language and data type modules.

- In `pg_dump`, never dump range constructor functions (Tom Lane)

This oversight led to `pg_upgrade` failures with extensions containing range types, due to duplicate creation of the constructor functions.

- In `pg_dump` with `-C`, suppress TABLESPACE clause of **CREATE DATABASE** if `--no-tablespaces` is specified (Tom Lane)

- Make `pg_receivexlog` work correctly with `--synchronous` without slots (Gabriele Bartolini)

- Disallow specifying both `--source-server` and `--source-target` options to `pg_rewind` (Michael Banck)

- Make `pg_rewind` turn off `synchronous_commit` in its session on the source server (Michael Banck, Michael Paquier)

This allows `pg_rewind` to work even when the source server is using synchronous replication that is not working for some reason.

- In `pg_xlogdump`, retry opening new WAL segments when using `--follow` option (Magnus Hagander)

This allows for a possible delay in the server's creation of the next segment.

- Fix `pg_xlogdump` to cope with a WAL file that begins with a continuation record spanning more than one page (Pavan Deolasee)

- Fix `contrib/pg_buffercache` to work when `shared_buffers` exceeds 256GB (KaiGai Kohei)

- Fix `contrib/intarray/bench/bench.pl` to print the results of the **EXPLAIN** it does when given the `-e` option (Daniel Gustafsson)

- Support OpenSSL 1.1.0 (Heikki Linnakangas)

- Install TAP test infrastructure so that it's available for extension testing (Craig Ringer)

When PostgreSQL™ has been configured with `--enable-tap-tests`, « make install » will now install the Perl support files for TAP testing where PGXS can find them. This allows non-core extensions to use `$(prove_check)` without extra tests.

- In MSVC builds, include `pg_recvlogical` in a client-only installation (MauMau)

- Update Windows time zone mapping to recognize some time zone names added in recent Windows versions (Michael Paquier)

- Prevent failure of obsolete dynamic time zone abbreviations (Tom Lane)

If a dynamic time zone abbreviation does not match any entry in the referenced time zone, treat it as equivalent to the time zone name. This avoids unexpected failures when IANA removes abbreviations from their time zone database, as they did in tzdata release 2016f and seem likely to do again in the future. The consequences were not limited to not recognizing the individual abbreviation; any mismatch caused the `pg_timezone_abbrevs` view to fail altogether.

- Update time zone data files to tzdata release 2016h for DST law changes in Palestine and Turkey, plus historical corrections for Turkey and some regions of Russia. Switch to numeric abbreviations for some time zones in Antarctica, the former Soviet Union, and Sri Lanka.

The IANA time zone database previously provided textual abbreviations for all time zones, sometimes making up abbreviations that have little or no currency among the local population. They are in process of reversing that policy in favor of using numeric UTC offsets in zones where there is no evidence of real-world use of an English abbreviation. At least for the time being, PostgreSQL™ will continue to accept such removed abbreviations for timestamp input. But they will not be shown in the `pg_timezone_names` view nor used for output.

In this update, AMT is no longer shown as being in use to mean Armenia Time. Therefore, we have changed the Default ab-

breviation set to interpret it as Amazon Time, thus UTC-4 not UTC+4.

E.12. Release 9.5.4

Release date: 2016-08-11

This release contains a variety of fixes from 9.5.3. For information about new features in the 9.5 major release, see Section E.16, « Release 9.5 ».

E.12.1. Migration to Version 9.5.4

A dump/restore is not required for those running 9.5.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.5.2, see Section E.14, « Release 9.5.2 ».

E.12.2. Changes

- Fix possible mis-evaluation of nested CASE-WHEN expressions (Heikki Linnakangas, Michael Paquier, Tom Lane)
A CASE expression appearing within the test value subexpression of another CASE could become confused about whether its own test value was null or not. Also, inlining of a SQL function implementing the equality operator used by a CASE expression could result in passing the wrong test value to functions called within a CASE expression in the SQL function's body. If the test values were of different data types, a crash might result; moreover such situations could be abused to allow disclosure of portions of server memory. (CVE-2016-5423)
- Fix client programs' handling of special characters in database and role names (Noah Misch, Nathan Bossart, Michael Paquier)
Numerous places in vacuumdb and other client programs could become confused by database and role names containing double quotes or backslashes. Tighten up quoting rules to make that safe. Also, ensure that when a conninfo string is used as a database name parameter to these programs, it is correctly treated as such throughout.
Fix handling of paired double quotes in psql's `\connect` and `\password` commands to match the documentation.
Introduce a new `-reuse-previous` option in psql's `\connect` command to allow explicit control of whether to re-use connection parameters from a previous connection. (Without this, the choice is based on whether the database name looks like a conninfo string, as before.) This allows secure handling of database names containing special characters in pg_dumpall scripts.
pg_dumpall now refuses to deal with database and role names containing carriage returns or newlines, as it seems impractical to quote those characters safely on Windows. In future we may reject such names on the server side, but that step has not been taken yet.
These are considered security fixes because crafted object names containing special characters could have been used to execute commands with superuser privileges the next time a superuser executes pg_dumpall or other routine maintenance operations. (CVE-2016-5424)
- Fix corner-case misbehaviors for `IS NULL/IS NOT NULL` applied to nested composite values (Andrew Gierth, Tom Lane)
The SQL standard specifies that `IS NULL` should return TRUE for a row of all null values (thus `ROW(NULL,NULL) IS NULL` yields TRUE), but this is not meant to apply recursively (thus `ROW(NULL, ROW(NULL,NULL)) IS NULL` yields FALSE). The core executor got this right, but certain planner optimizations treated the test as recursive (thus producing TRUE in both cases), and contrib/postgres_fdw could produce remote queries that misbehaved similarly.
- Fix « unrecognized node type » error for `INSERT ... ON CONFLICT` within a recursive CTE (a WITH item) (Peter Geoghegan)
- Fix `INSERT ... ON CONFLICT` to successfully match index expressions or index predicates that are simplified during the planner's expression preprocessing phase (Tom Lane)
- Correctly handle violations of exclusion constraints that apply to the target table of an `INSERT ... ON CONFLICT` command, but are not one of the selected arbiter indexes (Tom Lane)
Such a case should raise a normal constraint-violation error, but it got into an infinite loop instead.
- Fix `INSERT ... ON CONFLICT` to not fail if the target table has a unique index on OID (Tom Lane)
- Make the inet and cidr data types properly reject IPv6 addresses with too many colon-separated fields (Tom Lane)
- Prevent crash in `close_ps()` (the point ## lseg operator) for NaN input coordinates (Tom Lane)

Make it return NULL instead of crashing.

- Avoid possible crash in `pg_get_expr()` when inconsistent values are passed to it (Michael Paquier, Thomas Munro)
- Fix several one-byte buffer over-reads in `to_number()` (Peter Eisentraut)

In several cases the `to_number()` function would read one more character than it should from the input string. There is a small chance of a crash, if the input happens to be adjacent to the end of memory.

- Do not run the planner on the query contained in `CREATE MATERIALIZED VIEW` or `CREATE TABLE AS` when `WITH NO DATA` is specified (Michael Paquier, Tom Lane)

This avoids some unnecessary failure conditions, for example if a stable function invoked by the materialized view depends on a table that doesn't exist yet.

- Avoid unsafe intermediate state during expensive paths through `heap_update()` (Masahiko Sawada, Andres Freund)

Previously, these cases locked the target tuple (by setting its XMAX) but did not WAL-log that action, thus risking data integrity problems if the page were spilled to disk and then a database crash occurred before the tuple update could be completed.

- Fix hint bit update during WAL replay of row locking operations (Andres Freund)

The only known consequence of this problem is that row locks held by a prepared, but uncommitted, transaction might fail to be enforced after a crash and restart.

- Avoid unnecessary « could not serialize access » errors when acquiring `FOR KEY SHARE` row locks in serializable mode (Álvaro Herrera)
- Make sure « expanded » datums returned by a plan node are read-only (Tom Lane)

This avoids failures in some cases where the result of a lower plan node is referenced in multiple places in upper nodes. So far as core PostgreSQL™ is concerned, only array values returned by PL/pgSQL functions are at risk; but extensions might use expanded datums for other things.

- Avoid crash in `postgres -C` when the specified variable has a null string value (Michael Paquier)
- Prevent unintended waits for the receiver in WAL sender processes (Kyotaro Horiguchi)
- Fix possible loss of large subtransactions in logical decoding (Petru-Florin Mihancea)
- Fix failure of logical decoding when a subtransaction contains no actual changes (Marko Tiikkaja, Andrew Gierth)
- Ensure that backends see up-to-date statistics for shared catalogs (Tom Lane)

The statistics collector failed to update the statistics file for shared catalogs after a request from a regular backend. This problem was partially masked because the autovacuum launcher regularly makes requests that did cause such updates; however, it became obvious with autovacuum disabled.

- Avoid redundant writes of the statistics files when multiple backends request updates close together (Tom Lane, Tomas Vondra)
- Avoid consuming a transaction ID during **VACUUM** (Alexander Korotkov)

Some cases in **VACUUM** unnecessarily caused an XID to be assigned to the current transaction. Normally this is negligible, but if one is up against the XID wraparound limit, consuming more XIDs during anti-wraparound vacuums is a very bad thing.

- Prevent possible failure when vacuuming multixact IDs in an installation that has been `pg_upgrade`'d from pre-9.3 (Andrew Gierth, Álvaro Herrera)

The usual symptom of this bug is errors like « MultiXactId NNN has not been created yet -- apparent wraparound ».

- When a manual **ANALYZE** specifies a column list, don't reset the table's `changes_since_analyze` counter (Tom Lane)
If we're only analyzing some columns, we should not prevent routine auto-analyze from happening for the other columns.
- Fix **ANALYZE**'s overestimation of `n_distinct` for a unique or nearly-unique column with many null entries (Tom Lane)
The nulls could get counted as though they were themselves distinct values, leading to serious planner misestimates in some types of queries.
- Prevent autovacuum from starting multiple workers for the same shared catalog (Álvaro Herrera)

Normally this isn't much of a problem because the vacuum doesn't take long anyway; but in the case of a severely bloated catalog, it could result in all but one worker uselessly waiting instead of doing useful work on other tables.

- Fix bug in b-tree mark/restore processing (Kevin Grittner)

This error could lead to incorrect join results or assertion failures in a merge join whose inner source node is a b-tree indexscan.

- Avoid duplicate buffer lock release when abandoning a b-tree index page deletion attempt (Tom Lane)

This mistake prevented **VACUUM** from completing in some cases involving corrupt b-tree indexes.

- Fix building of large (bigger than `shared_buffers`) hash indexes (Tom Lane)

The code path used for large indexes contained a bug causing incorrect hash values to be inserted into the index, so that subsequent index searches always failed, except for tuples inserted into the index after the initial build.

- Prevent infinite loop in GiST index build for geometric columns containing NaN component values (Tom Lane)

- Fix possible crash during a nearest-neighbor (ORDER BY distance) indexscan on a contrib/btree_gist index on an interval column (Peter Geoghegan)

- Fix « PANIC: failed to add BRIN tuple » error when attempting to update a BRIN index entry (Álvaro Herrera)

- Fix possible crash during background worker shutdown (Dmitry Ivanov)

- Fix PL/pgSQL's handling of the INTO clause within **IMPORT FOREIGN SCHEMA** commands (Tom Lane)

- Fix contrib/btree_gin to handle the smallest possible bigint value correctly (Peter Eisentraut)

- Teach libpq to correctly decode server version from future servers (Peter Eisentraut)

It's planned to switch to two-part instead of three-part server version numbers for releases after 9.6. Make sure that `PQserverVersion()` returns the correct value for such cases.

- Fix ecpg's code for `unsigned long long` array elements (Michael Meskes)

- In `pg_dump` with both `-c` and `-C` options, avoid emitting an unwanted `CREATE SCHEMA public` command (David Johnston, Tom Lane)

- Improve handling of SIGTERM/control-C in parallel `pg_dump` and `pg_restore` (Tom Lane)

Make sure that the worker processes will exit promptly, and also arrange to send query-cancel requests to the connected backends, in case they are doing something long-running such as a **CREATE INDEX**.

- Fix error reporting in parallel `pg_dump` and `pg_restore` (Tom Lane)

Previously, errors reported by `pg_dump` or `pg_restore` worker processes might never make it to the user's console, because the messages went through the master process, and there were various deadlock scenarios that would prevent the master process from passing on the messages. Instead, just print everything to `stderr`. In some cases this will result in duplicate messages (for instance, if all the workers report a server shutdown), but that seems better than no message.

- Ensure that parallel `pg_dump` or `pg_restore` on Windows will shut down properly after an error (Kyotaro Horiguchi)

Previously, it would report the error, but then just sit until manually stopped by the user.

- Make parallel `pg_dump` fail cleanly when run against a standby server (Magnus Hagander)

This usage is not supported unless `--no-synchronized-snapshots` is specified, but the error was not handled very well.

- Make `pg_dump` behave better when built without zlib support (Kyotaro Horiguchi)

It didn't work right for parallel dumps, and emitted some rather pointless warnings in other cases.

- Make `pg_basebackup` accept `-Z 0` as specifying no compression (Fujii Masao)

- Fix makefiles' rule for building AIX shared libraries to be safe for parallel make (Noah Misch)

- Fix TAP tests and MSVC scripts to work when build directory's path name contains spaces (Michael Paquier, Kyotaro Horiguchi)

- Be more predictable about reporting « statement timeout » versus « lock timeout » (Tom Lane)

On heavily loaded machines, the regression tests sometimes failed due to reporting « lock timeout » even though the statement timeout should have occurred first.

- Make regression tests safe for Danish and Welsh locales (Jeff Janes, Tom Lane)

Change some test data that triggered the unusual sorting rules of these locales.

- Update our copy of the timezone code to match IANA's tzcode release 2016c (Tom Lane)

This is needed to cope with anticipated future changes in the time zone data files. It also fixes some corner-case bugs in coping with unusual time zones.

- Update time zone data files to tzdata release 2016f for DST law changes in Kemerovo and Novosibirsk, plus historical corrections for Azerbaijan, Belarus, and Morocco.

E.13. Release 9.5.3

Release date: 2016-05-12

This release contains a variety of fixes from 9.5.2. For information about new features in the 9.5 major release, see Section E.16, « Release 9.5 ».

E.13.1. Migration to Version 9.5.3

A dump/restore is not required for those running 9.5.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.5.2, see Section E.14, « Release 9.5.2 ».

E.13.2. Changes

- Clear the OpenSSL error queue before OpenSSL calls, rather than assuming it's clear already; and make sure we leave it clear afterwards (Peter Geoghegan, Dave Vitek, Peter Eisentraut)

This change prevents problems when there are multiple connections using OpenSSL within a single process and not all the code involved follows the same rules for when to clear the error queue. Failures have been reported specifically when a client application uses SSL connections in libpq concurrently with SSL connections using the PHP, Python, or Ruby wrappers for OpenSSL. It's possible for similar problems to arise within the server as well, if an extension module establishes an outgoing SSL connection.

- Fix « failed to build any N -way joins » planner error with a full join enclosed in the right-hand side of a left join (Tom Lane)
- Fix incorrect handling of equivalence-class tests in multilevel nestloop plans (Tom Lane)

Given a three-or-more-way equivalence class of variables, such as $X.X = Y.Y = Z.Z$, it was possible for the planner to omit some of the tests needed to enforce that all the variables are actually equal, leading to join rows being output that didn't satisfy the WHERE clauses. For various reasons, erroneous plans were seldom selected in practice, so that this bug has gone undetected for a long time.

- Fix corner-case parser failures occurring when operator_precedence_warning is turned on (Tom Lane)

An example is that `SELECT (ARRAY[]) ::text []` gave an error, though it worked without the parentheses.

- Fix query-lifespan memory leak in GIN index scans (Julien Rouhaud)

- Fix query-lifespan memory leak and potential index corruption hazard in GIN index insertion (Tom Lane)

The memory leak would typically not amount to much in simple queries, but it could be very substantial during a large GIN index build with high `maintenance_work_mem`.

- Fix possible misbehavior of `TH`, `th`, and `YY`, `YYY` format codes in `to_timestamp()` (Tom Lane)

These could advance off the end of the input string, causing subsequent format codes to read garbage.

- Fix dumping of rules and views in which the `array` argument of a `value operator ANY (array)` construct is a sub-`SELECT` (Tom Lane)

- Disallow newlines in **ALTER SYSTEM** parameter values (Tom Lane)

The configuration-file parser doesn't support embedded newlines in string literals, so we mustn't allow them in values to be inserted by **ALTER SYSTEM**.

- Fix **ALTER TABLE ... REPLICA IDENTITY USING INDEX** to work properly if an index on OID is selected (David Rowley)

- Avoid possible misbehavior after failing to remove a tablespace symlink (Tom Lane)

- Fix crash in logical decoding on alignment-picky platforms (Tom Lane, Andres Freund)

The failure occurred only with a transaction large enough to spill to disk and a primary-key change within that transaction.

- Avoid repeated requests for feedback from receiver while shutting down walsender (Nick Cleaton)
- Make pg_regress use a startup timeout from the PGCTLTIMEOUT environment variable, if that's set (Tom Lane)
This is for consistency with a behavior recently added to pg_ctl; it eases automated testing on slow machines.
- Fix pg_upgrade to correctly restore extension membership for operator families containing only one operator class (Tom Lane)
In such a case, the operator family was restored into the new database, but it was no longer marked as part of the extension. This had no immediate ill effects, but would cause later pg_dump runs to emit output that would cause (harmless) errors on restore.
- Fix pg_upgrade to not fail when new-cluster TOAST rules differ from old (Tom Lane)

pg_upgrade had special-case code to handle the situation where the new PostgreSQL™ version thinks that a table should have a TOAST table while the old version did not. That code was broken, so remove it, and instead do nothing in such cases; there seems no reason to believe that we can't get along fine without a TOAST table if that was okay according to the old version's rules.

- Fix atomic operations for PPC when using IBM's XLC compiler (Noah Misch)
- Reduce the number of SysV semaphores used by a build configured with --disable-spinlocks (Tom Lane)
- Rename internal function `strtoi()` to `strtoint()` to avoid conflict with a NetBSD library function (Thomas Munro)
- Fix reporting of errors from `bind()` and `listen()` system calls on Windows (Tom Lane)
- Reduce verbosity of compiler output when building with Microsoft Visual Studio (Christian Ullrich)
- Support building with Visual Studio 2015 (Michael Paquier, Petr Jelínek)

Note that builds made with VS2015 will not run on Windows versions before Windows Vista.

- Fix `putenv()` to work properly with Visual Studio 2013 (Michael Paquier)
- Avoid possibly-unsafe use of Windows' `FormatMessage()` function (Christian Ullrich)

Use the `FORMAT_MESSAGE_IGNORE_INSERTS` flag where appropriate. No live bug is known to exist here, but it seems like a good idea to be careful.

- Update time zone data files to tzdata release 2016d for DST law changes in Russia and Venezuela. There are new zone names Europe/Kirov and Asia/Tomsk to reflect the fact that these regions now have different time zone histories from adjacent regions.

E.14. Release 9.5.2

Release date: 2016-03-31

This release contains a variety of fixes from 9.5.1. For information about new features in the 9.5 major release, see Section E.16, « Release 9.5 ».

E.14.1. Migration to Version 9.5.2

A dump/restore is not required for those running 9.5.X.

However, you may need to **REINDEX** some indexes after applying the update, as per the first changelog entry below.

E.14.2. Changes

- Disable abbreviated keys for string sorting in non-C locales (Robert Haas)

PostgreSQL™ 9.5 introduced logic for speeding up comparisons of string data types by using the standard C library function `strxfrm()` as a substitute for `strcoll()`. It now emerges that most versions of glibc (Linux's implementation of the C library) have buggy implementations of `strxfrm()` that, in some locales, can produce string comparison results that do not match `strcoll()`. Until this problem can be better characterized, disable the optimization in all non-C locales. (C locale is safe since it uses neither `strcoll()` nor `strxfrm()`.)

Unfortunately, this problem affects not only sorting but also entry ordering in B-tree indexes, which means that B-tree indexes on text, varchar, or char columns may now be corrupt if they sort according to an affected locale and were built or modified

under PostgreSQL™ 9.5.0 or 9.5.1. Users should **REINDEX** indexes that might be affected.

It is not possible at this time to give an exhaustive list of known-affected locales. C locale is known safe, and there is no evidence of trouble in English-based locales such as en_US, but some other popular locales such as de_DE are affected in most glibc versions.

- Maintain row-security status properly in cached plans (Stephen Frost)

In a session that performs queries as more than one role, the plan cache might incorrectly re-use a plan that was generated for another role ID, thus possibly applying the wrong set of policies when row-level security (RLS) is in use. (CVE-2016-2193)

- Add must-be-superuser checks to some new contrib/pageinspect functions (Andreas Seltenerich)

Most functions in the pageinspect extension that inspect bytea values disallow calls by non-superusers, but brin_page_type() and brin_metapage_info() failed to do so. Passing contrived bytea values to them might crash the server or disclose a few bytes of server memory. Add the missing permissions checks to prevent misuse. (CVE-2016-3065)

- Fix incorrect handling of indexed ROW() comparisons (Simon Riggs)

Flaws in a minor optimization introduced in 9.5 caused incorrect results if the ROW() comparison matches the index ordering partially but not exactly (for example, differing column order, or the index contains both ASC and DESC columns). Pending a better solution, the optimization has been removed.

- Fix incorrect handling of NULL index entries in indexed ROW() comparisons (Tom Lane)

An index search using a row comparison such as ROW(a, b) > ROW('x', 'y') would stop upon reaching a NULL entry in the b column, ignoring the fact that there might be non-NULL b values associated with later values of a.

- Avoid unlikely data-loss scenarios due to renaming files without adequate fsync() calls before and after (Michael Paquier, Tomas Vondra, Andres Freund)

- Fix incorrect behavior when rechecking a just-modified row in a query that does **SELECT FOR UPDATE/SHARE** and contains some relations that need not be locked (Tom Lane)

Rows from non-locked relations were incorrectly treated as containing all NULLs during the recheck, which could result in incorrectly deciding that the updated row no longer passes the WHERE condition, or in incorrectly outputting NULLs.

- Fix bug in json_to_record() when a field of its input object contains a sub-object with a field name matching one of the requested output column names (Tom Lane)

- Fix nonsense result from two-argument form of jsonb_object() when called with empty arrays (Michael Paquier, Andrew Dunstan)

- Fix misbehavior in jsonb_set() when converting a path array element into an integer for use as an array subscript (Michael Paquier)

- Fix misformatting of negative time zone offsets by to_char()'s OF format code (Thomas Munro, Tom Lane)

- Fix possible incorrect logging of waits done by **INSERT ... ON CONFLICT** (Peter Geoghegan)

Log messages would sometimes claim that the wait was due to an exclusion constraint although no such constraint was responsible.

- Ignore recovery_min_apply_delay parameter until recovery has reached a consistent state (Michael Paquier)

Previously, standby servers would delay application of WAL records in response to recovery_min_apply_delay even while replaying the initial portion of WAL needed to make their database state valid. Since the standby is useless until it's reached a consistent database state, this was deemed unhelpful.

- Correctly handle cases where pg_subtrans is close to XID wraparound during server startup (Jeff Janes)

- Fix assorted bugs in logical decoding (Andres Freund)

Trouble cases included tuples larger than one page when replica identity is FULL, **UPDATEs** that change a primary key within a transaction large enough to be spooled to disk, incorrect reports of « subxact logged without previous toplevel record », and incorrect reporting of a transaction's commit time.

- Fix planner error with nested security barrier views when the outer view has a WHERE clause containing a correlated subquery (Dean Rasheed)

- Fix memory leak in GIN index searches (Tom Lane)

- Fix corner-case crash due to trying to free localeconv() output strings more than once (Tom Lane)

- Fix parsing of affix files for `ispell` dictionaries (Tom Lane)

The code could go wrong if the affix file contained any characters whose byte length changes during case-folding, for example `I` in Turkish UTF8 locales.

- Avoid use of `sscanf()` to parse `isspell` dictionary files (Artur Zakirov)

This dodges a portability problem on FreeBSD-derived platforms (including macOS).

- Fix atomic-operations code used on PPC with IBM's xlc compiler (Noah Misch)

This error led to rare failures of concurrent operations on that platform.

- Avoid a crash on old Windows versions (before 7SP1/2008R2SP1) with an AVX2-capable CPU and a Postgres build done with Visual Studio 2013 (Christian Ullrich)

This is a workaround for a bug in Visual Studio 2013's runtime library, which Microsoft have stated they will not fix in that version.

- Fix psql's tab completion logic to handle multibyte characters properly (Kyotaro Horiguchi, Robert Haas)

- Fix psql's tab completion for `SECURITY LABEL` (Tom Lane)

Pressing TAB after `SECURITY LABEL` might cause a crash or offering of inappropriate keywords.

- Make `pg_ctl` accept a wait timeout from the `PGCTLTIMEOUT` environment variable, if none is specified on the command line (Noah Misch)

This eases testing of slower buildfarm members by allowing them to globally specify a longer-than-normal timeout for postmaster startup and shutdown.

- Fix incorrect test for Windows service status in `pg_ctl` (Manuel Mathar)

The previous set of minor releases attempted to fix `pg_ctl` to properly determine whether to send log messages to Window's Event Log, but got the test backwards.

- Fix pgbench to correctly handle the combination of `-C` and `-M prepared` options (Tom Lane)

- In `pg_upgrade`, skip creating a deletion script when the new data directory is inside the old data directory (Bruce Momjian)

Blind application of the script in such cases would result in loss of the new data directory.

- In PL/Perl, properly translate empty Postgres arrays into empty Perl arrays (Alex Hunsaker)

- Make PL/Python cope with function names that aren't valid Python identifiers (Jim Nasby)

- Fix multiple mistakes in the statistics returned by `contrib/pgstattuple`'s `pgstatindex()` function (Tom Lane)

- Remove dependency on `pse` in MSVC builds, since it's no longer provided by core Perl (Michael Paquier, Andrew Dunstan)

- Update time zone data files to tzdata release 2016c for DST law changes in Azerbaijan, Chile, Haiti, Palestine, and Russia (Altai, Astrakhan, Kirov, Sakhalin, Ulyanovsk regions), plus historical corrections for Lithuania, Moldova, and Russia (Kalininograd, Samara, Volgograd).

E.15. Release 9.5.1

Release date: 2016-02-11

This release contains a variety of fixes from 9.5.0. For information about new features in the 9.5 major release, see Section E.16, « Release 9.5 ».

E.15.1. Migration to Version 9.5.1

A dump/restore is not required for those running 9.5.X.

E.15.2. Changes

- Fix infinite loops and buffer-overrun problems in regular expressions (Tom Lane)

Very large character ranges in bracket expressions could cause infinite loops in some cases, and memory overwrites in other cases. (CVE-2016-0773)

- Fix an oversight that caused hash joins to miss joining to some tuples of the inner relation in rare cases (Tomas Vondra, Tom

Lane)

- Avoid pushdown of HAVING clauses when grouping sets are used (Andrew Gierth)
- Fix deparsing of ON CONFLICT arbiter WHERE clauses (Peter Geoghegan)
- Make %h and %r escapes in log_line_prefix work for messages emitted due to log_connections (Tom Lane)
Previously, %h/%r started to work just after a new session had emitted the « connection received » log message; now they work for that message too.
- Avoid leaking a token handle during SSPI authentication (Christian Ullrich)
- Fix psql's \det command to interpret its pattern argument the same way as other \d commands with potentially schema-qualified patterns do (Reece Hart)
- In pg_ctl on Windows, check service status to decide where to send output, rather than checking if standard output is a terminal (Michael Paquier)
- Fix assorted corner-case bugs in pg_dump's processing of extension member objects (Tom Lane)
- Fix improper quoting of domain constraint names in pg_dump (Elvis Pranskevichus)
- Make pg_dump mark a view's triggers as needing to be processed after its rule, to prevent possible failure during parallel pg_restore (Tom Lane)
- Install guards in pgbench against corner-case overflow conditions during evaluation of script-specified division or modulo operators (Fabien Coelho, Michael Paquier)
- Suppress useless warning message when pg_receivexlog connects to a pre-9.4 server (Marco Nenciarini)
- Avoid dump/reload problems when using both plpython2 and plpython3 (Tom Lane)

In principle, both versions of PL/Python can be used in the same database, though not in the same session (because the two versions of libpython cannot safely be used concurrently). However, pg_restore and pg_upgrade both do things that can fall foul of the same-session restriction. Work around that by changing the timing of the check.

- Fix PL/Python regression tests to pass with Python 3.5 (Peter Eisentraut)
- Prevent certain PL/Java parameters from being set by non-superusers (Noah Misch)

This change mitigates a PL/Java security bug (CVE-2016-0766), which was fixed in PL/Java by marking these parameters as superuser-only. To fix the security hazard for sites that update PostgreSQL™ more frequently than PL/Java, make the core code aware of them also.

- Fix ecpg-supplied header files to not contain comments continued from a preprocessor directive line onto the next line (Michael Meskes)
Such a comment is rejected by ecpg. It's not yet clear whether ecpg itself should be changed.
- Fix hstore_to_json_loose()'s test for whether an hstore value can be converted to a JSON number (Tom Lane)
Previously this function could be fooled by non-alphanumeric trailing characters, leading to emitting syntactically-invalid JSON.
- In contrib/postgres_fdw, fix bugs triggered by use of tableoid in data-modifying commands (Etsuro Fujita, Robert Haas)
- Fix ill-advised restriction of NAMEDATALEN to be less than 256 (Robert Haas, Tom Lane)
- Improve reproducibility of build output by ensuring filenames are given to the linker in a fixed order (Christoph Berg)
This avoids possible bitwise differences in the produced executable files from one build to the next.
- Ensure that dynloader.h is included in the installed header files in MSVC builds (Bruce Momjian, Michael Paquier)
- Update time zone data files to tzdata release 2016a for DST law changes in Cayman Islands, Metlakatla, and Trans-Baikal Territory (Zabaykalsky Krai), plus historical corrections for Pakistan.

E.16. Release 9.5

Release date: 2016-01-07

E.16.1. Overview

Major enhancements in PostgreSQL™ 9.5 include:

- Allow **INSERTs** that would generate constraint conflicts to be turned into **UPDATEs** or ignored
- Add GROUP BY analysis features GROUPING SETS, CUBE and ROLLUP
- Add row-level security control
- Create mechanisms for tracking the progress of replication, including methods for identifying the origin of individual changes during logical replication
- Add Block Range Indexes (BRIN)
- Substantial performance improvements for sorting
- Substantial performance improvements for multi-CPU machines

The above items are explained in more detail in the sections below.

E.16.2. Migration to Version 9.5

A dump/restore using pg_dumpall(1), or use of pg_upgrade(1), is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Version 9.5 contains a number of changes that may affect compatibility with previous releases. Observe the following incompatibilities:

- Adjust operator precedence to match the SQL standard (Tom Lane)

The precedence of `<=`, `>=` and `<>` has been reduced to match that of `<`, `>` and `=`. The precedence of `IS` tests (e.g., `x IS NULL`) has been reduced to be just below these six comparison operators. Also, multi-keyword operators beginning with NOT now have the precedence of their base operator (for example, `NOT BETWEEN` now has the same precedence as `BETWEEN`) whereas before they had inconsistent precedence, behaving like NOT with respect to their left operand but like their base operator with respect to their right operand. The new configuration parameter `operator_precedence_warning` can be enabled to warn about queries in which these precedence changes result in different parsing choices.

- Change pg_ctl(1)'s default shutdown mode from `smart` to `fast` (Bruce Momjian)

This means the default behavior will be to forcibly cancel existing database sessions, not simply wait for them to exit.

- Use assignment cast behavior for data type conversions in PL/pgSQL assignments, rather than converting to and from text (Tom Lane)

This change causes conversions of Booleans to strings to produce `true` or `false`, not `t` or `f`. Other type conversions may succeed in more cases than before; for example, assigning a numeric value `3.9` to an integer variable will now assign `4` rather than failing. If no assignment-grade cast is defined for the particular source and destination types, PL/pgSQL will fall back to its old I/O conversion behavior.

- Allow characters in server command-line options to be escaped with a backslash (Andres Freund)

Formerly, spaces in the options string always separated options, so there was no way to include a space in an option value. Including a backslash in an option value now requires writing `\\"`.

- Change the default value of the GSSAPI `include_realm` parameter to 1, so that by default the realm is not removed from a GSS or SSPI principal name (Stephen Frost)

- Replace configuration parameter `checkpoint_segments` with `min_wal_size` and `max_wal_size` (Heikki Linnakangas)

If you previously adjusted `checkpoint_segments`, the following formula will give you an approximately equivalent setting:

```
max_wal_size = (3 * checkpoint_segments) * 16MB
```

Note that the default setting for `max_wal_size` is much higher than the default `checkpoint_segments` used to be, so adjusting it might no longer be necessary.

- Control the Linux OOM killer via new environment variables `PG_OOM_ADJUST_FILE` and `PG_OOM_ADJUST_VALUE`, instead of compile-time options `LINUX_OOM_SCORE_ADJ` and `LINUX_OOM_ADJ` (Gurjeet Singh)

- Decommission server configuration parameter `ssl_renegotiation_limit`, which was deprecated in earlier releases (Andres Freund)

While SSL renegotiation is a good idea in theory, it has caused enough bugs to be considered a net negative in practice, and it is due to be removed from future versions of the relevant standards. We have therefore removed support for it from PostgreSQL™. The `ssl_renegotiation_limit` parameter still exists, but cannot be set to anything but zero (disabled). It's not documented anymore, either.

- Remove server configuration parameter `autocommit`, which was already deprecated and non-operational (Tom Lane)
- Remove the pg_authid catalog's `rolcatupdate` field, as it had no usefulness (Adam Brightwell)
- The pg_stat_replication system view's `sent` field is now NULL, not zero, when it has no valid value (Magnus Hagander)
- Allow json and jsonb array extraction operators to accept negative subscripts, which count from the end of JSON arrays (Peter Geoghegan, Andrew Dunstan)

Previously, these operators returned NULL for negative subscripts.

E.16.3. Changes

Below you will find a detailed account of the changes between PostgreSQL™ 9.5 and the previous major release.

E.16.3.1. Server

E.16.3.1.1. Indexes

- Add Block Range Indexes (BRIN) (Álvaro Herrera)

BRIN indexes store only summary data (such as minimum and maximum values) for ranges of heap blocks. They are therefore very compact and cheap to update; but if the data is naturally clustered, they can still provide substantial speedup of searches.

- Allow queries to perform accurate distance filtering of bounding-box-indexed objects (polygons, circles) using GiST indexes (Alexander Korotkov, Heikki Linnakangas)

Previously, to exploit such an index a subquery had to be used to select a large number of rows ordered by bounding-box distance, and the result then had to be filtered further with a more accurate distance calculation.

- Allow GiST indexes to perform index-only scans (Anastasia Lubennikova, Heikki Linnakangas, Andreas Karlsson)
- Add configuration parameter `gin_pending_list_limit` to control the size of GIN pending lists (Fujii Masao)

This value can also be set on a per-index basis as an index storage parameter. Previously the pending-list size was controlled by `work_mem`, which was awkward because appropriate values for `work_mem` are often much too large for this purpose.

- Issue a warning during the creation of hash indexes because they are not crash-safe (Bruce Momjian)

E.16.3.1.2. General Performance

- Improve the speed of sorting of varchar, text, and numeric fields via « abbreviated » keys (Peter Geoghegan, Andrew Gierth, Robert Haas)
- Extend the infrastructure that allows sorting to be performed by inlined, non-SQL-callable comparison functions to cover **CREATE INDEX**, **REINDEX**, and **CLUSTER** (Peter Geoghegan)
- Improve performance of hash joins (Tomas Vondra, Robert Haas)
- Improve concurrency of shared buffer replacement (Robert Haas, Amit Kapila, Andres Freund)
- Reduce the number of page locks and pins during index scans (Kevin Grittner)

The primary benefit of this is to allow index vacuums to be blocked less often.

- Make per-backend tracking of buffer pins more memory-efficient (Andres Freund)
- Improve lock scalability (Andres Freund)

This particularly addresses scalability problems when running on systems with multiple CPU sockets.

- Allow the optimizer to remove unnecessary references to left-joined subqueries (David Rowley)
- Allow pushdown of query restrictions into subqueries with window functions, where appropriate (David Rowley)
- Allow a non-leakproof function to be pushed down into a security barrier view if the function does not receive any view output

columns (Dean Rasheed)

- Teach the planner to use statistics obtained from an expression index on a boolean-returning function, when a matching function call appears in WHERE (Tom Lane)
- Make **ANALYZE** compute basic statistics (null fraction and average column width) even for columns whose data type lacks an equality function (Oleksandr Shulgin)
- Speed up CRC (cyclic redundancy check) computations and switch to CRC-32C (Abhijit Menon-Sen, Heikki Linnakangas)
- Improve bitmap index scan performance (Teodor Sigaev, Tom Lane)
- Speed up **CREATE INDEX** by avoiding unnecessary memory copies (Robert Haas)
- Increase the number of buffer mapping partitions (Amit Kapila, Andres Freund, Robert Haas)

This improves performance for highly concurrent workloads.

E.16.3.1.3. Monitoring

- Add per-table autovacuum logging control via new `log_autovacuum_min_duration` storage parameter (Michael Paquier)
- Add new configuration parameter `cluster_name` (Thomas Munro)

This string, typically set in `postgresql.conf`, allows clients to identify the cluster. This name also appears in the process title of all server processes, allowing for easier identification of processes belonging to the same cluster.

- Prevent non-superusers from changing `log_disconnections` on connection startup (Fujii Masao)

E.16.3.1.4. SSL

- Check « Subject Alternative Names » in SSL server certificates, if present (Alexey Klyukin)

When they are present, this replaces checks against the certificate's « Common Name ».

- Add system view `pg_stat_ssl` to report SSL connection information (Magnus Hagander)

- Add `libpq` functions to return SSL information in an implementation-independent way (Heikki Linnakangas)

While `PQgetssl()` can still be used to call OpenSSL™ functions, it is now considered deprecated because future versions of `libpq` might support other SSL implementations. When possible, use the new functions `PQsslAttribute()`, `PQsslAttributeNames()`, and `PQsslInUse()` to obtain SSL information in an SSL-implementation-independent way.

- Make `libpq` honor any OpenSSL™ thread callbacks (Jan Urbanski)

Previously they were overwritten.

E.16.3.1.5. Server Settings

- Replace configuration parameter `checkpoint_segments` with `min_wal_size` and `max_wal_size` (Heikki Linnakangas)

This change allows the allocation of a large number of WAL files without keeping them after they are no longer needed. Therefore the default for `max_wal_size` has been set to 1GB, much larger than the old default for `checkpoint_segments`. Also note that standby servers perform restartpoints to try to limit their WAL space consumption to `max_wal_size`; previously they did not pay any attention to `checkpoint_segments`.

- Control the Linux OOM killer via new environment variables `PG_OOM_ADJUST_FILE` and `PG_OOM_ADJUST_VALUE` (Gurjeet Singh)

The previous OOM control infrastructure involved compile-time options `LINUX_OOM_SCORE_ADJ` and `LINUX_OOMAdj`, which are no longer supported. The new behavior is available in all builds.

- Allow recording of transaction commit time stamps when configuration parameter `track_commit_timestamp` is enabled (Álvaro Herrera, Petr Jelínek)

Time stamp information can be accessed using functions `pg_xact_commit_timestamp()` and `pg_last_committed_xact()`.

- Allow `local_preload_libraries` to be set by **ALTER ROLE SET** (Peter Eisentraut, Kyotaro Horiguchi)

- Allow autovacuum workers to respond to configuration parameter changes during a run (Michael Paquier)
- Make configuration parameter debug_assertions read-only (Andres Freund)

This means that assertions can no longer be turned off if they were enabled at compile time, allowing for more efficient code optimization. This change also removes the postgres -A option.

- Allow setting effective_ioConcurrency on systems where it has no effect (Peter Eisentraut)
- Add system view pg_file_settings to show the contents of the server's configuration files (Sawada Masahiko)
- Add pending_restart to the system view pg_settings to indicate a change has been made but will not take effect until a database restart (Peter Eisentraut)
- Allow **ALTER SYSTEM** values to be reset with **ALTER SYSTEM RESET** (Vik Fearing)

This command removes the specified setting from `postgresql.auto.conf`.

E.16.3.2. Replication and Recovery

- Create mechanisms for tracking the progress of replication, including methods for identifying the origin of individual changes during logical replication (Andres Freund)

This is helpful when implementing replication solutions.

- Rework truncation of the multixact commit log to be properly WAL-logged (Andres Freund)

This makes things substantially simpler and more robust.

- Add `recovery.conf` parameter `recovery_target_action` to control post-recovery activity (Petr Jelínek)

This replaces the old parameter `pause_at_recovery_target`.

- Add new archive_mode value `always` to allow standbys to always archive received WAL files (Fujii Masao)

- Add configuration parameter `wal_retrieve_retry_interval` to control WAL read retry after failure (Alexey Vasiliev, Michael Paquier)

This is particularly helpful for warm standbys.

- Allow compression of full-page images stored in WAL (Rahila Syed, Michael Paquier)

This feature reduces WAL volume, at the cost of more CPU time spent on WAL logging and WAL replay. It is controlled by a new configuration parameter `wal_compression`, which currently is off by default.

- Archive WAL files with suffix `.partial` during standby promotion (Heikki Linnakangas)

- Add configuration parameter `log_replication_commands` to log replication commands (Fujii Masao)

By default, replication commands, e.g. `IDENTIFY_SYSTEM`, are not logged, even when `log_statement` is set to `all`.

- Report the processes holding replication slots in `pg_replication_slots` (Craig Ringer)

The new output column is `active_pid`.

- Allow `recovery.conf`'s `primary_conninfo` setting to use connection URIs, e.g. `postgres://` (Alexander Shulgin)

E.16.3.3. Queries

- Allow **INSERTs** that would generate constraint conflicts to be turned into **UPDATEs** or ignored (Peter Geoghegan, Heikki Linnakangas, Andres Freund)

The syntax is **INSERT ... ON CONFLICT DO NOTHING/UPDATE**. This is the Postgres implementation of the popular **UPSERT** command.

- Add GROUP BY analysis features GROUPING SETS, CUBE and ROLLUP (Andrew Gierth, Atri Sharma)

- Allow setting multiple target columns in an **UPDATE** from the result of a single sub-SELECT (Tom Lane)

This is accomplished using the syntax **UPDATE tab SET (col1, col2, ...) = (SELECT ...)**.

- Add **SELECT** option `SKIP LOCKED` to skip locked rows (Thomas Munro)

This does not throw an error for locked rows like `NOWAIT` does.

- Add **SELECT** option TABLESAMPLE to return a subset of a table (Petr Jelínek)

This feature supports the SQL-standard table sampling methods. In addition, there are provisions for user-defined table sampling methods.

- Suggest possible matches for mistyped column names (Peter Geoghegan, Robert Haas)

E.16.3.4. Utility Commands

- Add more details about sort ordering in **EXPLAIN** output (Marius Timmer, Lukas Kreft, Arne Scheffer)

Details include COLLATE, DESC, USING, and NULLS FIRST/LAST.

- Make **VACUUM** log the number of pages skipped due to pins (Jim Nasby)

- Make **TRUNCATE** properly update the pg_stat* tuple counters (Alexander Shulgin)

- Allow **REINDEX** to reindex an entire schema using the SCHEMA option (Sawada Masahiko)

- Add VERBOSE option to **REINDEX** (Sawada Masahiko)

- Prevent **REINDEX DATABASE** and **SCHEMA** from outputting object names, unless VERBOSE is used (Simon Riggs)

- Remove obsolete FORCE option from **REINDEX** (Fujii Masao)

E.16.3.5. Object Manipulation

- Add row-level security control (Craig Ringer, KaiGai Kohei, Adam Brightwell, Dean Rasheed, Stephen Frost)

This feature allows row-by-row control over which users can add, modify, or even see rows in a table. This is controlled by new commands **CREATE/ALTER/DROP POLICY** and **ALTER TABLE ... ENABLE/DISABLE ROW SECURITY**.

- Allow changing of the WAL logging status of a table after creation with **ALTER TABLE ... SET LOGGED / UNLOGGED** (Fabrício de Royes Mello)

- Add IF NOT EXISTS clause to **CREATE TABLE AS**, **CREATE INDEX**, **CREATE SEQUENCE**, and **CREATE MATERIALIZED VIEW** (Fabrício de Royes Mello)

- Add support for IF EXISTS to **ALTER TABLE ... RENAME CONSTRAINT** (Bruce Momjian)

- Allow some DDL commands to accept CURRENT_USER or SESSION_USER, meaning the current user or session user, in place of a specific user name (Kyotaro Horiguchi, Álvaro Herrera)

This feature is now supported in **ALTER USER(7)**, **ALTER GROUP(7)**, **ALTER ROLE(7)**, **GRANT(7)**, and **ALTER object OWNER TO** commands.

- Support comments on domain constraints (Álvaro Herrera)

- Reduce lock levels of some create and alter trigger and foreign key commands (Simon Riggs, Andreas Karlsson)

- Allow **LOCK TABLE ... ROW EXCLUSIVE MODE** for those with **INSERT** privileges on the target table (Stephen Frost)

Previously this command required **UPDATE**, **DELETE**, or **TRUNCATE** privileges.

- Apply table and domain CHECK constraints in order by name (Tom Lane)

The previous ordering was indeterminate.

- Allow **CREATE/ALTER DATABASE** to manipulate datistemplate and datallowconn (Vik Fearing)

This allows these per-database settings to be changed without manually modifying the pg_database system catalog.

E.16.3.5.1. Foreign Tables

- Add support for IMPORT FOREIGN SCHEMA(7) (Ronan Dunklau, Michael Paquier, Tom Lane)

This command allows automatic creation of local foreign tables that match the structure of existing tables on a remote server.

- Allow CHECK constraints to be placed on foreign tables (Shigeru Hanada, Etsuro Fujita)

Such constraints are assumed to be enforced on the remote server, and are not enforced locally. However, they are assumed to hold for purposes of query optimization, such as constraint exclusion.

- Allow foreign tables to participate in alliance (Shigeru Hanada, Etsuro Fujita)

To let this work naturally, foreign tables are now allowed to have check constraints marked as not valid, and to set storage and OID characteristics, even though these operations are effectively no-ops for a foreign table.

- Allow foreign data wrappers and custom scans to implement join pushdown (KaiGai Kohei)

E.16.3.5.2. Event Triggers

- Whenever a `ddl_command_end` event trigger is installed, capture details of DDL activity for it to inspect (Álvaro Herrera)

This information is available through a set-returning function `pg_event_trigger_ddl_commands()`, or by inspection of C data structures if that function doesn't provide enough detail.

- Allow event triggers on table rewrites caused by **ALTER TABLE** (Dimitri Fontaine)

- Add event trigger support for database-level **COMMENT**, **SECURITY LABEL**, and **GRANT/REVOKE** (Álvaro Herrera)

- Add columns to the output of `pg_event_trigger_dropped_objects` (Álvaro Herrera)

This allows simpler processing of delete operations.

E.16.3.6. Data Types

- Allow the `xml` data type to accept empty or all-whitespace content values (Peter Eisentraut)

This is required by the SQL/XML specification.

- Allow `macaddr` input using the format `xxxx-xxxx-xxxx` (Herwin Weststrate)

- Disallow non-SQL-standard syntax for interval with both precision and field specifications (Bruce Momjian)

Per the standard, such type specifications should be written as, for example, `INTERVAL MINUTE TO SECOND(2)`. PostgreSQL™ formerly allowed this to be written as `INTERVAL(2) MINUTE TO SECOND`, but it must now be written in the standard way.

- Add selectivity estimators for `inet/cidr` operators and improve estimators for text search functions (Emre Hasegeli, Tom Lane)

- Add data types `regrole` and `regnamespace` to simplify entering and pretty-printing the OID of a role or namespace (Kyotaro Horiguchi)

E.16.3.6.1. JSON

- Add `jsonb` functions `jsonb_set()` and `jsonb_pretty()` (Dmitry Dolgov, Andrew Dunstan, Petr Jelínek)

- Add `jsonb` generator functions `to_jsonb()`, `jsonb_object()`, `jsonb_build_object()`, `jsonb_build_array()`, `jsonb_agg()`, and `jsonb_object_agg()` (Andrew Dunstan)

Equivalent functions already existed for type `json`.

- Reduce casting requirements to/from `json` and `jsonb` (Tom Lane)

- Allow text, text array, and integer values to be subtracted from `jsonb` documents (Dmitry Dolgov, Andrew Dunstan)

- Add `jsonb ||` operator (Dmitry Dolgov, Andrew Dunstan)

- Add `json_strip_nulls()` and `jsonb_strip_nulls()` functions to remove JSON null values from documents (Andrew Dunstan)

E.16.3.7. Functions

- Add `generate_series()` for numeric values (Plato Malugin)

- Allow `array_agg()` and `ARRAY()` to take arrays as inputs (Ali Akbar, Tom Lane)

- Add functions `array_position()` and `array_positions()` to return subscripts of array values (Pavel Stehule)

- Add a point-to-polygon distance operator <-> (Alexander Korotkov)
- Allow multibyte characters as escapes in `SIMILAR TO` and `SUBSTRING` (Jeff Davis)
Previously, only a single-byte character was allowed as an escape.
- Add a `width_bucket()` variant that supports any sortable data type and non-uniform bucket widths (Petr Jelínek)
- Add an optional `missing_ok` argument to `pg_read_file()` and related functions (Michael Paquier, Heikki Linnakangas)
- Allow `=>` to specify named parameters in function calls (Pavel Stehule)
Previously only `:=` could be used. This requires removing the possibility for `=>` to be a user-defined operator. Creation of user-defined `=>` operators has been issuing warnings since PostgreSQL 9.0.
- Add POSIX-compliant rounding for platforms that use PostgreSQL-supplied rounding functions (Pedro Gimeno Fortea)

E.16.3.7.1. System Information Functions and Views

- Add function `pg_get_object_address()` to return OIDs that uniquely identify an object, and function `pg_identify_object_as_address()` to return object information based on OIDs (Álvaro Herrera)
- Loosen security checks for viewing queries in `pg_stat_activity`, executing `pg_cancel_backend()`, and executing `pg_terminate_backend()` (Stephen Frost)
Previously, only the specific role owning the target session could perform these operations; now membership in that role is sufficient.
- Add `pg_stat_get_snapshot_timestamp()` to output the time stamp of the statistics snapshot (Matt Kelly)
This represents the last time the snapshot file was written to the file system.
- Add `mxid_age()` to compute multi-xid age (Bruce Momjian)

E.16.3.7.2. Aggregates

- Add `min()`/`max()` aggregates for `inet/cidr` data types (Haribabu Kommi)
- Use 128-bit integers, where supported, as accumulators for some aggregate functions (Andreas Karlsson)

E.16.3.8. Server-Side Languages

- Improve support for composite types in PL/Python (Ed Behn, Ronan Dunklau)
This allows PL/Python functions to return arrays of composite types.
- Reduce lossiness of PL/Python floating-point value conversions (Marko Kreen)
- Allow specification of conversion routines between SQL data types and data types of procedural languages (Peter Eisentraut)
This change adds new commands **CREATE/DROP TRANSFORM**. This also adds optional transformations between the `hstore` and `ltree` types to/from PL/Perl and PL/Python.

E.16.3.8.1. PL/pgSQL Server-Side Language

- Improve PL/pgSQL array performance (Tom Lane)
- Add an **ASSERT** statement in PL/pgSQL (Pavel Stehule)
- Allow more PL/pgSQL keywords to be used as identifiers (Tom Lane)

E.16.3.9. Client Applications

- Move `pg_archivecleanup`, `pg_test_fsync`, `pg_test_timing`, and `pg_xlogdump` from `contrib` to `src/bin` (Peter Eisentraut)
This should result in these programs being installed by default in most installations.
- Add `pg_rewind`, which allows re-synchronizing a master server after failback (Heikki Linnakangas)

- Allow pg_recvexlog to manage physical replication slots (Michael Paquier)
This is controlled via new --create-slot and --drop-slot options.
 - Allow pg_recvexlog to synchronously flush WAL to storage using new --synchronous option (Furuya Osamu, Fujii Masao)
Without this, WAL files are fsync'ed only on close.
 - Allow vacuumdb to vacuum in parallel using new --jobs option (Dilip Kumar)
 - In vacuumdb, do not prompt for the same password repeatedly when multiple connections are necessary (Haribabu Kommi, Michael Paquier)
 - Add --verbose option to reindexdb (Sawada Masahiko)
 - Make pg_basebackup use a tablespace mapping file when using tar format, to support symbolic links and file paths of 100+ characters in length on MS Windows (Amit Kapila)
 - Add pg_xlogdump option --stats to display summary statistics (Abhijit Menon-Sen)
-
- Allow psql to produce AsciiDoc output (Szymon Guz)
 - Add an errors mode that displays only failed commands to psql's ECHO variable (Pavel Stehule)
This behavior can also be selected with psql's -b option.
 - Provide separate column, header, and border linestyle control in psql's unicode linestyle (Pavel Stehule)
Single or double lines are supported; the default is single.
 - Add new option %l in psql's PROMPT variables to display the current multiline statement line number (Sawada Masahiko)
 - Add \pset option pager_min_lines to control pager invocation (Andrew Dunstan)
 - Improve psql line counting used when deciding to invoke the pager (Andrew Dunstan)
 - psql now fails if the file specified by an --output or --log-file switch cannot be written (Tom Lane, Daniel Vérité)
Previously, it effectively ignored the switch in such cases.
 - Add psql tab completion when setting the search_path variable (Jeff Janes)
Currently only the first schema can be tab-completed.
 - Improve psql's tab completion for triggers and rules (Andreas Karlsson)

1. Backslash Commands

- Add psql \? help sections variables and options (Pavel Stehule)
\? variables shows psql's special variables and \? options shows the command-line options. \? commands shows the meta-commands, which is the traditional output and remains the default. These help displays can also be obtained with the command-line option --help=section.
 - Show tablespace size in psql's \db+ (Fabrício de Royes Mello)
 - Show data type owners in psql's \dT+ (Magnus Hagander)
 - Allow psql's \watch to output \timing information (Fujii Masao)
Also prevent --echo-hidden from echoing \watch queries, since that is generally unwanted.
 - Make psql's \sf and \ef commands honor ECHO_HIDDEN (Andrew Dunstan)
 - Improve psql tab completion for \set, \unset, and :variable names (Pavel Stehule)
 - Allow tab completion of role names in psql \c commands (Ian Barwick)
-
- Allow pg_dump to share a snapshot taken by another session using --snapshot (Simon Riggs, Michael Paquier)
The remote snapshot must have been exported by pg_export_snapshot() or logical replication slot creation. This can

be used to share a consistent snapshot across multiple pg_dump processes.

- Support table sizes exceeding 8GB in tar archive format (Tom Lane)

The POSIX standard for tar format does not allow elements of a tar archive to exceed 8GB, but most modern implementations of tar support an extension that does allow it. Use the extension format when necessary, rather than failing.

- Make pg_dump always print the server and pg_dump versions (Jing Wang)

Previously, version information was only printed in --verbose mode.

- Remove the long-ignored -i/--ignore-version option from pg_dump, pg_dumpall, and pg_restore (Fujii Masao)

- Support multiple pg_ctl -o options, concatenating their values (Bruce Momjian)

- Allow control of pg_ctl's event source logging on MS Windows (MauMau)

This only controls pg_ctl, not the server, which has separate settings in postgresql.conf.

- If the server's listen address is set to a wildcard value (0.0.0.0 in IPv4 or :: in IPv6), connect via the loopback address rather than trying to use the wildcard address literally (Kondo Yuta)

This fix primarily affects Windows, since on other platforms pg_ctl will prefer to use a Unix-domain socket.

- Move pg_upgrade from contrib to src/bin (Peter Eisentraut)

In connection with this change, the functionality previously provided by the pg_upgrade_support module has been moved into the core server.

- Support multiple pg_upgrade -o/-O options, concatenating their values (Bruce Momjian)

- Improve database collation comparisons in pg_upgrade (Heikki Linnakangas)

- Remove support for upgrading from 8.3 clusters (Bruce Momjian)

- Move pgbench from contrib to src/bin (Peter Eisentraut)

- Fix calculation of TPS number « excluding connections establishing » (Tatsuo Ishii, Fabien Coelho)

The overhead for connection establishment was miscalculated whenever the number of pgbench threads was less than the number of client connections. Although this is clearly a bug, we won't back-patch it into pre-9.5 branches since it makes TPS numbers not comparable to previous results.

- Allow counting of pgbench transactions that take over a specified amount of time (Fabien Coelho)

This is controlled by a new --latency-limit option.

- Allow pgbench to generate Gaussian/exponential distributions using \setrandom (Kondo Mitsumasa, Fabien Coelho)

• Allow pgbench's \set command to handle arithmetic expressions containing more than one operator, and add % (modulo) to the set of operators it supports (Robert Haas, Fabien Coelho)

E.16.3.10. Source Code

- Simplify WAL record format (Heikki Linnakangas)

This allows external tools to more easily track what blocks are modified.

- Improve the representation of transaction commit and abort WAL records (Andres Freund)

- Add atomic memory operations API (Andres Freund)

- Allow custom path and scan methods (KaiGai Kohei, Tom Lane)

This allows extensions greater control over the optimizer and executor.

- Allow foreign data wrappers to do post-filter locking (Etsuro Fujita)

- Foreign tables can now take part in INSERT ... ON CONFLICT DO NOTHING queries (Peter Geoghegan, Heikki Linna-

kangas, Andres Freund)

Foreign data wrappers must be modified to handle this. **INSERT ... ON CONFLICT DO UPDATE** is not supported on foreign tables.

- Improve `hash_create()`'s API for selecting simple-binary-key hash functions (Teodor Sigaev, Tom Lane)
- Improve parallel execution infrastructure (Robert Haas, Amit Kapila, Noah Misch, Rushabh Lathia, Jeevan Chalke)
- Remove Alpha™ (CPU) and Tru64 (OS) ports (Andres Freund)
- Remove swap-byte-based spinlock implementation for ARMv5 and earlier CPUs (Robert Haas)
ARMv5's weak memory ordering made this locking implementation unsafe. Spinlock support is still possible on newer gcc implementations with atomics support.
- Generate an error when excessively long (100+ character) file paths are written to tar files (Peter Eisentraut)
Tar does not support such overly-long paths.
- Change index operator class for columns `pg_seclabel.provider` and `pg_shseclabel.provider` to be `text_pattern_ops` (Tom Lane)
This avoids possible problems with these indexes when different databases of a cluster have different default collations.
- Change the spinlock primitives to function as compiler barriers (Robert Haas)

E.16.3.10.1. MS Windows

- Allow higher-precision time stamp resolution on Windows 8, Windows Server 2012, and later Windows systems (Craig Ringer)
- Install shared libraries to `bin` in MS Windows (Peter Eisentraut, Michael Paquier)
- Install `src/test/modules` together with `contrib` on MSVC™ builds (Michael Paquier)
- Allow `configure`'s `--with-extra-version` option to be honored by the MSVC™ build (Michael Paquier)
- Pass `PGFILEDESC` into MSVC™ contrib builds (Michael Paquier)
- Add icons to all MSVC™-built binaries and version information to all MS Windows binaries (Noah Misch)
MinGW already had such icons.
- Add optional-argument support to the internal `getopt_long()` implementation (Michael Paquier, Andres Freund)
This is used by the MSVC™ build.

E.16.3.11. Additional Modules

- Add statistics for minimum, maximum, mean, and standard deviation times to `pg_stat_statements` (Mitsumasa Kondo, Andrew Dunstan)
- Add pgcrypto function `pgp_armor_headers()` to extract PGP™ armor headers (Marko Tiikkaja, Heikki Linnakangas)
- Allow empty replacement strings in unaccent (Mohammad Alhashash)
This is useful in languages where diacritic signs are represented as separate characters.
- Allow multicharacter source strings in unaccent (Tom Lane)
This could be useful in languages where diacritic signs are represented as separate characters. It also allows more complex unaccent dictionaries.
- Add `contrib` modules `tsm_system_rows` and `tsm_system_time` to allow additional table sampling methods (Petr Jelínek)
- Add GIN index inspection functions to `pageinspect` (Heikki Linnakangas, Peter Geoghegan, Michael Paquier)
- Add information about buffer pins to `pg_buffercache display` (Andres Freund)
- Allow `pgstattuple` to report approximate answers with less overhead using `pgstattuple_approx()` (Abhijit Menon-Sen)
- Move `dummy_seclabel`, `test_shm_mq`, `test_parser`, and `worker_spi` from `contrib` to `src/test/modules` (Álvaro Herrera)

These modules are only meant for server testing, so they do not need to be built or installed when packaging PostgreSQL™.

E.17. Release 9.4.14

Release date: 2017-08-31

This release contains a small number of fixes from 9.4.13. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.17.1. Migration to Version 9.4.14

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.13, see Section E.18, « Release 9.4.13 ».

E.17.2. Changes

- Fix failure of walsender processes to respond to shutdown signals (Marco Nenciarini)

A missed flag update resulted in walsenders continuing to run as long as they had a standby server connected, preventing primary-server shutdown unless immediate shutdown mode is used.

- Show foreign tables in information_schema.table_privileges view (Peter Eisentraut)

All other relevant information_schema views include foreign tables, but this one ignored them.

Since this view definition is installed by initdb, merely upgrading will not fix the problem. If you need to fix this in an existing installation, you can, as a superuser, do this in psql:

```
BEGIN;
DROP SCHEMA information_schema CASCADE;
\i $SHAREDIR/information_schema.sql
COMMIT;
```

(Run `pg_config --sharedir` if you're uncertain where `$SHAREDIR` is.) This must be repeated in each database to be fixed.

- Clean up handling of a fatal exit (e.g., due to receipt of SIGTERM) that occurs while trying to execute a **ROLLBACK** of a failed transaction (Tom Lane)

This situation could result in an assertion failure. In production builds, the exit would still occur, but it would log an unexpected message about « cannot drop active portal ».

- Remove assertion that could trigger during a fatal exit (Tom Lane)
- Correctly identify columns that are of a range type or domain type over a composite type or domain type being searched for (Tom Lane)

Certain **ALTER** commands that change the definition of a composite type or domain type are supposed to fail if there are any stored values of that type in the database, because they lack the infrastructure needed to update or check such values. Previously, these checks could miss relevant values that are wrapped inside range types or sub-domains, possibly allowing the database to become inconsistent.

- Fix crash in pg_restore when using parallel mode and using a list file to select a subset of items to restore (Fabrício de Royes Mello)
- Change ecpg's parser to allow RETURNING clauses without attached C variables (Michael Meskes)

This allows ecpg programs to contain SQL constructs that use RETURNING internally (for example, inside a CTE) rather than using it to define values to be returned to the client.

- Improve selection of compiler flags for PL/Perl on Windows (Tom Lane)

This fix avoids possible crashes of PL/Perl due to inconsistent assumptions about the width of time_t values. A side-effect that may be visible to extension developers is that _USE_32BIT_TIME_T is no longer defined globally in PostgreSQL™ Windows builds. This is not expected to cause problems, because type time_t is not used in any PostgreSQL™ API definitions.

E.18. Release 9.4.13

Release date: 2017-08-10

This release contains a variety of fixes from 9.4.12. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.18.1. Migration to Version 9.4.13

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if you use foreign data servers that make use of user passwords for authentication, see the first changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.12, see Section E.19, « Release 9.4.12 ».

E.18.2. Changes

- Further restrict visibility of pg_user_mappings.umoptions, to protect passwords stored as user mapping options (Noah Misch)

The fix for CVE-2017-7486 was incorrect: it allowed a user to see the options in her own user mapping, even if she did not have USAGE permission on the associated foreign server. Such options might include a password that had been provided by the server owner rather than the user herself. Since information_schema.user_mapping_options does not show the options in such cases, pg_user_mappings should not either. (CVE-2017-7547)

By itself, this patch will only fix the behavior in newly initdb'd databases. If you wish to apply this change in an existing database, you will need to do the following:

- Restart the postmaster after adding allow_system_table_mods = true to postgresql.conf. (In versions supporting **ALTER SYSTEM**, you can use that to make the configuration change, but you'll still need a restart.)
- In *each* database of the cluster, run the following commands as superuser:

```
SET search_path = pg_catalog;
CREATE OR REPLACE VIEW pg_user_mappings AS
SELECT
    U.oid          AS umid,
    S.oid          AS srvid,
    S.srvname      AS srvname,
    U.umuser       AS umuser,
    CASE WHEN U.umuser = 0 THEN
        'public'
    ELSE
        A.rolname
    END AS username,
    CASE WHEN (U.umuser <> 0 AND A.rolname = current_user
              AND (pg_has_role(S.srvowner, 'USAGE')
                    OR has_server_privilege(S.oid, 'USAGE')))
          OR (U.umuser = 0 AND pg_has_role(S.srvowner, 'USAGE'))
          OR (SELECT rolsuper FROM pg_authid WHERE rolname =
               current_user)
        THEN U.umoptions
    ELSE NULL END AS umoptions
FROM pg_user_mapping U
    LEFT JOIN pg_authid A ON (A.oid = U.umuser) JOIN
    pg_foreign_server S ON (U.umserver = S.oid);
```

- Do not forget to include the template0 and template1 databases, or the vulnerability will still exist in databases you create later. To fix template0, you'll need to temporarily make it accept connections. In PostgreSQL™ 9.5 and later, you can use

```
ALTER DATABASE template0 WITH ALLOW_CONNECTIONS true;
```

and then after fixing template0, undo that with

```
ALTER DATABASE template0 WITH ALLOW_CONNECTIONS false;
```

In prior versions, instead use

```
UPDATE pg_database SET datallowconn = true WHERE datname = 'template0';
UPDATE pg_database SET datallowconn = false WHERE datname = 'template0';
```

4. Finally, remove the `allow_system_table_mods` configuration setting, and again restart the postmaster.

- Disallow empty passwords in all password-based authentication methods (Heikki Linnakangas)

libpq ignores empty password specifications, and does not transmit them to the server. So, if a user's password has been set to the empty string, it's impossible to log in with that password via psql or other libpq-based clients. An administrator might therefore believe that setting the password to empty is equivalent to disabling password login. However, with a modified or non-libpq-based client, logging in could be possible, depending on which authentication method is configured. In particular the most common method, md5, accepted empty passwords. Change the server to reject empty passwords in all cases. (CVE-2017-7546)

- Make `lo_put()` check for UPDATE privilege on the target large object (Tom Lane, Michael Paquier)

`lo_put()` should surely require the same permissions as `lowrite()`, but the check was missing, allowing any user to change the data in a large object. (CVE-2017-7548)

- Fix concurrent locking of tuple update chains (Álvaro Herrera)

If several sessions concurrently lock a tuple update chain with nonconflicting lock modes using an old snapshot, and they all succeed, it was possible for some of them to nonetheless fail (and conclude there is no live tuple version) due to a race condition. This had consequences such as foreign-key checks failing to see a tuple that definitely exists but is being updated concurrently.

- Fix potential data corruption when freezing a tuple whose XMAX is a multixact with exactly one still-interesting member (Teodor Sigaev)
- Avoid integer overflow and ensuing crash when sorting more than one billion tuples in-memory (Sergey Koposov)
- On Windows, retry process creation if we fail to reserve the address range for our shared memory in the new process (Tom Lane, Amit Kapila)

This is expected to fix infrequent child-process-launch failures that are probably due to interference from antivirus products.

- Fix low-probability corruption of shared predicate-lock hash table in Windows builds (Thomas Munro, Tom Lane)
- Avoid logging clean closure of an SSL connection as though it were a connection reset (Michael Paquier)
- Prevent sending SSL session tickets to clients (Tom Lane)

This fix prevents reconnection failures with ticket-aware client-side SSL code.

- Fix code for setting `tcp_keepalives_idle` on Solaris (Tom Lane)
 - Fix statistics collector to honor inquiry messages issued just after a postmaster shutdown and immediate restart (Tom Lane)
- Statistics inquiries issued within half a second of the previous postmaster shutdown were effectively ignored.

- Ensure that the statistics collector's receive buffer size is at least 100KB (Tom Lane)

This reduces the risk of dropped statistics data on older platforms whose default receive buffer size is less than that.

- Fix possible creation of an invalid WAL segment when a standby is promoted just after it processes an `XLOG_SWITCH` WAL record (Andres Freund)
- Fix `walsender` to exit promptly when client requests shutdown (Tom Lane)
- Fix `SIGHUP` and `SIGUSR1` handling in `walsender` processes (Petr Jelinek, Andres Freund)
- Prevent `walsender`-triggered panics during shutdown checkpoints (Andres Freund, Michael Paquier)
- Fix unnecessarily slow restarts of `walreceiver` processes due to race condition in postmaster (Tom Lane)
- Fix logical decoding failure with very wide tuples (Andres Freund)

Logical decoding crashed on tuples that are wider than 64KB (after compression, but with all data in-line). The case arises on-

- ly when `REPLICA IDENTITY FULL` is enabled for a table containing such tuples.
- Fix leakage of small subtransactions spilled to disk during logical decoding (Andres Freund)
This resulted in temporary files consuming excessive disk space.
 - Reduce the work needed to build snapshots during creation of logical-decoding slots (Andres Freund, Petr Jelinek)
The previous algorithm was infeasibly expensive on a server with a lot of open transactions.
 - Fix race condition that could indefinitely delay creation of logical-decoding slots (Andres Freund, Petr Jelinek)
 - Reduce overhead in processing syscache invalidation events (Tom Lane)
This is particularly helpful for logical decoding, which triggers frequent cache invalidation.
 - Fix cases where an **INSERT** or **UPDATE** assigns to more than one element of a column that is of domain-over-array type (Tom Lane)
 - Allow window functions to be used in sub-**SELECT**s that are within the arguments of an aggregate function (Tom Lane)
 - Move autogenerated array types out of the way during **ALTER ... RENAME** (Vik Fearing)
Previously, we would rename a conflicting autogenerated array type out of the way during **CREATE**; this fix extends that behavior to renaming operations.
 - Ensure that **ALTER USER ... SET** accepts all the syntax variants that **ALTER ROLE ... SET** does (Peter Eisentraut)
 - Properly update dependency info when changing a datatype I/O function's argument or return type from opaque to the correct type (Heikki Linnakangas)
- CREATE TYPE** updates I/O functions declared in this long-obsolete style, but it forgot to record a dependency on the type, allowing a subsequent **DROP TYPE** to leave broken function definitions behind.
- Reduce memory usage when **ANALYZE** processes a tsvector column (Heikki Linnakangas)
 - Fix unnecessary precision loss and sloppy rounding when multiplying or dividing money values by integers or floats (Tom Lane)
Depending on the prevailing locale, these functions could misinterpret fragments of multibyte characters as whitespace.
 - Tighten checks for whitespace in functions that parse identifiers, such as `regprocedurein()` (Tom Lane)
This avoids portability problems, typically manifesting as a « handshake » mismatch during library load, when working with recent Perl versions.
 - In libpq, reset GSS/SASL and SSPI authentication state properly after a failed connection attempt (Michael Paquier)
Failure to do this meant that when falling back from SSL to non-SSL connections, a GSS/SASL failure in the SSL attempt would always cause the non-SSL attempt to fail. SSPI did not fail, but it leaked memory.
 - In psql, fix failure when **COPY FROM STDIN** is ended with a keyboard EOF signal and then another **COPY FROM STDIN** is attempted (Thomas Munro)
This misbehavior was observed on BSD-derived platforms (including macOS), but not on most others.
 - Fix pg_dump and pg_restore to emit **REFRESH MATERIALIZED VIEW** commands last (Tom Lane)
This prevents errors during dump/restore when a materialized view refers to tables owned by a different user.
 - Improve pg_dump/pg_restore's reporting of error conditions originating in zlib (Vladimir Kunschikov, Álvaro Herrera)
 - Fix pg_dump with the `--clean` option to drop event triggers as expected (Tom Lane)
It also now correctly assigns ownership of event triggers; before, they were restored as being owned by the superuser running the restore script.
 - Fix pg_dump to not emit invalid SQL for an empty operator class (Daniel Gustafsson)
 - Fix pg_dump output to stdout on Windows (Kuntal Ghosh)
A compressed plain-text dump written to stdout would contain corrupt data due to failure to put the file descriptor into binary mode.
 - Fix pg_get_ruledef() to print correct output for the `ON SELECT` rule of a view whose columns have been renamed

(Tom Lane)

In some corner cases, pg_dump relies on `pg_get_ruledef()` to dump views, so that this error could result in dump/reload failures.

- Fix dumping of outer joins with empty constraints, such as the result of a `NATURAL LEFT JOIN` with no common columns (Tom Lane)

- Fix dumping of function expressions in the `FROM` clause in cases where the expression does not deparse into something that looks like a function call (Tom Lane)

- Fix `pg_basebackup` output to `stdout` on Windows (Haribabu Kommi)

A backup written to `stdout` would contain corrupt data due to failure to put the file descriptor into binary mode.

- Fix `pg_upgrade` to ensure that the ending WAL record does not have `wal_level = minimum` (Bruce Momjian)

This condition could prevent upgraded standby servers from reconnecting.

- In `postgres_fdw`, re-establish connections to remote servers after `ALTER SERVER` or `ALTER USER MAPPING` commands (Kyotaro Horiguchi)

This ensures that option changes affecting connection parameters will be applied promptly.

- In `postgres_fdw`, allow cancellation of remote transaction control commands (Robert Haas, Rafia Sabih)

This change allows us to quickly escape a wait for an unresponsive remote server in many more cases than previously.

- Increase `MAX_SYSCACHE_CALLBACKS` to provide more room for extensions (Tom Lane)

- Always use `-fPIC`, not `-fpic`, when building shared libraries with `gcc` (Tom Lane)

This supports larger extension libraries on platforms where it makes a difference.

- Fix unescaped-braces issue in our build scripts for Microsoft MSVC, to avoid a warning or error from recent Perl versions (Andrew Dunstan)

- In MSVC builds, handle the case where the `openssl` library is not within a VC subdirectory (Andrew Dunstan)

- In MSVC builds, add proper include path for `libxml2` header files (Andrew Dunstan)

This fixes a former need to move things around in standard Windows installations of `libxml2`.

- In MSVC builds, recognize a `Tcl` library that is named `tcl186.lib` (Noah Misch)

- In MSVC builds, honor `PROVE_FLAGS` settings on `vcregress.pl`'s command line (Andrew Dunstan)

E.19. Release 9.4.12

Release date: 2017-05-11

This release contains a variety of fixes from 9.4.11. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.19.1. Migration to Version 9.4.12

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if you use foreign data servers that make use of user passwords for authentication, see the first changelog entry below.

Also, if you are using third-party replication tools that depend on « logical decoding », see the fourth changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.11, see Section E.20, « Release 9.4.11 ».

E.19.2. Changes

- Restrict visibility of `pg_user_mappings.umoptions`, to protect passwords stored as user mapping options (Michael Paquier, Feike Steenbergen)

The previous coding allowed the owner of a foreign server object, or anyone he has granted server `USAGE` permission to, to see the options for all user mappings associated with that server. This might well include passwords for other users. Adjust the view definition to match the behavior of `information_schema.user_mapping_options`, namely that these options are visible to the user being mapped, or if the mapping is for `PUBLIC` and the current user is the server owner, or if the current user is a su-

peruser. (CVE-2017-7486)

By itself, this patch will only fix the behavior in newly initdb'd databases. If you wish to apply this change in an existing database, follow the corrected procedure shown in the changelog entry for CVE-2017-7547, in Section E.18, « Release 9.4.13 ».

- Prevent exposure of statistical information via leaky operators (Peter Eisentraut)

Some selectivity estimation functions in the planner will apply user-defined operators to values obtained from pg_statistic, such as most common values and histogram entries. This occurs before table permissions are checked, so a nefarious user could exploit the behavior to obtain these values for table columns he does not have permission to read. To fix, fall back to a default estimate if the operator's implementation function is not certified leak-proof and the calling user does not have permission to read the table column whose statistics are needed. At least one of these criteria is satisfied in most cases in practice. (CVE-2017-7484)

- Restore libpq's recognition of the PGREQUIRESSL environment variable (Daniel Gustafsson)

Processing of this environment variable was unintentionally dropped in PostgreSQL™ 9.3, but its documentation remained. This creates a security hazard, since users might be relying on the environment variable to force SSL-encrypted connections, but that would no longer be guaranteed. Restore handling of the variable, but give it lower priority than PGSSLMODE, to avoid breaking configurations that work correctly with post-9.3 code. (CVE-2017-7485)

- Fix possibly-invalid initial snapshot during logical decoding (Petr Jelinek, Andres Freund)

The initial snapshot created for a logical decoding replication slot was potentially incorrect. This could cause third-party tools that use logical decoding to copy incomplete/inconsistent initial data. This was more likely to happen if the source server was busy at the time of slot creation, or if another logical slot already existed.

If you are using a replication tool that depends on logical decoding, and it should have copied a nonempty data set at the start of replication, it is advisable to recreate the replica after installing this update, or to verify its contents against the source server.

- Fix possible corruption of « init forks » of unlogged indexes (Robert Haas, Michael Paquier)

This could result in an unlogged index being set to an invalid state after a crash and restart. Such a problem would persist until the index was dropped and rebuilt.

- Fix incorrect reconstruction of pg_subtrans entries when a standby server replays a prepared but uncommitted two-phase transaction (Tom Lane)

In most cases this turned out to have no visible ill effects, but in corner cases it could result in circular references in pg_subtrans, potentially causing infinite loops in queries that examine rows modified by the two-phase transaction.

- Avoid possible crash in walsender due to failure to initialize a string buffer (Stas Kelvich, Fujii Masao)

- Fix postmaster's handling of `fork()` failure for a background worker process (Tom Lane)

Previously, the postmaster updated portions of its state as though the process had been launched successfully, resulting in subsequent confusion.

- Ensure parsing of queries in extension scripts sees the results of immediately-preceding DDL (Julien Rouaud, Tom Lane)

Due to lack of a cache flush step between commands in an extension script file, non-utility queries might not see the effects of an immediately preceding catalog change, such as **ALTER TABLE ... RENAME**.

- Skip tablespace privilege checks when **ALTER TABLE ... ALTER COLUMN TYPE** rebuilds an existing index (Noah Misch)

The command failed if the calling user did not currently have CREATE privilege for the tablespace containing the index. That behavior seems unhelpful, so skip the check, allowing the index to be rebuilt where it is.

- Fix **ALTER TABLE ... VALIDATE CONSTRAINT** to not recurse to child tables when the constraint is marked NO INHERIT (Amit Langote)

This fix prevents unwanted « constraint does not exist » failures when no matching constraint is present in the child tables.

- Fix **VACUUM** to account properly for pages that could not be scanned due to conflicting page pins (Andrew Gierth)

This tended to lead to underestimation of the number of tuples in the table. In the worst case of a small heavily-contended table, **VACUUM** could incorrectly report that the table contained no tuples, leading to very bad planning choices.

- Ensure that bulk-tuple-transfer loops within a hash join are interruptible by query cancel requests (Tom Lane, Thomas Munro)

- Fix integer-overflow problems in interval comparison (Kyotaro Horiguchi, Tom Lane)

The comparison operators for type interval could yield wrong answers for intervals larger than about 296000 years. Indexes on columns containing such large values should be reindexed, since they may be corrupt.

- Fix `cursor_to_xml()` to produce valid output with `tableforest = false` (Thomas Munro, Peter Eisentraut)

Previously it failed to produce a wrapping `<table>` element.

- Fix roundoff problems in `float8_timestamptz()` and `make_interval()` (Tom Lane)

These functions truncated, rather than rounded, when converting a floating-point value to integer microseconds; that could cause unexpectedly off-by-one results.

- Improve performance of `pg_timezone_names` view (Tom Lane, David Rowley)

- Reduce memory management overhead for contexts containing many large blocks (Tom Lane)

- Fix sloppy handling of corner-case errors from `lseek()` and `close()` (Tom Lane)

Neither of these system calls are likely to fail in typical situations, but if they did, `fd.c` could get quite confused.

- Fix incorrect check for whether postmaster is running as a Windows service (Michael Paquier)

This could result in attempting to write to the event log when that isn't accessible, so that no logging happens at all.

- Fix ecpg to support **COMMIT PREPARED** and **ROLLBACK PREPARED** (Masahiko Sawada)

- Fix a double-free error when processing dollar-quoted string literals in ecpg (Michael Meskes)

- In `pg_dump`, fix incorrect schema and owner marking for comments and security labels of some types of database objects (Giuseppe Broccolo, Tom Lane)

In simple cases this caused no ill effects; but for example, a schema-selective restore might omit comments it should include, because they were not marked as belonging to the schema of their associated object.

- Avoid emitting an invalid list file in `pg_restore -l` when SQL object names contain newlines (Tom Lane)

Replace newlines by spaces, which is sufficient to make the output valid for `pg_restore -L`'s purposes.

- Fix `pg_upgrade` to transfer comments and security labels attached to « large objects » (blobs) (Stephen Frost)

Previously, blobs were correctly transferred to the new database, but any comments or security labels attached to them were lost.

- Improve error handling in contrib/adminpack's `pg_file_write()` function (Noah Misch)

Notably, it failed to detect errors reported by `fclose()`.

- In contrib/dblink, avoid leaking the previous unnamed connection when establishing a new unnamed connection (Joe Conway)

- Fix contrib/pg_trgm's extraction of trigrams from regular expressions (Tom Lane)

In some cases it would produce a broken data structure that could never match anything, leading to GIN or GiST indexscans that use a trigram index not finding any matches to the regular expression.

- In contrib/postgres_fdw, transmit query cancellation requests to the remote server (Michael Paquier, Etsuro Fujita)

Previously, a local query cancellation request did not cause an already-sent remote query to terminate early. This is a back-patch of work originally done for 9.6.

- Support OpenSSL 1.1.0 (Heikki Linnakangas, Andreas Karlsson, Tom Lane)

This is a back-patch of work previously done in newer branches; it's needed since many platforms are adopting newer OpenSSL versions.

- Support Tcl 8.6 in MSVC builds (Álvaro Herrera)

- Sync our copy of the timezone library with IANA release tzcode2017b (Tom Lane)

This fixes a bug affecting some DST transitions in January 2038.

- Update time zone data files to tzdata release 2017b for DST law changes in Chile, Haiti, and Mongolia, plus historical corrections for Ecuador, Kazakhstan, Liberia, and Spain. Switch to numeric abbreviations for numerous time zones in South America, the Pacific and Indian oceans, and some Asian and Middle Eastern countries.

The IANA time zone database previously provided textual abbreviations for all time zones, sometimes making up abbrevia-

tions that have little or no currency among the local population. They are in process of reversing that policy in favor of using numeric UTC offsets in zones where there is no evidence of real-world use of an English abbreviation. At least for the time being, PostgreSQL™ will continue to accept such removed abbreviations for timestamp input. But they will not be shown in the pg_timezone_names view nor used for output.

- Use correct daylight-savings rules for POSIX-style time zone names in MSVC builds (David Rowley)

The Microsoft MSVC build scripts neglected to install the posixrules file in the timezone directory tree. This resulted in the timezone code falling back to its built-in rule about what DST behavior to assume for a POSIX-style time zone name. For historical reasons that still corresponds to the DST rules the USA was using before 2007 (i.e., change on first Sunday in April and last Sunday in October). With this fix, a POSIX-style zone name will use the current and historical DST transition dates of the US/Eastern zone. If you don't want that, remove the posixrules file, or replace it with a copy of some other zone file (see Section 8.5.3, « Fuseaux horaires »). Note that due to caching, you may need to restart the server to get such changes to take effect.

E.20. Release 9.4.11

Release date: 2017-02-09

This release contains a variety of fixes from 9.4.10. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.20.1. Migration to Version 9.4.11

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if your installation has been affected by the bug described in the first changelog entry below, then after updating you may need to take action to repair corrupted indexes.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.10, see Section E.21, « Release 9.4.10 ».

E.20.2. Changes

- Fix a race condition that could cause indexes built with **CREATE INDEX CONCURRENTLY** to be corrupt (Pavan Deolalikar, Tom Lane)

If **CREATE INDEX CONCURRENTLY** was used to build an index that depends on a column not previously indexed, then rows updated by transactions that ran concurrently with the **CREATE INDEX** command could have received incorrect index entries. If you suspect this may have happened, the most reliable solution is to rebuild affected indexes after installing this update.

- Ensure that the special snapshot used for catalog scans is not invalidated by premature data pruning (Tom Lane)

Backends failed to account for this snapshot when advertising their oldest xmin, potentially allowing concurrent vacuuming operations to remove data that was still needed. This led to transient failures along the lines of « cache lookup failed for relation 1255 ».

- Unconditionally WAL-log creation of the « init fork » for an unlogged table (Michael Paquier)

Previously, this was skipped when wal_level = minimal, but actually it's necessary even in that case to ensure that the unlogged table is properly reset to empty after a crash.

- Reduce interlocking on standby servers during the replay of btree index vacuuming operations (Simon Riggs)

This change avoids substantial replication delays that sometimes occurred while replaying such operations.

- If the stats collector dies during hot standby, restart it (Takayuki Tsunakawa)

- Ensure that hot standby feedback works correctly when it's enabled at standby server start (Ants Aasma, Craig Ringer)

- Check for interrupts while hot standby is waiting for a conflicting query (Simon Riggs)

- Avoid constantly respawning the autovacuum launcher in a corner case (Amit Khandekar)

This fix avoids problems when autovacuum is nominally off and there are some tables that require freezing, but all such tables are already being processed by autovacuum workers.

- Fix check for when an extension member object can be dropped (Tom Lane)

Extension upgrade scripts should be able to drop member objects, but this was disallowed for serial-column sequences, and possibly other cases.

- Make sure **ALTER TABLE** preserves index tablespace assignments when rebuilding indexes (Tom Lane, Michael Paquier)
Previously, non-default settings of default_tablespace could result in broken indexes.
- Fix incorrect updating of trigger function properties when changing a foreign-key constraint's deferrability properties with **ALTER TABLE ... ALTER CONSTRAINT** (Tom Lane)
This led to odd failures during subsequent exercise of the foreign key, as the triggers were fired at the wrong times.
- Prevent dropping a foreign-key constraint if there are pending trigger events for the referenced relation (Tom Lane)
This avoids « could not find trigger *NNN* » or « relation *NNN* has no triggers » errors.
- Fix processing of OID column when a table with OIDs is associated to a parent with OIDs via **ALTER TABLE ... INHERIT** (Amit Langote)
The OID column should be treated the same as regular user columns in this case, but it wasn't, leading to odd behavior in later alliance changes.

- Fix **CREATE OR REPLACE VIEW** to update the view query before attempting to apply the new view options (Dean Rasheed)

Previously the command would fail if the new options were inconsistent with the old view definition.

- Report correct object identity during **ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION** (Artur Zakirov)
The wrong catalog OID was reported to extensions such as logical decoding.
- Check for serializability conflicts before reporting constraint-violation failures (Thomas Munro)

When using serializable transaction isolation, it is desirable that any error due to concurrent transactions should manifest as a serialization failure, thereby cueing the application that a retry might succeed. Unfortunately, this does not reliably happen for duplicate-key failures caused by concurrent insertions. This change ensures that such an error will be reported as a serialization error if the application explicitly checked for the presence of a conflicting key (and did not find it) earlier in the transaction.

- Prevent multicolumn expansion of *foo*.*** in an **UPDATE** source expression (Tom Lane)

This led to « UPDATE target count mismatch --- internal error ». Now the syntax is understood as a whole-row variable, as it would be in other contexts.

- Ensure that column typmods are determined accurately for multi-row VALUES constructs (Tom Lane)
This fixes problems occurring when the first value in a column has a determinable typmod (e.g., length for a varchar value) but later values don't share the same limit.

- Throw error for an unfinished Unicode surrogate pair at the end of a Unicode string (Tom Lane)

Normally, a Unicode surrogate leading character must be followed by a Unicode surrogate trailing character, but the check for this was missed if the leading character was the last character in a Unicode string literal (`U& ' . . . '`) or Unicode identifier (`U& " . . . "`).

- Ensure that a purely negative text search query, such as `! foo`, matches empty tsvectors (Tom Dunstan)

Such matches were found by GIN index searches, but not by sequential scans or GiST index searches.

- Prevent crash when `ts_rewrite()` replaces a non-top-level subtree with an empty query (Artur Zakirov)

- Fix performance problems in `ts_rewrite()` (Tom Lane)

- Fix `ts_rewrite()`'s handling of nested NOT operators (Tom Lane)

- Fix `array_fill()` to handle empty arrays properly (Tom Lane)

- Fix one-byte buffer overrun in `quote_literal_cstr()` (Heikki Linnakangas)

The overrun occurred only if the input consisted entirely of single quotes and/or backslashes.

- Prevent multiple calls of `pg_start_backup()` and `pg_stop_backup()` from running concurrently (Michael Paquier)
This avoids an assertion failure, and possibly worse things, if someone tries to run these functions in parallel.
- Avoid discarding interval-to-interval casts that aren't really no-ops (Tom Lane)

In some cases, a cast that should result in zeroing out low-order interval fields was mistakenly deemed to be a no-op and discarded. An example is that casting from INTERVAL MONTH to INTERVAL YEAR failed to clear the months field.

- Ensure that cached plans are invalidated by changes in foreign-table options (Amit Langote, Etsuro Fujita, Ashutosh Bapat)
- Fix pg_dump to dump user-defined casts and transforms that use built-in functions (Stephen Frost)
- Fix pg_restore with `--create --if-exists` to behave more sanely if an archive contains unrecognized **DROP** commands (Tom Lane)

This doesn't fix any live bug, but it may improve the behavior in future if pg_restore is used with an archive generated by a later pg_dump version.

- Fix pg_basebackup's rate limiting in the presence of slow I/O (Antonin Houska)

If disk I/O was transiently much slower than the specified rate limit, the calculation overflowed, effectively disabling the rate limit for the rest of the run.

- Fix pg_basebackup's handling of symlinked pg_stat_tmp and pg_replslot subdirectories (Magnus Hagander, Michael Paquier)
- Fix possible pg_basebackup failure on standby server when including WAL files (Amit Kapila, Robert Haas)
- Ensure that the Python exception objects we create for PL/Python are properly reference-counted (Rafa de la Torre, Tom Lane)

This avoids failures if the objects are used after a Python garbage collection cycle has occurred.

- Fix PL/Tcl to support triggers on tables that have .tupno as a column name (Tom Lane)

This matches the (previously undocumented) behavior of PL/Tcl's **spi_exec** and **spi_execp** commands, namely that a magic .tupno column is inserted only if there isn't a real column named that.

- Allow DOS-style line endings in ~/.pgpass files, even on Unix (Vik Fearing)

This change simplifies use of the same password file across Unix and Windows machines.

- Fix one-byte buffer overrun if ecpg is given a file name that ends with a dot (Takayuki Tsunakawa)
- Fix psql's tab completion for **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** (Gilles Darold, Stephen Frost)
- In psql, treat an empty or all-blank setting of the PAGER environment variable as meaning « no pager » (Tom Lane)
Previously, such a setting caused output intended for the pager to vanish entirely.
- Improve contrib/dblink's reporting of low-level libpq errors, such as out-of-memory (Joe Conway)
- Teach contrib/dblink to ignore irrelevant server options when it uses a contrib/postgres_fdw foreign server as the source of connection options (Corey Huinker)

Previously, if the foreign server object had options that were not also libpq connection options, an error occurred.

- On Windows, ensure that environment variable changes are propagated to DLLs built with debug options (Christian Ullrich)
- Sync our copy of the timezone library with IANA release tzcode2016j (Tom Lane)

This fixes various issues, most notably that timezone data installation failed if the target directory didn't support hard links.

- Update time zone data files to tzdata release 2016j for DST law changes in northern Cyprus (adding a new zone Asia/Famagusta), Russia (adding a new zone Europe/Saratov), Tonga, and Antarctica/Casey. Historical corrections for Italy, Kazakhstan, Malta, and Palestine. Switch to preferring numeric zone abbreviations for Tonga.

E.21. Release 9.4.10

Release date: 2016-10-27

This release contains a variety of fixes from 9.4.9. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.21.1. Migration to Version 9.4.10

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if your installation has been affected by the bug described in the first changelog entry below, then after updating you may need to take action to repair corrupted free space maps.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.6, see Section E.25, « Release 9.4.6 ».

E.21.2. Changes

- Fix WAL-logging of truncation of relation free space maps and visibility maps (Pavan Deolasee, Heikki Linnakangas)

It was possible for these files to not be correctly restored during crash recovery, or to be written incorrectly on a standby server. Bogus entries in a free space map could lead to attempts to access pages that have been truncated away from the relation itself, typically producing errors like « could not read block XXX: read only 0 of 8192 bytes ». Checksum failures in the visibility map are also possible, if checksumming is enabled.

Procedures for determining whether there is a problem and repairing it if so are discussed at https://wiki.postgresql.org/wiki/free_space_map_problems.

- Fix incorrect creation of GIN index WAL records on big-endian machines (Tom Lane)

The typical symptom was « unexpected GIN leaf action » errors during WAL replay.

- Fix **SELECT FOR UPDATE/SHARE** to correctly lock tuples that have been updated by a subsequently-aborted transaction (Álvaro Herrera)

In 9.5 and later, the **SELECT** would sometimes fail to return such tuples at all. A failure has not been proven to occur in earlier releases, but might be possible with concurrent updates.

- Fix EvalPlanQual rechecks involving CTE scans (Tom Lane)

The recheck would always see the CTE as returning no rows, typically leading to failure to update rows that were recently updated.

- Fix improper repetition of previous results from hashed aggregation in a subquery (Andrew Gierth)

The test to see if we can reuse a previously-computed hash table of the aggregate state values neglected the possibility of an outer query reference appearing in an aggregate argument expression. A change in the value of such a reference should lead to recalculating the hash table, but did not.

- Fix query-lifespan memory leak in a bulk **UPDATE** on a table with a PRIMARY KEY or REPLICA IDENTITY index (Tom Lane)

- Fix **EXPLAIN** to emit valid XML when track_io_timing is on (Markus Winand)

Previously the XML output-format option produced syntactically invalid tags such as <I/O-Read-Time>. That is now rendered as <I-O-Read-Time>.

- Suppress printing of zeroes for unmeasured times in **EXPLAIN** (Maksim Milyutin)

Certain option combinations resulted in printing zero values for times that actually aren't ever measured in that combination. Our general policy in **EXPLAIN** is not to print such fields at all, so do that consistently in all cases.

- Fix timeout length when **VACUUM** is waiting for exclusive table lock so that it can truncate the table (Simon Riggs)

The timeout was meant to be 50 milliseconds, but it was actually only 50 microseconds, causing **VACUUM** to give up on truncation much more easily than intended. Set it to the intended value.

- Fix bugs in merging allied CHECK constraints while creating or altering a table (Tom Lane, Amit Langote)

Allow identical CHECK constraints to be added to a parent and child table in either order. Prevent merging of a valid constraint from the parent table with a NOT VALID constraint on the child. Likewise, prevent merging of a NO INHERIT child constraint with an allied constraint.

- Remove artificial restrictions on the values accepted by numeric_in() and numeric_recv() (Tom Lane)

We allow numeric values up to the limit of the storage format (more than 1e100000), so it seems fairly pointless that numeric_in() rejected scientific-notation exponents above 1000. Likewise, it was silly for numeric_recv() to reject more than 1000 digits in an input value.

- Avoid very-low-probability data corruption due to testing tuple visibility without holding buffer lock (Thomas Munro, Peter Geoghegan, Tom Lane)

- Fix logical WAL decoding to work properly when a subtransaction's WAL output is large enough to spill to disk (Andres Freund)

- Fix buffer overread in logical WAL decoding (Tom Lane)

Logical decoding of a tuple update record read 23 bytes too many, which was usually harmless but with very bad luck could result in a crash.

- Fix file descriptor leakage when truncating a temporary relation of more than 1GB (Andres Freund)

- Disallow starting a standalone backend with `standby_mode` turned on (Michael Paquier)

This can't do anything useful, since there will be no WAL receiver process to fetch more WAL data; and it could result in misbehavior in code that wasn't designed with this situation in mind.

- Properly initialize replication slot state when recycling a previously-used slot (Michael Paquier)

This failure to reset all of the fields of the slot could prevent **VACUUM** from removing dead tuples.

- Round shared-memory allocation request to a multiple of the actual huge page size when attempting to use huge pages on Linux (Tom Lane)

This avoids possible failures during `munmap()` on systems with atypical default huge page sizes. Except in crash-recovery cases, there were no ill effects other than a log message.

- Use a more random value for the dynamic shared memory control segment's ID (Robert Haas, Tom Lane)

Previously, the same value would be chosen every time, because it was derived from `random()` but `srandom()` had not yet been called. While relatively harmless, this was not the intended behavior.

- On Windows, retry creation of the dynamic shared memory control segment after an access-denied error (Kyotaro Horiguchi, Amit Kapila)

Windows sometimes returns `ERROR_ACCESS_DENIED` rather than `ERROR_ALREADY_EXISTS` when there is an existing segment. This led to postmaster startup failure due to believing that the former was an unrecoverable error.

- Don't try to share SSL contexts across multiple connections in libpq (Heikki Linnakangas)

This led to assorted corner-case bugs, particularly when trying to use different SSL parameters for different connections.

- Avoid corner-case memory leak in libpq (Tom Lane)

The reported problem involved leaking an error report during `PQreset()`, but there might be related cases.

- Make ecpg's `--help` and `--version` options work consistently with our other executables (Haribabu Kommi)

- Fix pgbench's calculation of average latency (Fabien Coelho)

The calculation was incorrect when there were `\sleep` commands in the script, or when the test duration was specified in number of transactions rather than total time.

- In pg_dump, never dump range constructor functions (Tom Lane)

This oversight led to pg_upgrade failures with extensions containing range types, due to duplicate creation of the constructor functions.

- In pg_xlogdump, retry opening new WAL segments when using `--follow` option (Magnus Hagander)

This allows for a possible delay in the server's creation of the next segment.

- Fix pg_xlogdump to cope with a WAL file that begins with a continuation record spanning more than one page (Pavan Deolalikar)

- Fix contrib/pg_buffercache to work when `shared_buffers` exceeds 256GB (KaiGai Kohei)

Fix contrib/intarray/bench/bench.pl to print the results of the **EXPLAIN** it does when given the `-e` option (Daniel Gustafsson)

- Install TAP test infrastructure so that it's available for extension testing (Craig Ringer)

When PostgreSQL™ has been configured with `--enable-tap-tests`, « make install » will now install the Perl support files for TAP testing where PGXS can find them. This allows non-core extensions to use `$(prove_check)` without extra tests.

- In MSVC builds, include pg_recvlogical in a client-only installation (MauMau)

- Update Windows time zone mapping to recognize some time zone names added in recent Windows versions (Michael Paquier)

- Prevent failure of obsolete dynamic time zone abbreviations (Tom Lane)

If a dynamic time zone abbreviation does not match any entry in the referenced time zone, treat it as equivalent to the time zone name. This avoids unexpected failures when IANA removes abbreviations from their time zone database, as they did in tzdata release 2016f and seem likely to do again in the future. The consequences were not limited to not recognizing the individual abbreviation; any mismatch caused the pg_timezone_abbrevs view to fail altogether.

- Update time zone data files to tzdata release 2016h for DST law changes in Palestine and Turkey, plus historical corrections for Turkey and some regions of Russia. Switch to numeric abbreviations for some time zones in Antarctica, the former Soviet Union, and Sri Lanka.

The IANA time zone database previously provided textual abbreviations for all time zones, sometimes making up abbreviations that have little or no currency among the local population. They are in process of reversing that policy in favor of using numeric UTC offsets in zones where there is no evidence of real-world use of an English abbreviation. At least for the time being, PostgreSQL™ will continue to accept such removed abbreviations for timestamp input. But they will not be shown in the pg_timezone_names view nor used for output.

In this update, AMT is no longer shown as being in use to mean Armenia Time. Therefore, we have changed the Default abbreviation set to interpret it as Amazon Time, thus UTC-4 not UTC+4.

E.22. Release 9.4.9

Release date: 2016-08-11

This release contains a variety of fixes from 9.4.8. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.22.1. Migration to Version 9.4.9

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.6, see Section E.25, « Release 9.4.6 ».

E.22.2. Changes

- Fix possible mis-evaluation of nested CASE-WHEN expressions (Heikki Linnakangas, Michael Paquier, Tom Lane)

A CASE expression appearing within the test value subexpression of another CASE could become confused about whether its own test value was null or not. Also, inlining of a SQL function implementing the equality operator used by a CASE expression could result in passing the wrong test value to functions called within a CASE expression in the SQL function's body. If the test values were of different data types, a crash might result; moreover such situations could be abused to allow disclosure of portions of server memory. (CVE-2016-5423)

- Fix client programs' handling of special characters in database and role names (Noah Misch, Nathan Bossart, Michael Paquier)

Numerous places in vacuumdb and other client programs could become confused by database and role names containing double quotes or backslashes. Tighten up quoting rules to make that safe. Also, ensure that when a conninfo string is used as a database name parameter to these programs, it is correctly treated as such throughout.

Fix handling of paired double quotes in psql's **\connect** and **\password** commands to match the documentation.

Introduce a new **-reuse-previous** option in psql's **\connect** command to allow explicit control of whether to re-use connection parameters from a previous connection. (Without this, the choice is based on whether the database name looks like a conninfo string, as before.) This allows secure handling of database names containing special characters in pg_dumpall scripts.

pg_dumpall now refuses to deal with database and role names containing carriage returns or newlines, as it seems impractical to quote those characters safely on Windows. In future we may reject such names on the server side, but that step has not been taken yet.

These are considered security fixes because crafted object names containing special characters could have been used to execute commands with superuser privileges the next time a superuser executes pg_dumpall or other routine maintenance operations. (CVE-2016-5424)

- Fix corner-case misbehaviors for **IS NULL/IS NOT NULL** applied to nested composite values (Andrew Gierth, Tom Lane)

The SQL standard specifies that **IS NULL** should return TRUE for a row of all null values (thus **ROW(NULL,NULL) IS NULL** yields TRUE), but this is not meant to apply recursively (thus **ROW(NULL, ROW(NULL,NULL)) IS NULL** yields

FALSE). The core executor got this right, but certain planner optimizations treated the test as recursive (thus producing TRUE in both cases), and contrib/postgres_fdw could produce remote queries that misbehaved similarly.

- Make the inet and cidr data types properly reject IPv6 addresses with too many colon-separated fields (Tom Lane)
- Prevent crash in `close_ps()` (the point ## lseg operator) for NaN input coordinates (Tom Lane)
Make it return NULL instead of crashing.
- Avoid possible crash in `pg_get_expr()` when inconsistent values are passed to it (Michael Paquier, Thomas Munro)
- Fix several one-byte buffer over-reads in `to_number()` (Peter Eisentraut)

In several cases the `to_number()` function would read one more character than it should from the input string. There is a small chance of a crash, if the input happens to be adjacent to the end of memory.

- Do not run the planner on the query contained in `CREATE MATERIALIZED VIEW` or `CREATE TABLE AS` when `WITH NO DATA` is specified (Michael Paquier, Tom Lane)

This avoids some unnecessary failure conditions, for example if a stable function invoked by the materialized view depends on a table that doesn't exist yet.

- Avoid unsafe intermediate state during expensive paths through `heap_update()` (Masahiko Sawada, Andres Freund)

Previously, these cases locked the target tuple (by setting its XMAX) but did not WAL-log that action, thus risking data integrity problems if the page were spilled to disk and then a database crash occurred before the tuple update could be completed.

- Fix hint bit update during WAL replay of row locking operations (Andres Freund)

The only known consequence of this problem is that row locks held by a prepared, but uncommitted, transaction might fail to be enforced after a crash and restart.

- Avoid unnecessary « could not serialize access » errors when acquiring `FOR KEY SHARE` row locks in serializable mode (Álvaro Herrera)

- Avoid crash in `postgres -C` when the specified variable has a null string value (Michael Paquier)

- Fix possible loss of large subtransactions in logical decoding (Petru-Florin Mihancea)

- Fix failure of logical decoding when a subtransaction contains no actual changes (Marko Tiikkaja, Andrew Gierth)

- Ensure that backends see up-to-date statistics for shared catalogs (Tom Lane)

The statistics collector failed to update the statistics file for shared catalogs after a request from a regular backend. This problem was partially masked because the autovacuum launcher regularly makes requests that did cause such updates; however, it became obvious with autovacuum disabled.

- Avoid redundant writes of the statistics files when multiple backends request updates close together (Tom Lane, Tomas Vondra)

- Avoid consuming a transaction ID during **VACUUM** (Alexander Korotkov)

Some cases in **VACUUM** unnecessarily caused an XID to be assigned to the current transaction. Normally this is negligible, but if one is up against the XID wraparound limit, consuming more XIDs during anti-wraparound vacuums is a very bad thing.

- Avoid canceling hot-standby queries during **VACUUM FREEZE** (Simon Riggs, Álvaro Herrera)

VACUUM FREEZE on an otherwise-idle master server could result in unnecessary cancellations of queries on its standby servers.

- Prevent possible failure when vacuuming multixact IDs in an installation that has been `pg_upgrade`'d from pre-9.3 (Andrew Gierth, Álvaro Herrera)

The usual symptom of this bug is errors like « MultiXactId NNN has not been created yet -- apparent wraparound ».

- When a manual **ANALYZE** specifies a column list, don't reset the table's `changes_since_analyze` counter (Tom Lane)
If we're only analyzing some columns, we should not prevent routine auto-analyze from happening for the other columns.

- Fix **ANALYZE**'s overestimation of `n_distinct` for a unique or nearly-unique column with many null entries (Tom Lane)

The nulls could get counted as though they were themselves distinct values, leading to serious planner misestimates in some types of queries.

- Prevent autovacuum from starting multiple workers for the same shared catalog (Álvaro Herrera)

Normally this isn't much of a problem because the vacuum doesn't take long anyway; but in the case of a severely bloated catalog, it could result in all but one worker uselessly waiting instead of doing useful work on other tables.

- Avoid duplicate buffer lock release when abandoning a b-tree index page deletion attempt (Tom Lane)

This mistake prevented **VACUUM** from completing in some cases involving corrupt b-tree indexes.

- Prevent infinite loop in GiST index build for geometric columns containing NaN component values (Tom Lane)

- Fix `contrib/btree_gin` to handle the smallest possible bigint value correctly (Peter Eisentraut)

- Teach libpq to correctly decode server version from future servers (Peter Eisentraut)

It's planned to switch to two-part instead of three-part server version numbers for releases after 9.6. Make sure that `PQserverVersion()` returns the correct value for such cases.

- Fix ecpg's code for `unsigned long long` array elements (Michael Meskes)

In `pg_dump` with both `-c` and `-C` options, avoid emitting an unwanted `CREATE SCHEMA public` command (David Johnston, Tom Lane)

- Improve handling of SIGTERM/control-C in parallel `pg_dump` and `pg_restore` (Tom Lane)

Make sure that the worker processes will exit promptly, and also arrange to send query-cancel requests to the connected backends, in case they are doing something long-running such as a `CREATE INDEX`.

- Fix error reporting in parallel `pg_dump` and `pg_restore` (Tom Lane)

Previously, errors reported by `pg_dump` or `pg_restore` worker processes might never make it to the user's console, because the messages went through the master process, and there were various deadlock scenarios that would prevent the master process from passing on the messages. Instead, just print everything to `stderr`. In some cases this will result in duplicate messages (for instance, if all the workers report a server shutdown), but that seems better than no message.

- Ensure that parallel `pg_dump` or `pg_restore` on Windows will shut down properly after an error (Kyotaro Horiguchi)

Previously, it would report the error, but then just sit until manually stopped by the user.

- Make `pg_dump` behave better when built without zlib support (Kyotaro Horiguchi)

It didn't work right for parallel dumps, and emitted some rather pointless warnings in other cases.

- Make `pg_basebackup` accept `-Z 0` as specifying no compression (Fujii Masao)

- Fix makefiles' rule for building AIX shared libraries to be safe for parallel make (Noah Misch)

- Fix TAP tests and MSVC scripts to work when build directory's path name contains spaces (Michael Paquier, Kyotaro Horiguchi)

- Be more predictable about reporting « statement timeout » versus « lock timeout » (Tom Lane)

On heavily loaded machines, the regression tests sometimes failed due to reporting « lock timeout » even though the statement timeout should have occurred first.

- Make regression tests safe for Danish and Welsh locales (Jeff Janes, Tom Lane)

Change some test data that triggered the unusual sorting rules of these locales.

- Update our copy of the timezone code to match IANA's tzcode release 2016c (Tom Lane)

This is needed to cope with anticipated future changes in the time zone data files. It also fixes some corner-case bugs in coping with unusual time zones.

- Update time zone data files to tzdata release 2016f for DST law changes in Kemerovo and Novosibirsk, plus historical corrections for Azerbaijan, Belarus, and Morocco.

E.23. Release 9.4.8

Release date: 2016-05-12

This release contains a variety of fixes from 9.4.7. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.23.1. Migration to Version 9.4.8

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.6, see Section E.25, « Release 9.4.6 ».

E.23.2. Changes

- Clear the OpenSSL error queue before OpenSSL calls, rather than assuming it's clear already; and make sure we leave it clear afterwards (Peter Geoghegan, Dave Vitek, Peter Eisentraut)

This change prevents problems when there are multiple connections using OpenSSL within a single process and not all the code involved follows the same rules for when to clear the error queue. Failures have been reported specifically when a client application uses SSL connections in libpq concurrently with SSL connections using the PHP, Python, or Ruby wrappers for OpenSSL. It's possible for similar problems to arise within the server as well, if an extension module establishes an outgoing SSL connection.

- Fix « failed to build any N -way joins » planner error with a full join enclosed in the right-hand side of a left join (Tom Lane)
- Fix incorrect handling of equivalence-class tests in multilevel nestloop plans (Tom Lane)

Given a three-or-more-way equivalence class of variables, such as $X.X = Y.Y = Z.Z$, it was possible for the planner to omit some of the tests needed to enforce that all the variables are actually equal, leading to join rows being output that didn't satisfy the WHERE clauses. For various reasons, erroneous plans were seldom selected in practice, so that this bug has gone undetected for a long time.

- Fix query-lifespan memory leak in GIN index scans (Julien Rouhaud)
- Fix query-lifespan memory leak and potential index corruption hazard in GIN index insertion (Tom Lane)

The memory leak would typically not amount to much in simple queries, but it could be very substantial during a large GIN index build with high maintenance_work_mem.

- Fix possible misbehavior of TH, th, and YYYY format codes in to_timestamp() (Tom Lane)

These could advance off the end of the input string, causing subsequent format codes to read garbage.

- Fix dumping of rules and views in which the array argument of a value operator ANY (array) construct is a sub-SELECT (Tom Lane)

- Disallow newlines in **ALTER SYSTEM** parameter values (Tom Lane)

The configuration-file parser doesn't support embedded newlines in string literals, so we mustn't allow them in values to be inserted by **ALTER SYSTEM**.

- Fix **ALTER TABLE ... REPLICA IDENTITY USING INDEX** to work properly if an index on OID is selected (David Rowley)

- Fix crash in logical decoding on alignment-picky platforms (Tom Lane, Andres Freund)

The failure occurred only with a transaction large enough to spill to disk and a primary-key change within that transaction.

- Avoid repeated requests for feedback from receiver while shutting down walsender (Nick Cleaton)

- Make pg_regress use a startup timeout from the PGCTLTIMEOUT environment variable, if that's set (Tom Lane)

This is for consistency with a behavior recently added to pg_ctl; it eases automated testing on slow machines.

- Fix pg_upgrade to correctly restore extension membership for operator families containing only one operator class (Tom Lane)

In such a case, the operator family was restored into the new database, but it was no longer marked as part of the extension. This had no immediate ill effects, but would cause later pg_dump runs to emit output that would cause (harmless) errors on restore.

- Fix pg_upgrade to not fail when new-cluster TOAST rules differ from old (Tom Lane)

pg_upgrade had special-case code to handle the situation where the new PostgreSQL™ version thinks that a table should have a TOAST table while the old version did not. That code was broken, so remove it, and instead do nothing in such cases; there seems no reason to believe that we can't get along fine without a TOAST table if that was okay according to the old version's rules.

- Reduce the number of SysV semaphores used by a build configured with --disable-spinlocks (Tom Lane)
- Rename internal function strtoi() to strtoint() to avoid conflict with a NetBSD library function (Thomas Munro)
- Fix reporting of errors from bind() and listen() system calls on Windows (Tom Lane)

- Reduce verbosity of compiler output when building with Microsoft Visual Studio (Christian Ullrich)
- Fix `putenv()` to work properly with Visual Studio 2013 (Michael Paquier)
- Avoid possibly-unsafe use of Windows' `FormatMessage()` function (Christian Ullrich)
Use the `FORMAT_MESSAGE_IGNORE_INSERTS` flag where appropriate. No live bug is known to exist here, but it seems like a good idea to be careful.
- Update time zone data files to tzdata release 2016d for DST law changes in Russia and Venezuela. There are new zone names `Europe/Kirov` and `Asia/Tomsk` to reflect the fact that these regions now have different time zone histories from adjacent regions.

E.24. Release 9.4.7

Release date: 2016-03-31

This release contains a variety of fixes from 9.4.6. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.24.1. Migration to Version 9.4.7

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.6, see Section E.25, « Release 9.4.6 ».

E.24.2. Changes

- Fix incorrect handling of NULL index entries in indexed `ROW()` comparisons (Tom Lane)
An index search using a row comparison such as `ROW(a, b) > ROW('x', 'y')` would stop upon reaching a NULL entry in the `b` column, ignoring the fact that there might be non-NULL `b` values associated with later values of `a`.
- Avoid unlikely data-loss scenarios due to renaming files without adequate `fsync()` calls before and after (Michael Paquier, Tomas Vondra, Andres Freund)
- Fix bug in `json_to_record()` when a field of its input object contains a sub-object with a field name matching one of the requested output column names (Tom Lane)
- Fix misformatting of negative time zone offsets by `to_char()`'s OF format code (Thomas Munro, Tom Lane)
- Ignore `recovery_min_apply_delay` parameter until recovery has reached a consistent state (Michael Paquier)
Previously, standby servers would delay application of WAL records in response to `recovery_min_apply_delay` even while replaying the initial portion of WAL needed to make their database state valid. Since the standby is useless until it's reached a consistent database state, this was deemed unhelpful.
- Correctly handle cases where `pg_subtrans` is close to XID wraparound during server startup (Jeff Janes)
- Fix assorted bugs in logical decoding (Andres Freund)
Trouble cases included tuples larger than one page when replica identity is FULL, **UPDATEs** that change a primary key within a transaction large enough to be spooled to disk, incorrect reports of « subxact logged without previous toplevel record », and incorrect reporting of a transaction's commit time.
- Fix planner error with nested security barrier views when the outer view has a WHERE clause containing a correlated subquery (Dean Rasheed)
- Fix corner-case crash due to trying to free `localeconv()` output strings more than once (Tom Lane)
- Fix parsing of affix files for `ispell` dictionaries (Tom Lane)
The code could go wrong if the affix file contained any characters whose byte length changes during case-folding, for example İ in Turkish UTF8 locales.
- Avoid use of `sscanf()` to parse `ispell` dictionary files (Artur Zakirov)
This dodges a portability problem on FreeBSD-derived platforms (including macOS).
- Avoid a crash on old Windows versions (before 7SP1/2008R2SP1) with an AVX2-capable CPU and a Postgres build done with Visual Studio 2013 (Christian Ullrich)

This is a workaround for a bug in Visual Studio 2013's runtime library, which Microsoft have stated they will not fix in that version.

- Fix psql's tab completion logic to handle multibyte characters properly (Kyotaro Horiguchi, Robert Haas)
- Fix psql's tab completion for SECURITY LABEL (Tom Lane)

Pressing TAB after SECURITY LABEL might cause a crash or offering of inappropriate keywords.

- Make pg_ctl accept a wait timeout from the PGCTLTIMEOUT environment variable, if none is specified on the command line (Noah Misch)

This eases testing of slower buildfarm members by allowing them to globally specify a longer-than-normal timeout for postmaster startup and shutdown.

- Fix incorrect test for Windows service status in pg_ctl (Manuel Mathar)

The previous set of minor releases attempted to fix pg_ctl to properly determine whether to send log messages to Window's Event Log, but got the test backwards.

- Fix pgbench to correctly handle the combination of -C and -M prepared options (Tom Lane)
- In pg_upgrade, skip creating a deletion script when the new data directory is inside the old data directory (Bruce Momjian)
Blind application of the script in such cases would result in loss of the new data directory.
- In PL/Perl, properly translate empty Postgres arrays into empty Perl arrays (Alex Hunsaker)
- Make PL/Python cope with function names that aren't valid Python identifiers (Jim Nasby)
- Fix multiple mistakes in the statistics returned by contrib/pgstattuple's pgstatindex() function (Tom Lane)
- Remove dependency on psed in MSVC builds, since it's no longer provided by core Perl (Michael Paquier, Andrew Dunstan)
- Update time zone data files to tzdata release 2016c for DST law changes in Azerbaijan, Chile, Haiti, Palestine, and Russia (Altai, Astrakhan, Kirov, Sakhalin, Ulyanovsk regions), plus historical corrections for Lithuania, Moldova, and Russia (Kalininograd, Samara, Volgograd).

E.25. Release 9.4.6

Release date: 2016-02-11

This release contains a variety of fixes from 9.4.5. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.25.1. Migration to Version 9.4.6

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if you are upgrading an installation that contains any GIN indexes that use the (non-default) jsonb_path_ops operator class, see the first changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.4, see Section E.27, « Release 9.4.4 ».

E.25.2. Changes

- Fix inconsistent hash calculations in jsonb_path_ops GIN indexes (Tom Lane)

When processing jsonb values that contain both scalars and sub-objects at the same nesting level, for example an array containing both scalars and sub-arrays, key hash values could be calculated differently than they would be for the same key in a different context. This could result in queries not finding entries that they should find. Fixing this means that existing indexes may now be inconsistent with the new hash calculation code. Users should **REINDEX** jsonb_path_ops GIN indexes after installing this update to make sure that all searches work as expected.

- Fix infinite loops and buffer-overrun problems in regular expressions (Tom Lane)

Very large character ranges in bracket expressions could cause infinite loops in some cases, and memory overwrites in other cases. (CVE-2016-0773)

- Perform an immediate shutdown if the postmaster.pid file is removed (Tom Lane)

The postmaster now checks every minute or so that `postmaster.pid` is still there and still contains its own PID. If not, it performs an immediate shutdown, as though it had received `SIGQUIT`. The main motivation for this change is to ensure that failed buildfarm runs will get cleaned up without manual intervention; but it also serves to limit the bad effects if a DBA forcibly removes `postmaster.pid` and then starts a new postmaster.

- In `SERIALIZABLE` transaction isolation mode, serialization anomalies could be missed due to race conditions during insertions (Kevin Grittner, Thomas Munro)
- Fix failure to emit appropriate WAL records when doing `ALTER TABLE ... SET TABLESPACE` for unlogged relations (Michael Paquier, Andres Freund)

Even though the relation's data is unlogged, the move must be logged or the relation will be inaccessible after a standby is promoted to master.

- Fix possible misinitialization of unlogged relations at the end of crash recovery (Andres Freund, Michael Paquier)
- Ensure walsender slots are fully re-initialized when being re-used (Magnus Hagander)
- Fix `ALTER COLUMN TYPE` to reconstruct all check constraints properly (Tom Lane)
- Fix `REASSIGN OWNED` to change ownership of composite types properly (Álvaro Herrera)
- Fix `REASSIGN OWNED` and `ALTER OWNER` to correctly update granted-permissions lists when changing owners of data types, foreign data wrappers, or foreign servers (Bruce Momjian, Álvaro Herrera)
- Fix `REASSIGN OWNED` to ignore foreign user mappings, rather than fail (Álvaro Herrera)
- Fix possible crash after doing query rewrite for an updatable view (Stephen Frost)
- Fix planner's handling of `LATERAL` references (Tom Lane)

This fixes some corner cases that led to « failed to build any N-way joins » or « could not devise a query plan » planner failures.

- Add more defenses against bad planner cost estimates for GIN index scans when the index's internal statistics are very out-of-date (Tom Lane)
- Make planner cope with hypothetical GIN indexes suggested by an index advisor plug-in (Julien Rouhaud)
- Speed up generation of unique table aliases in `EXPLAIN` and rule dumping, and ensure that generated aliases do not exceed `NAMEDATALEN` (Tom Lane)
- Fix dumping of whole-row Vars in `ROW()` and `VALUES()` lists (Tom Lane)
- Translation of minus-infinity dates and timestamps to json or jsonb incorrectly rendered them as plus-infinity (Tom Lane)
- Fix possible internal overflow in numeric division (Dean Rasheed)
- Fix enforcement of restrictions inside parentheses within regular expression lookahead constraints (Tom Lane)

Lookahead constraints aren't allowed to contain backrefs, and parentheses within them are always considered non-capturing, according to the manual. However, the code failed to handle these cases properly inside a parenthesized subexpression, and would give unexpected results.

- Conversion of regular expressions to indexscan bounds could produce incorrect bounds from regexps containing lookahead constraints (Tom Lane)
- Fix regular-expression compiler to handle loops of constraint arcs (Tom Lane)

The code added for CVE-2007-4772 was both incomplete, in that it didn't handle loops involving more than one state, and incorrect, in that it could cause assertion failures (though there seem to be no bad consequences of that in a non-assert build). Multi-state loops would cause the compiler to run until the query was canceled or it reached the too-many-states error condition.

- Improve memory-usage accounting in regular-expression compiler (Tom Lane)

This causes the code to emit « regular expression is too complex » errors in some cases that previously used unreasonable amounts of time and memory.

- Improve performance of regular-expression compiler (Tom Lane)
- Make `%h` and `%r` escapes in `log_line_prefix` work for messages emitted due to `log_connections` (Tom Lane)

Previously, `%h/%r` started to work just after a new session had emitted the « connection received » log message; now they

work for that message too.

- On Windows, ensure the shared-memory mapping handle gets closed in child processes that don't need it (Tom Lane, Amit Kapila)

This oversight resulted in failure to recover from crashes whenever `logging_collector` is turned on.

- Fix possible failure to detect socket EOF in non-blocking mode on Windows (Tom Lane)

It's not entirely clear whether this problem can happen in pre-9.5 branches, but if it did, the symptom would be that a walsender process would wait indefinitely rather than noticing a loss of connection.

- Avoid leaking a token handle during SSPI authentication (Christian Ullrich)

- In `psql`, ensure that libreadline's idea of the screen size is updated when the terminal window size changes (Merlin Moncure)

Previously, libreadline did not notice if the window was resized during query output, leading to strange behavior during later input of multiline queries.

- Fix `psql`'s `\det` command to interpret its pattern argument the same way as other `\d` commands with potentially schema-qualified patterns do (Reece Hart)

- Avoid possible crash in `psql`'s `\c` command when previous connection was via Unix socket and command specifies a new hostname and same username (Tom Lane)

- In `pg_ctl start -w`, test child process status directly rather than relying on heuristics (Tom Lane, Michael Paquier)

Previously, `pg_ctl` relied on an assumption that the new postmaster would always create `postmaster.pid` within five seconds. But that can fail on heavily-loaded systems, causing `pg_ctl` to report incorrectly that the postmaster failed to start.

Except on Windows, this change also means that a `pg_ctl start -w` done immediately after another such command will now reliably fail, whereas previously it would report success if done within two seconds of the first command.

- In `pg_ctl start -w`, don't attempt to use a wildcard listen address to connect to the postmaster (Kondo Yuta)

On Windows, `pg_ctl` would fail to detect postmaster startup if `listen_addresses` is set to `0.0.0.0` or `::`, because it would try to use that value verbatim as the address to connect to, which doesn't work. Instead assume that `127.0.0.1` or `::1`, respectively, is the right thing to use.

- In `pg_ctl` on Windows, check service status to decide where to send output, rather than checking if standard output is a terminal (Michael Paquier)

- In `pg_dump` and `pg_basebackup`, adopt the GNU convention for handling tar-archive members exceeding 8GB (Tom Lane)

The POSIX standard for `.tar` file format does not allow archive member files to exceed 8GB, but most modern implementations of tar support an extension that fixes that. Adopt this extension so that `pg_dump` with `-Ft` no longer fails on tables with more than 8GB of data, and so that `pg_basebackup` can handle files larger than 8GB. In addition, fix some portability issues that could cause failures for members between 4GB and 8GB on some platforms. Potentially these problems could cause unrecoverable data loss due to unreadable backup files.

- Fix assorted corner-case bugs in `pg_dump`'s processing of extension member objects (Tom Lane)

- Make `pg_dump` mark a view's triggers as needing to be processed after its rule, to prevent possible failure during parallel `pg_restore` (Tom Lane)

- Ensure that relation option values are properly quoted in `pg_dump` (Kouhei Sutou, Tom Lane)

A reloption value that isn't a simple identifier or number could lead to dump/reload failures due to syntax errors in CREATE statements issued by `pg_dump`. This is not an issue with any reloption currently supported by core PostgreSQL™, but extensions could allow reoptions that cause the problem.

- Avoid repeated password prompts during parallel `pg_dump` (Zeus Kronion)

- Fix `pg_upgrade`'s file-copying code to handle errors properly on Windows (Bruce Momjian)

- Install guards in `pgbench` against corner-case overflow conditions during evaluation of script-specified division or modulo operators (Fabien Coelho, Michael Paquier)

- Fix failure to localize messages emitted by `pg_recvexlog` and `pg_recvlogical` (Joseph Kim)

- Avoid dump/reload problems when using both `plpython2` and `plpython3` (Tom Lane)

In principle, both versions of PL/Python can be used in the same database, though not in the same session (because the two versions of libpython cannot safely be used concurrently). However, `pg_restore` and `pg_upgrade` both do things that can fall foul of the same-session restriction. Work around that by changing the timing of the check.

- Fix PL/Python regression tests to pass with Python 3.5 (Peter Eisentraut)

- Fix premature clearing of libpq's input buffer when socket EOF is seen (Tom Lane)

This mistake caused libpq to sometimes not report the backend's final error message before reporting « server closed the connection unexpectedly ».

- Prevent certain PL/Java parameters from being set by non-superusers (Noah Misch)

This change mitigates a PL/Java security bug (CVE-2016-0766), which was fixed in PL/Java by marking these parameters as superuser-only. To fix the security hazard for sites that update PostgreSQL™ more frequently than PL/Java, make the core code aware of them also.

- Improve libpq's handling of out-of-memory situations (Michael Paquier, Amit Kapila, Heikki Linnakangas)

- Fix order of arguments in ecpg-generated `ttypedef` statements (Michael Meskes)

- Use `%g` not `%f` format in ecpg's `PGTYPESnumeric_from_double()` (Tom Lane)

- Fix ecpg-supplied header files to not contain comments continued from a preprocessor directive line onto the next line (Michael Meskes)

Such a comment is rejected by ecpg. It's not yet clear whether ecpg itself should be changed.

- Fix `hstore_to_json_loose()`'s test for whether an hstore value can be converted to a JSON number (Tom Lane)

Previously this function could be fooled by non-alphanumeric trailing characters, leading to emitting syntactically-invalid JSON.

- Ensure that `contrib/pgcrypto`'s `crypt()` function can be interrupted by query cancel (Andreas Karlsson)

- In `contrib/postgres_fdw`, fix bugs triggered by use of `tableoid` in data-modifying commands (Etsuro Fujita, Robert Haas)

- Accept flex versions later than 2.5.x (Tom Lane, Michael Paquier)

Now that flex 2.6.0 has been released, the version checks in our build scripts needed to be adjusted.

- Improve reproducibility of build output by ensuring filenames are given to the linker in a fixed order (Christoph Berg)

This avoids possible bitwise differences in the produced executable files from one build to the next.

- Install our `missing` script where PGXS builds can find it (Jim Nasby)

This allows sane behavior in a PGXS build done on a machine where build tools such as bison are missing.

- Ensure that `dynloader.h` is included in the installed header files in MSVC builds (Bruce Momjian, Michael Paquier)

- Add variant regression test expected-output file to match behavior of current libxml2 (Tom Lane)

The fix for libxml2's CVE-2015-7499 causes it not to output error context reports in some cases where it used to do so. This seems to be a bug, but we'll probably have to live with it for some time, so work around it.

- Update time zone data files to tzdata release 2016a for DST law changes in Cayman Islands, Metlakatla, and Trans-Baikal Territory (Zabaykalsky Krai), plus historical corrections for Pakistan.

E.26. Release 9.4.5

Release date: 2015-10-08

This release contains a variety of fixes from 9.4.4. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.26.1. Migration to Version 9.4.5

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.4, see Section E.27, « Release 9.4.4 ».

E.26.2. Changes

- Guard against stack overflows in json parsing (Oskari Saarenmaa)

If an application constructs PostgreSQL json or jsonb values from arbitrary user input, the application's users can reliably crash the PostgreSQL server, causing momentary denial of service. (CVE-2015-5289)

- Fix contrib/pgcrypto to detect and report too-short crypt() salts (Josh Kupershmidt)

Certain invalid salt arguments crashed the server or disclosed a few bytes of server memory. We have not ruled out the viability of attacks that arrange for presence of confidential information in the disclosed bytes, but they seem unlikely. (CVE-2015-5288)

- Fix subtransaction cleanup after a portal (cursor) belonging to an outer subtransaction fails (Tom Lane, Michael Paquier)

A function executed in an outer-subtransaction cursor could cause an assertion failure or crash by referencing a relation created within an inner subtransaction.

- Fix possible deadlock during WAL insertion when commit_delay is set (Heikki Linnakangas)

- Ensure all relations referred to by an updatable view are properly locked during an update statement (Dean Rasheed)

- Fix insertion of relations into the relation cache « init file » (Tom Lane)

An oversight in a patch in the most recent minor releases caused pg_trigger_tgrelid_tgname_index to be omitted from the init file. Subsequent sessions detected this, then deemed the init file to be broken and silently ignored it, resulting in a significant degradation in session startup time. In addition to fixing the bug, install some guards so that any similar future mistake will be more obvious.

- Avoid O(N^2) behavior when inserting many tuples into a SPI query result (Neil Conway)

- Improve LISTEN startup time when there are many unread notifications (Matt Newell)

- Fix performance problem when a session alters large numbers of foreign key constraints (Jan Wieck, Tom Lane)

This was seen primarily when restoring pg_dump output for databases with many thousands of tables.

- Disable SSL renegotiation by default (Michael Paquier, Andres Freund)

While use of SSL renegotiation is a good idea in theory, we have seen too many bugs in practice, both in the underlying OpenSSL library and in our usage of it. Renegotiation will be removed entirely in 9.5 and later. In the older branches, just change the default value of ssl_renegotiation_limit to zero (disabled).

- Lower the minimum values of the *_freeze_max_age parameters (Andres Freund)

This is mainly to make tests of related behavior less time-consuming, but it may also be of value for installations with limited disk space.

- Limit the maximum value of wal_buffers to 2GB to avoid server crashes (Josh Berkus)

- Avoid logging complaints when a parameter that can only be set at server start appears multiple times in postgresql.conf, and fix counting of line numbers after an include_dir directive (Tom Lane)

- Fix rare internal overflow in multiplication of numeric values (Dean Rasheed)

- Guard against hard-to-reach stack overflows involving record types, range types, json, jsonb, tsquery, ltxtquery and query_int (Noah Misch)

- Fix handling of DOW and DOY in datetime input (Greg Stark)

These tokens aren't meant to be used in datetime values, but previously they resulted in opaque internal error messages rather than « invalid input syntax ».

- Add more query-cancel checks to regular expression matching (Tom Lane)

- Add recursion depth protections to regular expression, SIMILAR TO, and LIKE matching (Tom Lane)

Suitable search patterns and a low stack depth limit could lead to stack-overrun crashes.

- Fix potential infinite loop in regular expression execution (Tom Lane)

A search pattern that can apparently match a zero-length string, but actually doesn't match because of a back reference, could lead to an infinite loop.

- In regular expression execution, correctly record match data for capturing parentheses within a quantifier even when the match is zero-length (Tom Lane)

- Fix low-memory failures in regular expression compilation (Andreas Seltenreich)

- Fix low-probability memory leak during regular expression execution (Tom Lane)
- Fix rare low-memory failure in lock cleanup during transaction abort (Tom Lane)
- Fix « unexpected out-of-memory situation during sort » errors when using tuplestores with small `work_mem` settings (Tom Lane)
- Fix very-low-probability stack overrun in `qsort` (Tom Lane)
- Fix « invalid memory alloc request size » failure in hash joins with large `work_mem` settings (Tomas Vondra, Tom Lane)
- Fix assorted planner bugs (Tom Lane)

These mistakes could lead to incorrect query plans that would give wrong answers, or to assertion failures in assert-enabled builds, or to odd planner errors such as « could not devise a query plan for the given query », « could not find pathkey item to sort », « plan should not reference subplan's variable », or « failed to assign all `NestLoopParams` to plan nodes ». Thanks are due to Andreas Seltenerich and Piotr Stefaniak for fuzz testing that exposed these problems.

- Improve planner's performance for **UPDATE/DELETE** on large alliance sets (Tom Lane, Dean Rasheed)
- Ensure standby promotion trigger files are removed at postmaster startup (Michael Paquier, Fujii Masao)

This prevents unwanted promotion from occurring if these files appear in a database backup that is used to initialize a new standby server.

- During postmaster shutdown, ensure that per-socket lock files are removed and listen sockets are closed before we remove the `postmaster.pid` file (Tom Lane)

This avoids race-condition failures if an external script attempts to start a new postmaster as soon as `pg_ctl stop` returns.

- Ensure that the postmaster does not exit until all its child processes are gone, even in an immediate shutdown (Tom Lane)

Like the previous item, this avoids possible race conditions against a subsequently-started postmaster.

- Fix postmaster's handling of a startup-process crash during crash recovery (Tom Lane)

If, during a crash recovery cycle, the startup process crashes without having restored database consistency, we'd try to launch a new startup process, which typically would just crash again, leading to an infinite loop.

- Make emergency autovacuuming for multixact wraparound more robust (Andres Freund)
- Do not print a **WARNING** when an autovacuum worker is already gone when we attempt to signal it, and reduce log verbosity for such signals (Tom Lane)
- Prevent autovacuum launcher from sleeping unduly long if the server clock is moved backwards a large amount (Álvaro Herrera)
- Ensure that cleanup of a GIN index's pending-insertions list is interruptable by cancel requests (Jeff Janes)
- Allow all-zeroes pages in GIN indexes to be reused (Heikki Linnakangas)

Such a page might be left behind after a crash.

- Fix handling of all-zeroes pages in SP-GiST indexes (Heikki Linnakangas)

VACUUM attempted to recycle such pages, but did so in a way that wasn't crash-safe.

- Fix off-by-one error that led to otherwise-harmless warnings about « apparent wraparound » in subtrans/multixact truncation (Thomas Munro)

- Fix misreporting of **CONTINUE** and **MOVE** statement types in PL/pgSQL's error context messages (Pavel Stehule, Tom Lane)

- Fix PL/Perl to handle non-ASCII error message texts correctly (Alex Hunsaker)

- Fix PL/Python crash when returning the string representation of a record result (Tom Lane)

- Fix some places in PL/Tcl that neglected to check for failure of `malloc()` calls (Michael Paquier, Álvaro Herrera)

- In `contrib/isn`, fix output of ISBN-13 numbers that begin with 979 (Fabien Coelho)

EANs beginning with 979 (but not 9790) are considered ISBNs, but they must be printed in the new 13-digit format, not the 10-digit format.

- Improve `contrib/pg_stat_statements`' handling of query-text garbage collection (Peter Geoghegan)

The external file containing query texts could bloat to very large sizes; once it got past 1GB attempts to trim it would fail, soon

leading to situations where the file could not be read at all.

- Improve contrib/postgres_fdw's handling of collation-related decisions (Tom Lane)

The main user-visible effect is expected to be that comparisons involving varchar columns will be sent to the remote server for execution in more cases than before.

- Improve libpq's handling of out-of-memory conditions (Michael Paquier, Heikki Linnakangas)

- Fix memory leaks and missing out-of-memory checks in ecpg (Michael Paquier)

- Fix psql's code for locale-aware formatting of numeric output (Tom Lane)

The formatting code invoked by \pset numericlocale on did the wrong thing for some uncommon cases such as numbers with an exponent but no decimal point. It could also mangle already-localized output from the money data type.

- Prevent crash in psql's \c command when there is no current connection (Noah Misch)

- Make pg_dump handle alled NOT VALID check constraints correctly (Tom Lane)

- Fix selection of default zlib compression level in pg_dump's directory output format (Andrew Dunstan)

- Ensure that temporary files created during a pg_dump run with tar-format output are not world-readable (Michael Paquier)

- Fix pg_dump and pg_upgrade to support cases where the postgres or template1 database is in a non-default tablespace (Marti Raudsepp, Bruce Momjian)

- Fix pg_dump to handle object privileges sanely when dumping from a server too old to have a particular privilege type (Tom Lane)

When dumping data types from pre-9.2 servers, and when dumping functions or procedural languages from pre-7.3 servers, pg_dump would produce GRANT/REVOKE commands that revoked the owner's grantable privileges and instead granted all privileges to PUBLIC. Since the privileges involved are just USAGE and EXECUTE, this isn't a security problem, but it's certainly a surprising representation of the older systems' behavior. Fix it to leave the default privilege state alone in these cases.

- Fix pg_dump to dump shell types (Tom Lane)

Shell types (that is, not-yet-fully-defined types) aren't useful for much, but nonetheless pg_dump should dump them.

- Fix assorted minor memory leaks in pg_dump and other client-side programs (Michael Paquier)

- Fix pgbench's progress-report behavior when a query, or pgbench itself, gets stuck (Fabien Coelho)

- Fix spinlock assembly code for Alpha hardware (Tom Lane)

- Fix spinlock assembly code for PPC hardware to be compatible with AIX's native assembler (Tom Lane)

Building with gcc didn't work if gcc had been configured to use the native assembler, which is becoming more common.

- On AIX, test the -qlonglong compiler option rather than just assuming it's safe to use (Noah Misch)

- On AIX, use -Wl,-brtl1lib link option to allow symbols to be resolved at runtime (Noah Misch)

Perl relies on this ability in 5.8.0 and later.

- Avoid use of inline functions when compiling with 32-bit xlc, due to compiler bugs (Noah Misch)

- Use librt for sched_yield() when necessary, which it is on some Solaris versions (Oskari Saarenmaa)

- Translate encoding UHC as Windows code page 949 (Noah Misch)

This fixes presentation of non-ASCII log messages from processes that are not attached to any particular database, such as the postmaster.

- On Windows, avoid failure when doing encoding conversion to UTF16 outside a transaction, such as for log messages (Noah Misch)

- Fix postmaster startup failure due to not copying setlocale()'s return value (Noah Misch)

This has been reported on Windows systems with the ANSI code page set to CP936 (« Chinese (Simplified, PRC) »), and may occur with other multibyte code pages.

- Fix Windows install.bat script to handle target directory names that contain spaces (Heikki Linnakangas)

- Make the numeric form of the PostgreSQL™ version number (e.g., 90405) readily available to extension Makefiles, as a variable named VERSION_NUM (Michael Paquier)

- Update time zone data files to tzdata release 2015g for DST law changes in Cayman Islands, Fiji, Moldova, Morocco, Norfolk Island, North Korea, Turkey, and Uruguay. There is a new zone name America/Fort_Nelson for the Canadian Northern Rockies.

E.27. Release 9.4.4

Release date: 2015-06-12

This release contains a small number of fixes from 9.4.3. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.27.1. Migration to Version 9.4.4

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if you are upgrading an installation that was previously upgraded using a pg_upgrade version between 9.3.0 and 9.3.4 inclusive, see the first changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.2, see Section E.29, « Release 9.4.2 ».

E.27.2. Changes

- Fix possible failure to recover from an inconsistent database state (Robert Haas)

Recent PostgreSQL™ releases introduced mechanisms to protect against multixact wraparound, but some of that code did not account for the possibility that it would need to run during crash recovery, when the database may not be in a consistent state. This could result in failure to restart after a crash, or failure to start up a secondary server. The lingering effects of a previously-fixed bug in pg_upgrade could also cause such a failure, in installations that had used pg_upgrade versions between 9.3.0 and 9.3.4.

The pg_upgrade bug in question was that it would set `oldestMultiXid` to 1 in `pg_control` even if the true value should be higher. With the fixes introduced in this release, such a situation will result in immediate emergency autovacuuming until a correct `oldestMultiXid` value can be determined. If that would pose a hardship, users can avoid it by doing manual vacuuming *before* upgrading to this release. In detail:

1. Check whether `pg_controldata` reports « Latest checkpoint's `oldestMultiXid` » to be 1. If not, there's nothing to do.
2. Look in `PGDATA/pg_multixact/offsets` to see if there's a file named `0000`. If there is, there's nothing to do.
3. Otherwise, for each table that has `pg_class.relmintxid` equal to 1, **VACUUM** that table with both `vacuum_multixact_freeze_min_age` and `vacuum_multixact_freeze_table_age` set to zero. (You can use the vacuum cost delay parameters described in Section 19.4.3, « Report du VACUUM en fonction de son coût » to reduce the performance consequences for concurrent sessions.)

- Fix rare failure to invalidate relation cache init file (Tom Lane)

With just the wrong timing of concurrent activity, a **VACUUM FULL** on a system catalog might fail to update the « init file » that's used to avoid cache-loading work for new sessions. This would result in later sessions being unable to access that catalog at all. This is a very ancient bug, but it's so hard to trigger that no reproducible case had been seen until recently.

- Avoid deadlock between incoming sessions and CREATE / DROP DATABASE (Tom Lane)

A new session starting in a database that is the target of a **DROP DATABASE** command, or is the template for a **CREATE DATABASE** command, could cause the command to wait for five seconds and then fail, even if the new session would have exited before that.

- Improve planner's cost estimates for semi-joins and anti-joins with inner indexscans (Tom Lane, Tomas Vondra)

This type of plan is quite cheap when all the join clauses are used as index scan conditions, even if the inner scan would nominally fetch many rows, because the executor will stop after obtaining one row. The planner only partially accounted for that effect, and would therefore overestimate the cost, leading it to possibly choose some other much less efficient plan type.

E.28. Release 9.4.3

Release date: 2015-06-04

This release contains a small number of fixes from 9.4.2. For information about new features in the 9.4 major release, see Sec-

tion E.31, « Release 9.4 ».

E.28.1. Migration to Version 9.4.3

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.2, see Section E.29, « Release 9.4.2 ».

E.28.2. Changes

- Avoid failures while `fsync`'ing data directory during crash restart (Abhijit Menon-Sen, Tom Lane)

In the previous minor releases we added a patch to `fsync` everything in the data directory after a crash. Unfortunately its response to any error condition was to fail, thereby preventing the server from starting up, even when the problem was quite harmless. An example is that an unwritable file in the data directory would prevent restart on some platforms; but it is common to make SSL certificate files unwritable by the server. Revise this behavior so that permissions failures are ignored altogether, and other types of failures are logged but do not prevent continuing.

Also apply the same rules in `initdb --sync-only`. This case is less critical but it should act similarly.

- Fix `pg_get_functiondef()` to show functions' LEAKPROOF property, if set (Jeevan Chalke)
- Fix `pushJsonbValue()` to unpack `jbvBinary` objects (Andrew Dunstan)

This change does not affect any behavior in the core code as of 9.4, but it avoids a corner case for possible third-party callers.

- Remove configure's check prohibiting linking to a threaded libpython on OpenBSD (Tom Lane)

The failure this restriction was meant to prevent seems to not be a problem anymore on current OpenBSD versions.

E.29. Release 9.4.2

Release date: 2015-05-22

This release contains a variety of fixes from 9.4.1. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.29.1. Migration to Version 9.4.2

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if you use `contrib/citext`'s `regexp_matches()` functions, see the changelog entry below about that.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.4.1, see Section E.30, « Release 9.4.1 ».

E.29.2. Changes

- Avoid possible crash when client disconnects just before the authentication timeout expires (Benkocs Norbert Attila)

If the timeout interrupt fired partway through the session shutdown sequence, SSL-related state would be freed twice, typically causing a crash and hence denial of service to other sessions. Experimentation shows that an unauthenticated remote attacker could trigger the bug somewhat consistently, hence treat as security issue. (CVE-2015-3165)

- Improve detection of system-call failures (Noah Misch)

Our replacement implementation of `snprintf()` failed to check for errors reported by the underlying system library calls; the main case that might be missed is out-of-memory situations. In the worst case this might lead to information exposure, due to our code assuming that a buffer had been overwritten when it hadn't been. Also, there were a few places in which security-relevant calls of other system library functions did not check for failure.

It remains possible that some calls of the `*printf()` family of functions are vulnerable to information disclosure if an out-of-memory error occurs at just the wrong time. We judge the risk to not be large, but will continue analysis in this area. (CVE-2015-3166)

- In `contrib/pgcrypto`, uniformly report decryption failures as « Wrong key or corrupt data » (Noah Misch)

Previously, some cases of decryption with an incorrect key could report other error message texts. It has been shown that such variance in error reports can aid attackers in recovering keys from other systems. While it's unknown whether `pgcrypto`'s specific behaviors are likewise exploitable, it seems better to avoid the risk by using a one-size-fits-all message.

(CVE-2015-3167)

- Protect against wraparound of multixact member IDs (Álvaro Herrera, Robert Haas, Thomas Munro)

Under certain usage patterns, the existing defenses against this might be insufficient, allowing `pg_multixact/members` files to be removed too early, resulting in data loss. The fix for this includes modifying the server to fail transactions that would result in overwriting old multixact member ID data, and improving autovacuum to ensure it will act proactively to prevent multixact member ID wraparound, as it does for transaction ID wraparound.

- Fix incorrect declaration of contrib/citext's `regexp_matches()` functions (Tom Lane)

These functions should return `setof text[]`, like the core functions they are wrappers for; but they were incorrectly declared as returning just `text[]`. This mistake had two results: first, if there was no match you got a scalar null result, whereas what you should get is an empty set (zero rows). Second, the `g` flag was effectively ignored, since you would get only one result array even if there were multiple matches.

While the latter behavior is clearly a bug, there might be applications depending on the former behavior; therefore the function declarations will not be changed by default until PostgreSQL™ 9.5. In pre-9.5 branches, the old behavior exists in version 1.0 of the `citext` extension, while we have provided corrected declarations in version 1.1 (which is *not* installed by default). To adopt the fix in pre-9.5 branches, execute `ALTER EXTENSION citext UPDATE TO '1.1'` in each database in which `citext` is installed. (You can also « update » back to 1.0 if you need to undo that.) Be aware that either update direction will require dropping and recreating any views or rules that use `citext`'s `regexp_matches()` functions.

- Render infinite dates and timestamps as `infinity` when converting to json, rather than throwing an error (Andrew Dunstan)
- Fix json/jsonb's `populate_record()` and `to_record()` functions to handle empty input properly (Andrew Dunstan)
- Fix incorrect checking of deferred exclusion constraints after a HOT update (Tom Lane)

If a new row that potentially violates a deferred exclusion constraint is HOT-updated (that is, no indexed columns change and the row can be stored back onto the same table page) later in the same transaction, the exclusion constraint would be reported as violated when the check finally occurred, even if the row(s) the new row originally conflicted with had been deleted.

- Fix behavior when changing foreign key constraint deferrability status with `ALTER TABLE ... ALTER CONSTRAINT` (Tom Lane)

Operations later in the same session or concurrent sessions might not honor the status change promptly.

- Fix planning of star-schema-style queries (Tom Lane)

Sometimes, efficient scanning of a large table requires that index parameters be provided from more than one other table (commonly, dimension tables whose keys are needed to index a large fact table). The planner should be able to find such plans, but an overly restrictive search heuristic prevented it.

- Prevent improper reordering of anti joins (NOT EXISTS joins) versus other outer joins (Tom Lane)

This oversight in the planner has been observed to cause « could not find RelOptInfo for given relids » errors, but it seems possible that sometimes an incorrect query plan might get past that consistency check and result in silently-wrong query output.

- Fix incorrect matching of subexpressions in outer-join plan nodes (Tom Lane)

Previously, if textually identical non-strict subexpressions were used both above and below an outer join, the planner might try to re-use the value computed below the join, which would be incorrect because the executor would force the value to NULL in case of an unmatched outer row.

- Fix GEQO planner to cope with failure of its join order heuristic (Tom Lane)

This oversight has been seen to lead to « failed to join all relations together » errors in queries involving LATERAL, and that might happen in other cases as well.

- Ensure that row locking occurs properly when the target of an **UPDATE** or **DELETE** is a security-barrier view (Stephen Frost)

- Use a file opened for read/write when syncing replication slot data during database startup (Andres Freund)

On some platforms, the previous coding could result in errors like « could not fsync file "pg_replslot...": Bad file descriptor ».

- Fix possible deadlock at startup when `max_prepared_transactions` is too small (Heikki Linnakangas)

- Don't archive useless preallocated WAL files after a timeline switch (Heikki Linnakangas)

- Recursively `fsync()` the data directory after a crash (Abhijit Menon-Sen, Robert Haas)

This ensures consistency if another crash occurs shortly later. (The second crash would have to be a system-level crash, not just a database crash, for there to be a problem.)

- Fix autovacuum launcher's possible failure to shut down, if an error occurs after it receives SIGTERM (Álvaro Herrera)
- Fix failure to handle invalidation messages for system catalogs early in session startup (Tom Lane)

This oversight could result in failures in sessions that start concurrently with a **VACUUM FULL** on a system catalog.

- Fix crash in `BackendIdGetTransactionIds()` when trying to get status for a backend process that just exited (Tom Lane)

- Cope with unexpected signals in `LockBufferForCleanup()` (Andres Freund)

This oversight could result in spurious errors about « multiple backends attempting to wait for pincount 1 ».

- Fix crash when doing `COPY IN` to a table with check constraints that contain whole-row references (Tom Lane)

The known failure case only crashes in 9.4 and up, but there is very similar code in 9.3 and 9.2, so back-patch those branches as well.

- Avoid waiting for WAL flush or synchronous replication during commit of a transaction that was read-only so far as the user is concerned (Andres Freund)

Previously, a delay could occur at commit in transactions that had written WAL due to HOT page pruning, leading to undesirable effects such as sessions getting stuck at startup if all synchronous replicas are down. Sessions have also been observed to get stuck in catchup interrupt processing when using synchronous replication; this will fix that problem as well.

- Avoid busy-waiting with short `recovery_min_apply_delay` values (Andres Freund)

- Fix crash when manipulating hash indexes on temporary tables (Heikki Linnakangas)

- Fix possible failure during hash index bucket split, if other processes are modifying the index concurrently (Tom Lane)

- Fix memory leaks in GIN index vacuum (Heikki Linnakangas)

- Check for interrupts while analyzing index expressions (Jeff Janes)

ANALYZE executes index expressions many times; if there are slow functions in such an expression, it's desirable to be able to cancel the **ANALYZE** before that loop finishes.

- Ensure `tableoid` of a foreign table is reported correctly when a `READ COMMITTED` recheck occurs after locking rows in **SELECT FOR UPDATE**, **UPDATE**, or **DELETE** (Etsuro Fujita)

- Add the name of the target server to object description strings for foreign-server user mappings (Álvaro Herrera)

- Include the schema name in object identity strings for conversions (Álvaro Herrera)

- Recommend setting `include_realm` to 1 when using Kerberos/GSSAPI/SSPI authentication (Stephen Frost)

Without this, identically-named users from different realms cannot be distinguished. For the moment this is only a documentation change, but it will become the default setting in PostgreSQL™ 9.5.

- Remove code for matching IPv4 `pg_hba.conf` entries to IPv4-in-IPv6 addresses (Tom Lane)

This hack was added in 2003 in response to a report that some Linux kernels of the time would report IPv4 connections as having IPv4-in-IPv6 addresses. However, the logic was accidentally broken in 9.0. The lack of any field complaints since then shows that it's not needed anymore. Now we have reports that the broken code causes crashes on some systems, so let's just remove it rather than fix it. (Had we chosen to fix it, that would make for a subtle and potentially security-sensitive change in the effective meaning of IPv4 `pg_hba.conf` entries, which does not seem like a good thing to do in minor releases.)

- Fix status reporting for terminated background workers that were never actually started (Robert Haas)

- After a database crash, don't restart background workers that are marked `BGW_NEVER_RESTART` (Amit Khandekar)

- Report WAL flush, not insert, position in `IDENTIFY_SYSTEM` replication command (Heikki Linnakangas)

This avoids a possible startup failure in `pg_recvexlog`.

- While shutting down service on Windows, periodically send status updates to the Service Control Manager to prevent it from killing the service too soon; and ensure that `pg_ctl` will wait for shutdown (Krystian Bigaj)

- Reduce risk of network deadlock when using libpq's non-blocking mode (Heikki Linnakangas)

When sending large volumes of data, it's important to drain the input buffer every so often, in case the server has sent enough

response data to cause it to block on output. (A typical scenario is that the server is sending a stream of NOTICE messages during COPY FROM STDIN.) This worked properly in the normal blocking mode, but not so much in non-blocking mode. We've modified libpq to opportunistically drain input when it can, but a full defense against this problem requires application cooperation: the application should watch for socket read-ready as well as write-ready conditions, and be sure to call PQconsumeInput() upon read-ready.

- In libpq, fix misparsing of empty values in URI connection strings (Thomas Fanghaenel)
- Fix array handling in ecpg (Michael Meskes)
- Fix psql to sanely handle URIs and conninfo strings as the first parameter to \connect (David Fetter, Andrew Dunstan, Álvaro Herrera)

This syntax has been accepted (but undocumented) for a long time, but previously some parameters might be taken from the old connection instead of the given string, which was agreed to be undesirable.

- Suppress incorrect complaints from psql on some platforms that it failed to write ~/pgsql_history at exit (Tom Lane)
This misbehavior was caused by a workaround for a bug in very old (pre-2006) versions of libedit. We fixed it by removing the workaround, which will cause a similar failure to appear for anyone still using such versions of libedit. Recommendation: upgrade that library, or use libreadline.
- Fix pg_dump's rule for deciding which casts are system-provided casts that should not be dumped (Tom Lane)
- In pg_dump, fix failure to honor -Z compression level option together with -Fd (Michael Paquier)
- Make pg_dump consider foreign key relationships between extension configuration tables while choosing dump order (Gilles Darold, Michael Paquier, Stephen Frost)

This oversight could result in producing dumps that fail to reload because foreign key constraints are transiently violated.

- Avoid possible pg_dump failure when concurrent sessions are creating and dropping temporary functions (Tom Lane)
- Fix dumping of views that are just VALUES(. . .) but have column aliases (Tom Lane)
- Ensure that a view's replication identity is correctly set to nothing during dump/restore (Marko Tiikkaja)
Previously, if the view was involved in a circular dependency, it might wind up with an incorrect replication identity property.

- In pg_upgrade, force timeline 1 in the new cluster (Bruce Momjian)

This change prevents upgrade failures caused by bogus complaints about missing WAL history files.

- In pg_upgrade, check for improperly non-connectable databases before proceeding (Bruce Momjian)
- In pg_upgrade, quote directory paths properly in the generated delete_old_cluster script (Bruce Momjian)
- In pg_upgrade, preserve database-level freezing info properly (Bruce Momjian)
This oversight could cause missing-clog-file errors for tables within the postgres and template1 databases.
- Run pg_upgrade and pg_resetxlog with restricted privileges on Windows, so that they don't fail when run by an administrator (Muhammad Asif Naeem)
- Improve handling of readdir() failures when scanning directories in initdb and pg_basebackup (Marco Nenciarini)
- Fix slow sorting algorithm in contrib/intarray (Tom Lane)
- Fix compile failure on Sparc V8 machines (Rob Rowan)
- Silence some build warnings on macOS (Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2015d for DST law changes in Egypt, Mongolia, and Palestine, plus historical changes in Canada and Chile. Also adopt revised zone abbreviations for the America/Adak zone (HST/HDT not HAST/HADT).

E.30. Release 9.4.1

Release date: 2015-02-05

This release contains a variety of fixes from 9.4.0. For information about new features in the 9.4 major release, see Section E.31, « Release 9.4 ».

E.30.1. Migration to Version 9.4.1

A dump/restore is not required for those running 9.4.X.

However, if you are a Windows user and are using the « Norwegian (Bokmål) » locale, manual action is needed after the upgrade to replace any « Norwegian (Bokmål)_Norway » or « norwegian-bokmal » locale names stored in PostgreSQL™ system catalogs with the plain-ASCII alias « Norwegian_Norway ». For details see http://wiki.postgresql.org/wiki/changes_to_norwegian_locale

E.30.2. Changes

- Fix buffer overruns in `to_char()` (Bruce Momjian)

When `to_char()` processes a numeric formatting template calling for a large number of digits, PostgreSQL™ would read past the end of a buffer. When processing a crafted timestamp formatting template, PostgreSQL™ would write past the end of a buffer. Either case could crash the server. We have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation, though they seem unlikely. (CVE-2015-0241)

- Fix buffer overrun in replacement `*printf()` functions (Tom Lane)

PostgreSQL™ includes a replacement implementation of `printf` and related functions. This code will overrun a stack buffer when formatting a floating point number (conversion specifiers e, E, f, F, g or G) with requested precision greater than about 500. This will crash the server, and we have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation. A database user can trigger such a buffer overrun through the `to_char()` SQL function. While that is the only affected core PostgreSQL™ functionality, extension modules that use printf-family functions may be at risk as well.

This issue primarily affects PostgreSQL™ on Windows. PostgreSQL™ uses the system implementation of these functions where adequate, which it is on other modern platforms. (CVE-2015-0242)

- Fix buffer overruns in `contrib/pgcrypto` (Marko Tiikkaja, Noah Misch)

Errors in memory size tracking within the `pgcrypto` module permitted stack buffer overruns and improper dependence on the contents of uninitialized memory. The buffer overrun cases can crash the server, and we have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation. (CVE-2015-0243)

- Fix possible loss of frontend/backend protocol synchronization after an error (Heikki Linnakangas)

If any error occurred while the server was in the middle of reading a protocol message from the client, it could lose synchronization and incorrectly try to interpret part of the message's data as a new protocol message. An attacker able to submit crafted binary data within a command parameter might succeed in injecting his own SQL commands this way. Statement timeout and query cancellation are the most likely sources of errors triggering this scenario. Particularly vulnerable are applications that use a timeout and also submit arbitrary user-crafted data as binary query parameters. Disabling statement timeout will reduce, but not eliminate, the risk of exploit. Our thanks to Emil Lenngren for reporting this issue. (CVE-2015-0244)

- Fix information leak via constraint-violation error messages (Stephen Frost)

Some server error messages show the values of columns that violate a constraint, such as a unique constraint. If the user does not have `SELECT` privilege on all columns of the table, this could mean exposing values that the user should not be able to see. Adjust the code so that values are displayed only when they came from the SQL command or could be selected by the user. (CVE-2014-8161)

- Lock down regression testing's temporary installations on Windows (Noah Misch)

Use SSPI authentication to allow connections only from the OS user who launched the test suite. This closes on Windows the same vulnerability previously closed on other platforms, namely that other users might be able to connect to the test postmaster. (CVE-2014-0067)

- Cope with the Windows locale named « Norwegian (Bokmål) » (Heikki Linnakangas)

Non-ASCII locale names are problematic since it's not clear what encoding they should be represented in. Map the troublesome locale name to a plain-ASCII alias, « Norwegian_Norway ».

9.4.0 mapped the troublesome name to « norwegian-bokmal », but that turns out not to work on all Windows configurations. « Norwegian_Norway » is now recommended instead.

- Fix use-of-already-freed-memory problem in `EvalPlanQual` processing (Tom Lane)

In `READ COMMITTED` mode, queries that lock or update recently-updated rows could crash as a result of this bug.

- Avoid possible deadlock while trying to acquire tuple locks in `EvalPlanQual` processing (Álvaro Herrera, Mark Kirkwood)
- Fix failure to wait when a transaction tries to acquire a `FOR NO KEY EXCLUSIVE` tuple lock, while multiple other transactions currently hold `FOR SHARE` locks (Álvaro Herrera)

- Improve performance of **EXPLAIN** with large range tables (Tom Lane)
- Fix jsonb Unicode escape processing, and in consequence disallow \u0000 (Tom Lane)

Previously, the JSON Unicode escape \u0000 was accepted and was stored as those six characters; but that is indistinguishable from what is stored for the input \\u0000, resulting in ambiguity. Moreover, in cases where de-escaped textual output is expected, such as the ->> operator, the sequence was printed as \u0000, which does not meet the expectation that JSON escaping would be removed. (Consistent behavior would require emitting a zero byte, but PostgreSQL™ does not support zero bytes embedded in text strings.) 9.4.0 included an ill-advised attempt to improve this situation by adjusting JSON output conversion rules; but of course that could not fix the fundamental ambiguity, and it turned out to break other usages of Unicode escape sequences. Revert that, and to avoid the core problem, reject \u0000 in jsonb input.

If a jsonb column contains a \u0000 value stored with 9.4.0, it will henceforth read out as though it were \\u0000, which is the other valid interpretation of the data stored by 9.4.0 for this case.

The json type did not have the storage-ambiguity problem, but it did have the problem of inconsistent de-escaped textual output. Therefore \u0000 will now also be rejected in json values when conversion to de-escaped form is required. This change does not break the ability to store \u0000 in json columns so long as no processing is done on the values. This is exactly parallel to the cases in which non-ASCII Unicode escapes are allowed when the database encoding is not UTF8.

- Fix namespace handling in `xpath()` (Ali Akbar)

Previously, the xml value resulting from an `xpath()` call would not have namespace declarations if the namespace declarations were attached to an ancestor element in the input xml value, rather than to the specific element being returned. Propagate the ancestral declaration so that the result is correct when considered in isolation.

- Fix assorted oversights in range-operator selectivity estimation (Emre Hasegeli)

This patch fixes corner-case « unexpected operator NNNN » planner errors, and improves the selectivity estimates for some other cases.

- Revert unintended reduction in maximum size of a GIN index item (Heikki Linnakangas)

9.4.0 could fail with « index row size exceeds maximum » errors for data that previous versions would accept.

- Fix query-duration memory leak during repeated GIN index rescans (Heikki Linnakangas)

- Fix possible crash when using nonzero `gin_fuzzy_search_limit` (Heikki Linnakangas)

- Assorted fixes for logical decoding (Andres Freund)

- Fix incorrect replay of WAL parameter change records that report changes in the `wal_log_hints` setting (Petr Jelinek)

- Change « pgstat wait timeout » warning message to be LOG level, and rephrase it to be more understandable (Tom Lane)

This message was originally thought to be essentially a can't-happen case, but it occurs often enough on our slower buildfarm members to be a nuisance. Reduce it to LOG level, and expend a bit more effort on the wording: it now reads « using stale statistics instead of current ones because stats collector is not responding ».

- Warn if macOS's `setlocale()` starts an unwanted extra thread inside the postmaster (Noah Misch)

- Fix libpq's behavior when `/etc/passwd` isn't readable (Tom Lane)

While doing `PQsetdbLogin()`, libpq attempts to ascertain the user's operating system name, which on most Unix platforms involves reading `/etc/passwd`. As of 9.4, failure to do that was treated as a hard error. Restore the previous behavior, which was to fail only if the application does not provide a database role name to connect as. This supports operation in chroot environments that lack an `/etc/passwd` file.

- Improve consistency of parsing of psql's special variables (Tom Lane)

Allow variant spellings of on and off (such as 1/0) for `ECHO_HIDDEN` and `ON_ERROR_ROLLBACK`. Report a warning for unrecognized values for `COMP_KEYWORD_CASE`, `ECHO`, `ECHO_HIDDEN`, `HISTCONTROL`, `ON_ERROR_ROLLBACK`, and `VERBOSITY`. Recognize all values for all these variables case-insensitively; previously there was a mishmash of case-sensitive and case-insensitive behaviors.

- Fix `pg_dump` to handle comments on event triggers without failing (Tom Lane)

- Allow parallel `pg_dump` to use `--serializable-deferrable` (Kevin Grittner)

- Prevent WAL files created by `pg_basebackup -x/-X` from being archived again when the standby is promoted (Andres Freund)

- Handle unexpected query results, especially NULLs, safely in `contrib/tablefunc`'s `connectby()` (Michael Paquier)

`connectby()` previously crashed if it encountered a NULL key value. It now prints that row but doesn't recurse further.

- Numerous cleanups of warnings from Coverity static code analyzer (Andres Freund, Tatsuo Ishii, Marko Kreen, Tom Lane, Michael Paquier)

These changes are mostly cosmetic but in some cases fix corner-case bugs, for example a crash rather than a proper error report after an out-of-memory failure. None are believed to represent security issues.

- Allow `CFLAGS` from `configure`'s environment to override automatically-supplied `CFLAGS` (Tom Lane)

Previously, `configure` would add any switches that it chose of its own accord to the end of the user-specified `CFLAGS` string. Since most compilers process switches left-to-right, this meant that `configure`'s choices would override the user-specified flags in case of conflicts. That should work the other way around, so adjust the logic to put the user's string at the end not the beginning.

- Make `pg_regress` remove any temporary installation it created upon successful exit (Tom Lane)

This results in a very substantial reduction in disk space usage during `make check-world`, since that sequence involves creation of numerous temporary installations.

- Add CST (China Standard Time) to our lists of timezone abbreviations (Tom Lane)

• Update time zone data files to tzdata release 2015a for DST law changes in Chile and Mexico, plus historical changes in Iceland.

E.31. Release 9.4

Release date: 2014-12-18

E.31.1. Overview

Major enhancements in PostgreSQL™ 9.4 include:

- Add `jsonb`, a more capable and efficient data type for storing JSON data
- Add new SQL command `ALTER SYSTEM(7)` for changing `postgresql.conf` configuration file entries
- Reduce lock strength for some `ALTER TABLE(7)` commands
- Allow materialized views to be refreshed without blocking concurrent reads
- Add support for logical decoding of WAL data, to allow database changes to be streamed out in a customizable format
- Allow background worker processes to be dynamically registered, started and terminated

The above items are explained in more detail in the sections below.

E.31.2. Migration to Version 9.4

A dump/restore using `pg_dumpall(1)`, or use of `pg_upgrade(1)`, is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Version 9.4 contains a number of changes that may affect compatibility with previous releases. Observe the following incompatibilities:

- Tighten checks for multidimensional array input (Bruce Momjian)

Previously, an input array string that started with a single-element sub-array could later contain multi-element sub-arrays, e.g. '`{ {1}, {2,3} } :: int[]`' would be accepted.

- When converting values of type `date`, `timestamp` or `timestamptz` to JSON, render the values in a format compliant with ISO 8601 (Andrew Dunstan)

Previously such values were rendered according to the current `datestyle` setting; but many JSON processors require timestamps to be in ISO 8601 format. If necessary, the previous behavior can be obtained by explicitly casting the `datetime` value to `text` before passing it to the JSON conversion function.

- The `json #> text[]` path extraction operator now returns its lefthand input, not `NULL`, if the array is empty (Tom Lane)

This is consistent with the notion that this represents zero applications of the simple field/element extraction operator `->`. Si-

milarly, `json #>> text[]` with an empty array merely coerces its lefthand input to text.

- Corner cases in the JSON field/element/path extraction operators now return NULL rather than raising an error (Tom Lane)

For example, applying field extraction to a JSON array now yields NULL not an error. This is more consistent (since some comparable cases such as no-such-field already returned NULL), and it makes it safe to create expression indexes that use these operators, since they will now not throw errors for any valid JSON input.

- Cause consecutive whitespace in `to_timestamp()` and `to_date()` format strings to consume a corresponding number of characters in the input string (whitespace or not), then conditionally consume adjacent whitespace, if not in FX mode (Jeevan Chalke)

Previously, consecutive whitespace characters in a non-FX format string behaved like a single whitespace character and consumed all adjacent whitespace in the input string. For example, previously a format string of three spaces would consume only the first space in '`12`', but it will now consume all three characters.

- Fix `ts_rank_cd()` to ignore stripped lexemes (Alex Hill)

Previously, stripped lexemes were treated as if they had a default location, producing a rank of dubious usefulness.

- For functions declared to take VARIADIC "any", an actual parameter marked as VARIADIC must be of a determinable array type (Pavel Stehule)

Such parameters can no longer be written as an undecorated string literal or NULL; a cast to an appropriate array data type will now be required. Note that this does not affect parameters not marked VARIADIC.

- Ensure that whole-row variables expose the expected column names to functions that pay attention to column names within composite arguments (Tom Lane)

Constructs like `row_to_json(tab.*)` now always emit column names that match the column aliases visible for table `tab` at the point of the call. In previous releases the emitted column names would sometimes be the table's actual column names regardless of any aliases assigned in the query.

- `DISCARD(7)` now also discards sequence-related state (Fabrício de Royes Mello, Robert Haas)

- Rename **EXPLAIN ANALYZE**'s « total runtime » output to « execution time » (Tom Lane)

Now that planning time is also reported, the previous name was confusing.

- **SHOW TIME ZONE** now outputs simple numeric UTC offsets in POSIX timezone format (Tom Lane)

Previously, such timezone settings were displayed as interval values. The new output is properly interpreted by **SET TIME ZONE** when passed as a simple string, whereas the old output required special treatment to be re-parsed correctly.

- Foreign data wrappers that support updating foreign tables must consider the possible presence of `AFTER ROW` triggers (Noah Misch)

When an `AFTER ROW` trigger is present, all columns of the table must be returned by updating actions, since the trigger might inspect any or all of them. Previously, foreign tables never had triggers, so the FDW might optimize away fetching columns not mentioned in the `RETURNING` clause (if any).

- Prevent `CHECK` constraints from referencing system columns, except `tableoid` (Amit Kapila)

Previously such check constraints were allowed, but they would often cause errors during restores.

- Use the last specified recovery target parameter if multiple target parameters are specified (Heikki Linnakangas)

Previously, there was an undocumented precedence order among the `recovery_target_xxx` parameters.

- On Windows, automatically preserve quotes in command strings supplied by the user (Heikki Linnakangas)

User commands that did their own quote preservation might need adjustment. This is likely to be an issue for commands used in `archive_command`, `restore_command`, and **COPY TO/FROM PROGRAM**.

- Remove catalog column `pg_class.reloastididxid` (Michael Paquier)

- Remove catalog column `pg_rewrite.ev_attr` (Kevin Grittner)

Per-column rules have not been supported since PostgreSQL 7.3.

- Remove native support for Kerberos authentication (`--with-krb5`, etc) (Magnus Hagander)

The supported way to use Kerberos authentication is with GSSAPI. The native code has been deprecated since PostgreSQL™ 8.3.

- In PL/Python, handle domains over arrays like the underlying array type (Rodolfo Campero)
Previously such values were treated as strings.
- Make libpq's `PQconnectdbParams()` and `PQpingParams()` functions process zero-length strings as defaults (Adrian Vondendriesch)
Previously, these functions treated zero-length string values as selecting the default in only some cases.
- Change empty arrays returned by the intarray module to be zero-dimensional arrays (Bruce Momjian)
Previously, empty arrays were returned as zero-length one-dimensional arrays, whose text representation looked the same as zero-dimensional arrays (`{}`), but they acted differently in array operations. intarray's behavior in this area now matches the built-in array operators.
- `pg_upgrade(1)` now uses `-U` or `--username` to specify the user name (Bruce Momjian)
Previously this option was spelled `-u` or `--user`, but that was inconsistent with other tools.

E.31.3. Changes

Below you will find a detailed account of the changes between PostgreSQL™ 9.4 and the previous major release.

E.31.3.1. Server

- Allow background worker processes to be dynamically registered, started and terminated (Robert Haas)
The new `worker_spi` module shows an example of use of this feature.
- Allow dynamic allocation of shared memory segments (Robert Haas, Amit Kapila)
This feature is illustrated in the `test_shm_mcq` module.
- During crash recovery or immediate shutdown, send uncatchable termination signals (`SIGKILL`) to child processes that do not shut down promptly (MauMau, Álvaro Herrera)
This reduces the likelihood of leaving orphaned child processes behind after `postmaster(1)` shutdown, as well as ensuring that crash recovery can proceed if some child processes have become « stuck ».
- Improve randomness of the database system identifier (Tom Lane)
- Make `VACUUM(7)` properly report dead but not-yet-removable rows to the statistics collector (Hari Babu)
Previously these were reported as live rows.

E.31.3.1.1. Indexes

- Reduce GIN index size (Alexander Korotkov, Heikki Linnakangas)
Indexes upgraded via `pg_upgrade(1)` will work fine but will still be in the old, larger GIN format. Use `REINDEX(7)` to re-create old GIN indexes in the new format.
- Improve speed of multi-key GIN lookups (Alexander Korotkov, Heikki Linnakangas)
- Add GiST index support for `inet` and `cidr` data types (Emre Hasegeli)
Such indexes improve subnet and supernet lookups and ordering comparisons.
- Fix rare race condition in B-tree page deletion (Heikki Linnakangas)
- Make the handling of interrupted B-tree page splits more robust (Heikki Linnakangas)

E.31.3.1.2. General Performance

- Allow multiple backends to insert into WAL buffers concurrently (Heikki Linnakangas)
This improves parallel write performance.
- Conditionally write only the modified portion of updated rows to WAL (Amit Kapila)
- Improve performance of aggregate functions used as window functions (David Rowley, Florian Pflug, Tom Lane)

- Improve speed of aggregates that use numeric state values (Hadi Moshayedi)
- Attempt to freeze tuples when tables are rewritten with CLUSTER(7) or **VACUUM FULL** (Robert Haas, Andres Freund)
This can avoid the need to freeze the tuples in the future.
- Improve speed of COPY(7) with default nextval() columns (Simon Riggs)
- Improve speed of accessing many different sequences in the same session (David Rowley)
- Raise hard limit on the number of tuples held in memory during sorting and B-tree index builds (Noah Misch)
- Reduce memory allocated by PL/pgSQL DO(7) blocks (Tom Lane)
- Make the planner more aggressive about extracting restriction clauses from mixed AND/OR clauses (Tom Lane)
- Disallow pushing volatile WHERE clauses down into DISTINCT subqueries (Tom Lane)
Pushing down a WHERE clause can produce a more efficient plan overall, but at the cost of evaluating the clause more often than is implied by the text of the query; so don't do it if the clause contains any volatile functions.
- Auto-resize the catalog caches (Heikki Linnakangas)
This reduces memory consumption for sessions accessing only a few tables, and improves performance for sessions accessing many tables.

E.31.3.1.3. Monitoring

- Add pg_stat_archiver system view to report WAL archiver activity (Gabriele Bartolini)
- Add *n_mod_since_analyze* columns to pg_stat_all_tables and related system views (Mark Kirkwood)
These columns expose the system's estimate of the number of changed tuples since the table's last ANALYZE(7). This estimate drives decisions about when to auto-analyze.
- Add *backend_xid* and *backend_xmin* columns to the system view pg_stat_activity, and a *backend_xmin* column to pg_stat_replication (Christian Kruse)

E.31.3.1.4. SSL

- Add support for SSL ECDH key exchange (Marko Kreen)
This allows use of Elliptic Curve keys for server authentication. Such keys are faster and have better security than RSA keys. The new configuration parameter ssl_ecdh_curve controls which curve is used for ECDH.
- Improve the default ssl_ciphers setting (Marko Kreen)
- By default, the server not the client now controls the preference order of SSL ciphers (Marko Kreen)
Previously, the order specified by ssl_ciphers was usually ignored in favor of client-side defaults, which are not configurable in most PostgreSQL™ clients. If desired, the old behavior can be restored via the new configuration parameter ssl_prefer_server_ciphers.
- Make log_connections show SSL encryption information (Andreas Kunert)
- Improve SSL renegotiation handling (Álvaro Herrera)

E.31.3.1.5. Server Settings

- Add new SQL command ALTER SYSTEM(7) for changing postgresql.conf configuration file entries (Amit Kapila)
Previously such settings could only be changed by manually editing postgresql.conf.
- Add autovacuum_work_mem configuration parameter to control the amount of memory used by autovacuum workers (Peter Geoghegan)
- Add huge_pages parameter to allow using huge memory pages on Linux (Christian Kruse, Richard Poole, Abhijit Menon-Sen)
This can improve performance on large-memory systems.
- Add max_worker_processes parameter to limit the number of background workers (Robert Haas)
This is helpful in configuring a standby server to have the required number of worker processes (the same as the primary).

- Add superuser-only session_preload_libraries parameter to load libraries at session start (Peter Eisentraut)

In contrast to local_preload_libraries, this parameter can load any shared library, not just those in the \$libdir/plugins directory.

- Add wal_log_hints parameter to enable WAL logging of hint-bit changes (Sawada Masahiko)

Hint bit changes are not normally logged, except when checksums are enabled. This is useful for external tools like pg_rewind.

- Increase the default settings of work_mem and maintenance_work_mem by four times (Bruce Momjian)

The new defaults are 4MB and 64MB respectively.

- Increase the default setting of effective_cache_size to 4GB (Bruce Momjian, Tom Lane)

- Allow printf-style space padding to be specified in log_line_prefix (David Rowley)

- Allow terabyte units (TB) to be used when specifying configuration variable values (Simon Riggs)

- Show PIDs of lock holders and waiters and improve information about relations in log_lock_waits log messages (Christian Kruse)

- Reduce server logging level when loading shared libraries (Peter Geoghegan)

The previous level was LOG, which was too verbose for libraries loaded per-session.

- On Windows, make SQL_ASCII-encoded databases and server processes (e.g., postmaster(1)) emit messages in the character encoding of the server's Windows user locale (Alexander Law, Noah Misch)

Previously these messages were output in the Windows ANSI code page.

E.31.3.2. Replication and Recovery

- Add replication slots to coordinate activity on streaming standbys with the node they are streaming from (Andres Freund, Robert Haas)

Replication slots allow preservation of resources like WAL files on the primary until they are no longer needed by standby servers.

- Add recovery parameter recovery_min_apply_delay to delay replication (Robert Haas, Fabrício de Royes Mello, Simon Riggs)

Delaying replay on standby servers can be useful for recovering from user errors.

- Add recovery_target option immediate to stop WAL recovery as soon as a consistent state is reached (MauMau, Heikki Linnakangas)

- Improve recovery target processing (Heikki Linnakangas)

The timestamp reported by pg_last_xact_replay_timestamp() now reflects already-committed records, not transactions about to be committed. Recovering to a restore point now replays the restore point, rather than stopping just before the restore point.

- pg_switch_xlog() now clears any unused trailing space in the old WAL file (Heikki Linnakangas)

This improves the compression ratio for WAL files.

- Report failure return codes from external recovery commands (Peter Eisentraut)

- Reduce spinlock contention during WAL replay (Heikki Linnakangas)

- Write WAL records of running transactions more frequently (Andres Freund)

This allows standby servers to start faster and clean up resources more aggressively.

E.31.3.2.1. Logical Decoding

Logical decoding allows database changes to be streamed in a configurable format. The data is read from the WAL and transformed into the desired target format. To implement this feature, the following changes were made:

- Add support for logical decoding of WAL data, to allow database changes to be streamed out in a customizable format (Andres Freund)

- Add new wal_level setting logical to enable logical change-set encoding in WAL (Andres Freund)

- Add table-level parameter `REPLICA_IDENTITY` to control logical replication (Andres Freund)
- Add relation option `user_catalog_table` to identify user-created tables involved in logical change-set encoding (Andres Freund)
- Add `pg_recvlogical(1)` application to receive logical-decoding data (Andres Freund)
- Add `test_decoding` module to illustrate logical decoding at the SQL level (Andres Freund)

E.31.3.3. Queries

- Add `WITH ORDINALITY` syntax to number the rows returned from a set-returning function in the `FROM` clause (Andrew Gierth, David Fetter)
This is particularly useful for functions like `unnest()`.
- Add `ROWS FROM()` syntax to allow horizontal concatenation of set-returning functions in the `FROM` clause (Andrew Gierth)
- Allow `SELECT(7)` to have an empty target list (Tom Lane)
This was added so that views that select from a table with zero columns can be dumped and restored correctly.
- Ensure that `SELECT ... FOR UPDATE NOWAIT` does not wait in corner cases involving already-concurrently-updated tuples (Craig Ringer and Thomas Munro)

E.31.3.4. Utility Commands

- Add **DISCARD SEQUENCES** command to discard cached sequence-related state (Fabrício de Royes Mello, Robert Haas)
DISCARD ALL will now also discard such information.
- Add `FORCE NULL` option to **COPY FROM**, which causes quoted strings matching the specified null string to be converted to `NULL`s in CSV mode (Ian Barwick, Michael Paquier)
Without this option, only unquoted matching strings will be imported as null values.
- Issue warnings for commands used outside of transaction blocks when they can have no effect (Bruce Momjian)
New warnings are issued for **SET LOCAL**, **SET CONSTRAINTS**, **SET TRANSACTION** and **ABORT** when used outside a transaction block.
- Make **EXPLAIN ANALYZE** show planning time (Andreas Karlsson)
- Make **EXPLAIN** show the grouping columns in Agg and Group nodes (Tom Lane)
- Make **EXPLAIN ANALYZE** show exact and lossy block counts in bitmap heap scans (Etsuro Fujita)

E.31.3.4.2. Views

- Allow a materialized view to be refreshed without blocking other sessions from reading the view meanwhile (Kevin Grittner)
This is done with **REFRESH MATERIALIZED VIEW CONCURRENTLY**.
- Allow views to be automatically updated even if they contain some non-updatable columns (Dean Rasheed)
Previously the presence of non-updatable output columns such as expressions, literals, and function calls prevented automatic updates. Now **INSERTs**, **UPDATEs** and **DELETEs** are supported, provided that they do not attempt to assign new values to any of the non-updatable columns.
- Allow control over whether **INSERTs** and **UPDATEs** can add rows to an auto-updatable view that would not appear in the view (Dean Rasheed)
This is controlled with the new `CREATE VIEW(7)` clause `WITH CHECK OPTION`.
- Allow security barrier views to be automatically updatable (Dean Rasheed)

E.31.3.5. Object Manipulation

- Support triggers on foreign tables (Ronan Dunklau)
- Allow moving groups of objects from one tablespace to another using the ALL IN TABLESPACE ... SET TABLESPACE form of ALTER TABLE(7), ALTER INDEX(7), or ALTER MATERIALIZED VIEW(7) (Stephen Frost)
- Allow changing foreign key constraint deferrability via ALTER TABLE(7) ... ALTER CONSTRAINT (Simon Riggs)
- Reduce lock strength for some ALTER TABLE(7) commands (Simon Riggs, Noah Misch, Robert Haas)

Specifically, VALIDATE CONSTRAINT, CLUSTER ON, SET WITHOUT CLUSTER, ALTER COLUMN SET STATISTICS, ALTER COLUMN SET (*attribute_option*), ALTER COLUMN RESET (*attribute_option*) no longer require ACCESS EXCLUSIVE locks.

- Allow tablespace options to be set in CREATE TABLESPACE(7) (Vik Fearing)

Formerly these options could only be set via ALTER TABLESPACE(7).

- Allow CREATE AGGREGATE(7) to define the estimated size of the aggregate's transition state data (Hadi Moshayedi)
Proper use of this feature allows the planner to better estimate how much memory will be used by aggregates.
- Fix **DROP IF EXISTS** to avoid errors for non-existent objects in more cases (Pavel Stehule, Dean Rasheed)
- Improve how system relations are identified (Andres Freund, Robert Haas)

Previously, relations once moved into the pg_catalog schema could no longer be modified or dropped.

E.31.3.6. Data Types

- Fully implement the line data type (Peter Eisentraut)

The line *segment* data type (lseg) has always been fully supported. The previous line data type (which was enabled only via a compile-time option) is not binary or dump-compatible with the new implementation.

- Add pg_lsn data type to represent a WAL log sequence number (LSN) (Robert Haas, Michael Paquier)
- Allow single-point polygons to be converted to circles (Bruce Momjian)
- Support time zone abbreviations that change UTC offset from time to time (Tom Lane)

Previously, PostgreSQL™ assumed that the UTC offset associated with a time zone abbreviation (such as EST) never changes in the usage of any particular locale. However this assumption fails in the real world, so introduce the ability for a zone abbreviation to represent a UTC offset that sometimes changes. Update the zone abbreviation definition files to make use of this feature in timezone locales that have changed the UTC offset of their abbreviations since 1970 (according to the IANA time-zone database). In such timezones, PostgreSQL™ will now associate the correct UTC offset with the abbreviation depending on the given date.

- Allow 5+ digit years for non-ISO timestamp and date strings, where appropriate (Bruce Momjian)
- Add checks for overflow/underflow of interval values (Bruce Momjian)

E.31.3.6.1. JSON

- Add jsonb, a more capable and efficient data type for storing JSON data (Oleg Bartunov, Teodor Sigaev, Alexander Korotkov, Peter Geoghegan, Andrew Dunstan)

This new type allows faster access to values within a JSON document, and faster and more useful indexing of JSON columns. Scalar values in jsonb documents are stored as appropriate scalar SQL types, and the JSON document structure is pre-parsed rather than being stored as text as in the original json data type.

- Add new JSON functions to allow for the construction of arbitrarily complex JSON trees (Andrew Dunstan, Laurence Rowe)
New functions include json_array_elements_text(), json_build_array(), json_object(), json_object_agg(), json_to_record(), and json_to_recordset().
- Add json_typeof() to return the data type of a json value (Andrew Tipton)

E.31.3.7. Functions

- Add pg_sleep_for(interval) and pg_sleep_until(timestamp) to specify delays more flexibly (Vik Fearing,

Julien Rouhaud)

The existing `pg_sleep()` function only supports delays specified in seconds.

- Add `cardinality()` function for arrays (Marko Tiikkaja)

This returns the total number of elements in the array, or zero for an array with no elements.

- Add SQL functions to allow large object reads/writes at arbitrary offsets (Pavel Stehule)

- Allow `unnest()` to take multiple arguments, which are individually unnested then horizontally concatenated (Andrew Gierth)

- Add functions to construct times, dates, timestamps, timestamptzs, and intervals from individual values, rather than strings (Pavel Stehule)

These functions' names are prefixed with `make_`, e.g. `make_date()`.

- Make `to_char()`'s TZ format specifier return a useful value for simple numeric time zone offsets (Tom Lane)

Previously, `to_char(CURRENT_TIMESTAMP, 'TZ')` returned an empty string if the `timezone` was set to a constant like `-4`.

- Add timezone offset format specifier OF to `to_char()` (Bruce Momjian)

- Improve the random seed used for `random()` (Honza Horak)

- Tighten validity checking for Unicode code points in `chr(int)` (Tom Lane)

This function now only accepts values that are valid UTF8 characters according to RFC 3629.

E.31.3.7.1. System Information Functions

- Add functions for looking up objects in `pg_class`, `pg_proc`, `pg_type`, and `pg_operator` that do not generate errors for non-existent objects (Yugo Nagata, Nozomi Anzai, Robert Haas)

For example, `to_regclass()` does a lookup in `pg_class` similarly to the `regclass` input function, but it returns `NULL` for a non-existent object instead of failing.

- Add function `pg_filenode_relation()` to allow for more efficient lookup of relation names from filenodes (Andres Freund)

- Add `parameter_default` column to `information_schema.parameters` view (Peter Eisentraut)

- Make `information_schema.schemata` show all accessible schemas (Peter Eisentraut)

Previously it only showed schemas owned by the current user.

E.31.3.7.2. Aggregates

- Add control over which rows are passed into aggregate functions via the `FILTER` clause (David Fetter)

- Support ordered-set (`WITHIN GROUP`) aggregates (Atri Sharma, Andrew Gierth, Tom Lane)

- Add standard ordered-set aggregates `percentile_cont()`, `percentile_disc()`, `mode()`, `rank()`, `dense_rank()`, `percent_rank()`, and `cume_dist()` (Atri Sharma, Andrew Gierth)

- Support VARIADIC aggregate functions (Tom Lane)

- Allow polymorphic aggregates to have non-polymorphic state data types (Tom Lane)

This allows proper declaration in SQL of aggregates like the built-in aggregate `array_agg()`.

E.31.3.8. Server-Side Languages

- Add event trigger support to PL/Perl and PL/Tcl (Dimitri Fontaine)

- Convert numeric values to decimal in PL/Python (Szymon Guz, Ronan Dunklau)

Previously such values were converted to Python float values, risking loss of precision.

E.31.3.8.1. PL/pgSQL Server-Side Language

- Add ability to retrieve the current PL/pgSQL call stack using **GET DIAGNOSTICS** (Pavel Stehule, Stephen Frost)
- Add option `print_strict_params` to display the parameters passed to a query that violated a **STRICT** constraint (Marko Tiikkaja)
- Add variables `plpgsql.extra_warnings` and `plpgsql.extra_errors` to enable additional PL/pgSQL warnings and errors (Marko Tiikkaja, Petr Jelinek)

Currently only warnings/errors about shadowed variables are available.

E.31.3.9. libpq

- Make libpq's `PQconndefaults()` function ignore invalid service files (Steve Singer, Bruce Momjian)
Previously it returned `NULL` if an incorrect service file was encountered.
- Accept TLS protocol versions beyond `TLSv1` in libpq (Marko Kreen)

E.31.3.10. Client Applications

- Add `createuser(1)` option `-g` to specify role membership (Christopher Browne)
- Add `vacuumdb(1)` option `--analyze-in-stages` to analyze in stages of increasing granularity (Peter Eisentraut)
This allows minimal statistics to be created quickly.
- Make `pg_resetxlog` with option `-n` output current and potentially changed values (Rajeev Rastogi)
- Make `initdb(1)` throw error for incorrect locale settings, rather than silently falling back to a default choice (Tom Lane)
- Make `pg_ctl(1)` return exit code 4 for an inaccessible data directory (Amit Kapila, Bruce Momjian)
This behavior more closely matches the Linux Standard Base (LSB) Core Specification.
- On Windows, ensure that a non-absolute `-D` path specification is interpreted relative to `pg_ctl(1)`'s current directory (Kumar Rajeev Rastogi)
Previously it would be interpreted relative to whichever directory the underlying Windows service was started in.
- Allow `sizeof()` in ECPG C array definitions (Michael Meskes)
- Make ECPG properly handle nesting of C-style comments in both C and SQL text (Michael Meskes)

- Suppress « No rows » output in `psql` expanded mode when the footer is disabled (Bruce Momjian)
- Allow Control-C to abort `psql` when it's hung at connection startup (Peter Eisentraut)

1. Backslash Commands

- Make `psql`'s `\db+` show tablespace options (Magnus Hagander)
- Make `\do+` display the functions that implement the operators (Marko Tiikkaja)
- Make `\d+` output an `OID` line only if an `oid` column exists in the table (Bruce Momjian)
Previously, the presence or absence of an `oid` column was always reported.
- Make `\d` show disabled system triggers (Bruce Momjian)
Previously, if you disabled all triggers, only user triggers would show as disabled.
- Fix `\copy` to no longer require a space between `stdin` and a semicolon (Etsuro Fujita)
- Output the row count at the end of `\copy`, just like **COPY** already did (Kumar Rajeev Rastogi)
- Fix `\conninfo` to display the server's IP address for connections using `hostaddr` (Fujii Masao)
Previously `\conninfo` could not display the server's IP address in such cases.

- Show the SSL protocol version in `\conninfo` (Marko Kreen)
- Add tab completion for `\pset` (Pavel Stehule)
- Allow `\pset` with no arguments to show all settings (Gilles Darold)
- Make `\s` display the name of the history file it wrote without converting it to an absolute path (Tom Lane)

The code previously attempted to convert a relative file name to an absolute path for display, but frequently got it wrong.

- Allow `pg_restore(1)` options `-I`, `-P`, `-T` and `-n` to be specified multiple times (Heikki Linnakangas)

This allows multiple objects to be restored in one operation.

- Optionally add `IF EXISTS` clauses to the `DROP` commands emitted when removing old objects during a restore (Pavel Stehule)

This change prevents unnecessary errors when removing old objects. The new `--if-exists` option for `pg_dump(1)`, `pg_dumpall(1)`, and `pg_restore(1)` is only available when `--clean` is also specified.

- Add `pg_basebackup` option `--xlogdir` to specify the `pg_xlog` directory location (Haribabu Kommi)

- Allow `pg_basebackup` to relocate tablespaces in the backup copy (Steeve Lennmark)

This is particularly useful for using `pg_basebackup` on the same machine as the primary.

- Allow network-stream base backups to be throttled (Antonin Houska)

This can be controlled with the `pg_basebackup --max-rate` parameter.

E.31.3.11. Source Code

- Improve the way tuples are frozen to preserve forensic information (Robert Haas, Andres Freund)

This change removes the main objection to freezing tuples as soon as possible. Code that inspects tuple flag bits will need to be modified.

- No longer require function prototypes for functions marked with the `PG_FUNCTION_INFO_V1` macro (Peter Eisentraut)

This change eliminates the need to write boilerplate prototypes. Note that the `PG_FUNCTION_INFO_V1` macro must appear before the corresponding function definition to avoid compiler warnings.

- Remove `SnapshotNow` and `HeapTupleSatisfiesNow()` (Robert Haas)

All existing uses have been switched to more appropriate snapshot types. Catalog scans now use MVCC snapshots.

- Add an API to allow memory allocations over one gigabyte (Noah Misch)

- Add `psprintf()` to simplify memory allocation during string composition (Peter Eisentraut, Tom Lane)

- Support `printf()` size modifier `z` to print `size_t` values (Andres Freund)

- Change API of `appendStringInfoVA()` to better use `vsnprintf()` (David Rowley, Tom Lane)

- Allow new types of external toast datums to be created (Andres Freund)

Add single-reader, single-writer, lightweight shared message queue (Robert Haas)

- Improve spinlock speed on x86_64 CPUs (Heikki Linnakangas)

- Remove spinlock support for unsupported platforms SINIX™, Sun3™, and NS32K™ (Robert Haas)

- Remove IRIX port (Robert Haas)

- Reduce the number of semaphores required by `--disable-spinlocks` builds (Robert Haas)

- Rewrite `duplicate_oids` Unix shell script in Perl (Andrew Dunstan)

- Add Test Anything Protocol (TAP) tests for client programs (Peter Eisentraut)

Currently, these tests are run by `make check-world` only if the `--enable-tap-tests` option was given to configure. This might become the default behavior in some future release.

- Add make targets `check-tests` and `installcheck-tests`, which allow selection of individual tests to be run (Andrew Dunstan)
 - Remove `maintainer-check` makefile rule (Peter Eisentraut)
The default build rules now include all the formerly-optional tests.
- Improve support for VPATH builds of PGXS modules (Cédric Villemain, Andrew Dunstan, Peter Eisentraut)
- Upgrade to Autoconf 2.69 (Peter Eisentraut)
- Add a configure flag that appends custom text to the `PG_VERSION` string (Oskari Saarenmaa)
This is useful for packagers building custom binaries.
- Improve DocBook XML validity (Peter Eisentraut)
- Fix various minor security and sanity issues reported by the Coverity™ scanner (Stephen Frost)
- Improve detection of invalid memory usage when testing PostgreSQL™ with Valgrind (Noah Misch)
- Improve sample Emacs configuration file `emacs.samples` (Peter Eisentraut)
Also add `.dir-locals.el` to the top of the source tree.
- Allow `pgindent` to accept a command-line list of typedefs (Bruce Momjian)
- Make `pgindent` smarter about blank lines around preprocessor conditionals (Bruce Momjian)
- Avoid most uses of `dlltool` in Cygwin™ and Mingw™ builds (Marco Atzeri, Hiroshi Inoue)
- Support client-only installs in MSVC (Windows) builds (MauMau)

E.31.3.12. Additional Modules

- Add `pg_prewarm` extension to preload relation data into the shared buffer cache at server start (Robert Haas)
This allows reaching full operating performance more quickly.
- Add UUID random number generator `gen_random_uuid()` to `pgcrypto` (Oskari Saarenmaa)
This allows creation of version 4 UUIDs without requiring installation of `uuid-ossp`.
- Allow `uuid-ossp` to work with the BSD or `e2fsprogs` UUID libraries, not only the OSSP UUID library (Matteo Beccati)
This improves the `uuid-ossp` module's portability since it no longer has to have the increasingly-obsolete OSSP library. The module's name is now rather a misnomer, but we won't change it.
- Add option to `auto_explain` to include trigger execution time (Horiguchi Kyotaro)
- Fix `pgstattuple` to not report rows from uncommitted transactions as dead (Robert Haas)
- Make `pgstattuple` functions use `regclass`-type arguments (Satoshi Nagayasu)
While text-type arguments are still supported, they may be removed in a future major release.
- Improve consistency of `pgrowlocks` output to honor snapshot rules more consistently (Robert Haas)
- Improve `pg_trgm`'s choice of trigrams for indexed regular expression searches (Alexander Korotkov)
This change discourages use of trigrams containing whitespace, which are usually less selective.
- Allow `pg_xlogdump` to report a live log stream with `--follow` (Heikki Linnakangas)
- Store cube data more compactly (Stas Kelvich)
Existing data must be dumped/restored to use the new format. The old format can still be read.
- Reduce `vacuumlo(1)` client-side memory usage by using a cursor (Andrew Dunstan)
- Dramatically reduce memory consumption in `pg_upgrade(1)` (Bruce Momjian)
- Pass `pg_upgrade(1)`'s user name (`-U`) option to generated analyze scripts (Bruce Momjian)
- Remove line length limit for `pgbench` scripts (Sawada Masahiko)

The previous line limit was BUFSIZ.

- Add long option names to pgbench (Fabien Coelho)
- Add pgbench option --rate to control the transaction rate (Fabien Coelho)
- Add pgbench option --progress to print periodic progress reports (Fabien Coelho)

- Make pg_stat_statements use a file, rather than shared memory, for query text storage (Peter Geoghegan)

This removes the previous limitation on query text length, and allows a higher number of unique statements to be tracked by default.

- Allow reporting of pg_stat_statements's internal query hash identifier (Daniel Farina, Sameer Thakur, Peter Geoghegan)
 - Add the ability to retrieve all pg_stat_statements information except the query text (Peter Geoghegan)
- This allows monitoring tools to fetch query text only for just-created entries, improving performance during repeated querying of the statistics.
- Make pg_stat_statements ignore **DEALLOCATE** commands (Fabien Coelho)
- It already ignored **PREPARE**, as well as planning time in general, so this seems more consistent.
- Save the statistics file into \$PGDATA/pg_stat at server shutdown, rather than \$PGDATA/global (Fujii Masao)

E.32. Release 9.3.19

Release date: 2017-08-31

This release contains a small number of fixes from 9.3.18. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.32.1. Migration to Version 9.3.19

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.18, see Section E.33, « Release 9.3.18 ».

E.32.2. Changes

- Show foreign tables in information_schema.table_privileges view (Peter Eisentraut)

All other relevant information_schema views include foreign tables, but this one ignored them.

Since this view definition is installed by initdb, merely upgrading will not fix the problem. If you need to fix this in an existing installation, you can, as a superuser, do this in psql:

```
BEGIN;
DROP SCHEMA information_schema CASCADE;
\i SHAREDIR/information_schema.sql
COMMIT;
```

(Run pg_config --sharedir if you're uncertain where *SHAREDIR* is.) This must be repeated in each database to be fixed.

- Clean up handling of a fatal exit (e.g., due to receipt of SIGTERM) that occurs while trying to execute a **ROLLBACK** of a failed transaction (Tom Lane)

This situation could result in an assertion failure. In production builds, the exit would still occur, but it would log an unexpected message about « cannot drop active portal ».

- Remove assertion that could trigger during a fatal exit (Tom Lane)

- Correctly identify columns that are of a range type or domain type over a composite type or domain type being searched for (Tom Lane)

Certain **ALTER** commands that change the definition of a composite type or domain type are supposed to fail if there are any

stored values of that type in the database, because they lack the infrastructure needed to update or check such values. Previously, these checks could miss relevant values that are wrapped inside range types or sub-domains, possibly allowing the database to become inconsistent.

- Fix crash in pg_restore when using parallel mode and using a list file to select a subset of items to restore (Fabrício de Royes Mello)

- Change ecpg's parser to allow RETURNING clauses without attached C variables (Michael Meskes)

This allows ecpg programs to contain SQL constructs that use RETURNING internally (for example, inside a CTE) rather than using it to define values to be returned to the client.

- Improve selection of compiler flags for PL/Perl on Windows (Tom Lane)

This fix avoids possible crashes of PL/Perl due to inconsistent assumptions about the width of time_t values. A side-effect that may be visible to extension developers is that _USE_32BIT_TIME_T is no longer defined globally in PostgreSQL™ Windows builds. This is not expected to cause problems, because type time_t is not used in any PostgreSQL™ API definitions.

E.33. Release 9.3.18

Release date: 2017-08-10

This release contains a variety of fixes from 9.3.17. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.33.1. Migration to Version 9.3.18

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you use foreign data servers that make use of user passwords for authentication, see the first changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.16, see Section E.35, « Release 9.3.16 ».

E.33.2. Changes

- Further restrict visibility of pg_user_mappings.umoptions, to protect passwords stored as user mapping options (Noah Misch)

The fix for CVE-2017-7486 was incorrect: it allowed a user to see the options in her own user mapping, even if she did not have USAGE permission on the associated foreign server. Such options might include a password that had been provided by the server owner rather than the user herself. Since information_schema.user_mapping_options does not show the options in such cases, pg_user_mappings should not either. (CVE-2017-7547)

By itself, this patch will only fix the behavior in newly initdb'd databases. If you wish to apply this change in an existing database, you will need to do the following:

1. Restart the postmaster after adding allow_system_table_mods = true to postgresql.conf. (In versions supporting **ALTER SYSTEM**, you can use that to make the configuration change, but you'll still need a restart.)
2. In *each* database of the cluster, run the following commands as superuser:

```
SET search_path = pg_catalog;
CREATE OR REPLACE VIEW pg_user_mappings AS
SELECT
    U.oid      AS umid,
    S.oid      AS srvid,
    S.srvname  AS srvname,
    U.umuser   AS umuser,
    CASE WHEN U.umuser = 0 THEN
        'public'
    ELSE
        A.rolname
    END AS username,
    CASE WHEN (U.umuser <> 0 AND A.rolname = current_user
              AND (pg_has_role(S.srvowner, 'USAGE')
                    OR has_server_privilege(S.oid, 'USAGE'))))
```

```

        OR (U.umuser = 0 AND pg_has_role(S.srvowner, 'USAGE' ))
        OR (SELECT rolsuper FROM pg_authid WHERE rolname =
current_user)
            THEN U.umoptions
            ELSE NULL END AS umoptions
    FROM pg_user_mapping U
        LEFT JOIN pg_authid A ON (A.oid = U.umuser) JOIN
        pg_foreign_server S ON (U.umserver = S.oid);

```

3. Do not forget to include the template0 and template1 databases, or the vulnerability will still exist in databases you create later. To fix template0, you'll need to temporarily make it accept connections. In PostgreSQL™ 9.5 and later, you can use

```
ALTER DATABASE template0 WITH ALLOW_CONNECTIONS true;
```

and then after fixing template0, undo that with

```
ALTER DATABASE template0 WITH ALLOW_CONNECTIONS false;
```

In prior versions, instead use

```
UPDATE pg_database SET datallowconn = true WHERE datname = 'template0';
UPDATE pg_database SET datallowconn = false WHERE datname = 'template0';
```

4. Finally, remove the allow_system_table_mods configuration setting, and again restart the postmaster.

- Disallow empty passwords in all password-based authentication methods (Heikki Linnakangas)

libpq ignores empty password specifications, and does not transmit them to the server. So, if a user's password has been set to the empty string, it's impossible to log in with that password via psql or other libpq-based clients. An administrator might therefore believe that setting the password to empty is equivalent to disabling password login. However, with a modified or non-libpq-based client, logging in could be possible, depending on which authentication method is configured. In particular the most common method, md5, accepted empty passwords. Change the server to reject empty passwords in all cases. (CVE-2017-7546)

- Fix concurrent locking of tuple update chains (Álvaro Herrera)

If several sessions concurrently lock a tuple update chain with nonconflicting lock modes using an old snapshot, and they all succeed, it was possible for some of them to nonetheless fail (and conclude there is no live tuple version) due to a race condition. This had consequences such as foreign-key checks failing to see a tuple that definitely exists but is being updated concurrently.

- Fix potential data corruption when freezing a tuple whose XMAX is a multixact with exactly one still-interesting member (Teodor Sigaev)

- On Windows, retry process creation if we fail to reserve the address range for our shared memory in the new process (Tom Lane, Amit Kapila)

This is expected to fix infrequent child-process-launch failures that are probably due to interference from antivirus products.

- Fix low-probability corruption of shared predicate-lock hash table in Windows builds (Thomas Munro, Tom Lane)

- Avoid logging clean closure of an SSL connection as though it were a connection reset (Michael Paquier)

- Prevent sending SSL session tickets to clients (Tom Lane)

This fix prevents reconnection failures with ticket-aware client-side SSL code.

- Fix code for setting tcp_keepalives_idle on Solaris (Tom Lane)

- Fix statistics collector to honor inquiry messages issued just after a postmaster shutdown and immediate restart (Tom Lane)

Statistics inquiries issued within half a second of the previous postmaster shutdown were effectively ignored.

- Ensure that the statistics collector's receive buffer size is at least 100KB (Tom Lane)

This reduces the risk of dropped statistics data on older platforms whose default receive buffer size is less than that.

- Fix possible creation of an invalid WAL segment when a standby is promoted just after it processes an XLOG_SWITCH WAL record (Andres Freund)
- Fix SIGHUP and SIGUSR1 handling in walsender processes (Petr Jelinek, Andres Freund)
- Fix unnecessarily slow restarts of walreceiver processes due to race condition in postmaster (Tom Lane)
- Fix cases where an **INSERT** or **UPDATE** assigns to more than one element of a column that is of domain-over-array type (Tom Lane)
- Allow window functions to be used in sub-SELECTs that are within the arguments of an aggregate function (Tom Lane)
- Move autogenerated array types out of the way during **ALTER ... RENAME** (Vik Fearing)

Previously, we would rename a conflicting autogenerated array type out of the way during **CREATE**; this fix extends that behavior to renaming operations.

- Ensure that **ALTER USER ... SET** accepts all the syntax variants that **ALTER ROLE ... SET** does (Peter Eisentraut)
- Properly update dependency info when changing a datatype I/O function's argument or return type from opaque to the correct type (Heikki Linnakangas)

CREATE TYPE updates I/O functions declared in this long-obsolete style, but it forgot to record a dependency on the type, allowing a subsequent **DROP TYPE** to leave broken function definitions behind.

- Reduce memory usage when **ANALYZE** processes a tsvector column (Heikki Linnakangas)
- Fix unnecessary precision loss and sloppy rounding when multiplying or dividing money values by integers or floats (Tom Lane)
- Tighten checks for whitespace in functions that parse identifiers, such as `regprocedurein()` (Tom Lane)

Depending on the prevailing locale, these functions could misinterpret fragments of multibyte characters as whitespace.

- Use relevant `#define` symbols from Perl while compiling PL/Perl (Ashutosh Sharma, Tom Lane)

This avoids portability problems, typically manifesting as a « handshake » mismatch during library load, when working with recent Perl versions.

- In libpq, reset GSS/SASL and SSPI authentication state properly after a failed connection attempt (Michael Paquier)

Failure to do this meant that when falling back from SSL to non-SSL connections, a GSS/SASL failure in the SSL attempt would always cause the non-SSL attempt to fail. SSPI did not fail, but it leaked memory.

- In psql, fix failure when **COPY FROM STDIN** is ended with a keyboard EOF signal and then another **COPY FROM STDIN** is attempted (Thomas Munro)

This misbehavior was observed on BSD-derived platforms (including macOS), but not on most others.

- Fix pg_dump and pg_restore to emit **REFRESH MATERIALIZED VIEW** commands last (Tom Lane)

This prevents errors during dump/restore when a materialized view refers to tables owned by a different user.

- Fix pg_dump with the `--clean` option to drop event triggers as expected (Tom Lane)

It also now correctly assigns ownership of event triggers; before, they were restored as being owned by the superuser running the restore script.

- Fix pg_dump to not emit invalid SQL for an empty operator class (Daniel Gustafsson)

- Fix pg_dump output to stdout on Windows (Kuntal Ghosh)

A compressed plain-text dump written to stdout would contain corrupt data due to failure to put the file descriptor into binary mode.

- Fix `pg_get_ruleddef()` to print correct output for the `ON SELECT` rule of a view whose columns have been renamed (Tom Lane)

In some corner cases, pg_dump relies on `pg_get_ruleddef()` to dump views, so that this error could result in dump/reload failures.

- Fix dumping of outer joins with empty constraints, such as the result of a `NATURAL LEFT JOIN` with no common columns (Tom Lane)

- Fix dumping of function expressions in the `FROM` clause in cases where the expression does not deparse into something that looks like a function call (Tom Lane)

- Fix pg_basebackup output to stdout on Windows (Haribabu Kommi)
A backup written to stdout would contain corrupt data due to failure to put the file descriptor into binary mode.
- Fix pg_upgrade to ensure that the ending WAL record does not have wal_level = minimum (Bruce Momjian)
This condition could prevent upgraded standby servers from reconnecting.
- In postgres_fdw, re-establish connections to remote servers after **ALTER SERVER** or **ALTER USER MAPPING** commands (Kyotaro Horiguchi)
This ensures that option changes affecting connection parameters will be applied promptly.
- In postgres_fdw, allow cancellation of remote transaction control commands (Robert Haas, Rafia Sabih)
This change allows us to quickly escape a wait for an unresponsive remote server in many more cases than previously.
- Always use `-fPIC`, not `-fpic`, when building shared libraries with gcc (Tom Lane)
This supports larger extension libraries on platforms where it makes a difference.
- Fix unescaped-braces issue in our build scripts for Microsoft MSVC, to avoid a warning or error from recent Perl versions (Andrew Dunstan)
- In MSVC builds, handle the case where the openssl library is not within a VC subdirectory (Andrew Dunstan)
- In MSVC builds, add proper include path for libxml2 header files (Andrew Dunstan)
This fixes a former need to move things around in standard Windows installations of libxml2.
- In MSVC builds, recognize a Tcl library that is named `tcl186.lib` (Noah Misch)

E.34. Release 9.3.17

Release date: 2017-05-11

This release contains a variety of fixes from 9.3.16. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.34.1. Migration to Version 9.3.17

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you use foreign data servers that make use of user passwords for authentication, see the first changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.16, see Section E.35, « Release 9.3.16 ».

E.34.2. Changes

- Restrict visibility of `pg_user_mappings.umoptions`, to protect passwords stored as user mapping options (Michael Paquier, Feike Steenbergen)

The previous coding allowed the owner of a foreign server object, or anyone he has granted server **USAGE** permission to, to see the options for all user mappings associated with that server. This might well include passwords for other users. Adjust the view definition to match the behavior of `information_schema.user_mapping_options`, namely that these options are visible to the user being mapped, or if the mapping is for **PUBLIC** and the current user is the server owner, or if the current user is a superuser. (CVE-2017-7486)

By itself, this patch will only fix the behavior in newly initdb'd databases. If you wish to apply this change in an existing database, follow the corrected procedure shown in the changelog entry for CVE-2017-7547, in Section E.33, « Release 9.3.18 ».

- Prevent exposure of statistical information via leaky operators (Peter Eisentraut)

Some selectivity estimation functions in the planner will apply user-defined operators to values obtained from `pg_statistic`, such as most common values and histogram entries. This occurs before table permissions are checked, so a nefarious user could exploit the behavior to obtain these values for table columns he does not have permission to read. To fix, fall back to a default estimate if the operator's implementation function is not certified leak-proof and the calling user does not have permission to read the table column whose statistics are needed. At least one of these criteria is satisfied in most cases in practice. (CVE-2017-7484)

- Restore libpq's recognition of the `PGREQUIRESSL` environment variable (Daniel Gustafsson)

Processing of this environment variable was unintentionally dropped in PostgreSQL™ 9.3, but its documentation remained. This creates a security hazard, since users might be relying on the environment variable to force SSL-encrypted connections, but that would no longer be guaranteed. Restore handling of the variable, but give it lower priority than PGSSLMODE, to avoid breaking configurations that work correctly with post-9.3 code. (CVE-2017-7485)

- Fix possible corruption of « init forks » of unlogged indexes (Robert Haas, Michael Paquier)

This could result in an unlogged index being set to an invalid state after a crash and restart. Such a problem would persist until the index was dropped and rebuilt.

- Fix incorrect reconstruction of pg_subtrans entries when a standby server replays a prepared but uncommitted two-phase transaction (Tom Lane)

In most cases this turned out to have no visible ill effects, but in corner cases it could result in circular references in pg_subtrans, potentially causing infinite loops in queries that examine rows modified by the two-phase transaction.

- Ensure parsing of queries in extension scripts sees the results of immediately-preceding DDL (Julien Rouhaud, Tom Lane)

Due to lack of a cache flush step between commands in an extension script file, non-utility queries might not see the effects of an immediately preceding catalog change, such as **ALTER TABLE ... RENAME**.

- Skip tablespace privilege checks when **ALTER TABLE ... ALTER COLUMN TYPE** rebuilds an existing index (Noah Misch)

The command failed if the calling user did not currently have CREATE privilege for the tablespace containing the index. That behavior seems unhelpful, so skip the check, allowing the index to be rebuilt where it is.

- Fix **ALTER TABLE ... VALIDATE CONSTRAINT** to not recurse to child tables when the constraint is marked NO_INHERIT (Amit Langote)

This fix prevents unwanted « constraint does not exist » failures when no matching constraint is present in the child tables.

- Fix **VACUUM** to account properly for pages that could not be scanned due to conflicting page pins (Andrew Gierth)

This tended to lead to underestimation of the number of tuples in the table. In the worst case of a small heavily-contended table, **VACUUM** could incorrectly report that the table contained no tuples, leading to very bad planning choices.

- Ensure that bulk-tuple-transfer loops within a hash join are interruptible by query cancel requests (Tom Lane, Thomas Munro)

- Fix `cursor_to_xml()` to produce valid output with `tableforest = false` (Thomas Munro, Peter Eisentraut)

Previously it failed to produce a wrapping `<table>` element.

- Improve performance of `pg_timezone_names` view (Tom Lane, David Rowley)

- Fix sloppy handling of corner-case errors from `lseek()` and `close()` (Tom Lane)

Neither of these system calls are likely to fail in typical situations, but if they did, `fd.c` could get quite confused.

- Fix incorrect check for whether postmaster is running as a Windows service (Michael Paquier)

This could result in attempting to write to the event log when that isn't accessible, so that no logging happens at all.

- Fix ecpg to support **COMMIT PREPARED** and **ROLLBACK PREPARED** (Masahiko Sawada)

- Fix a double-free error when processing dollar-quoted string literals in ecpg (Michael Meskes)

- In `pg_dump`, fix incorrect schema and owner marking for comments and security labels of some types of database objects (Giuseppe Broccolo, Tom Lane)

In simple cases this caused no ill effects; but for example, a schema-selective restore might omit comments it should include, because they were not marked as belonging to the schema of their associated object.

- Avoid emitting an invalid list file in `pg_restore -l` when SQL object names contain newlines (Tom Lane)

Replace newlines by spaces, which is sufficient to make the output valid for `pg_restore -L`'s purposes.

- Fix `pg_upgrade` to transfer comments and security labels attached to « large objects » (blobs) (Stephen Frost)

Previously, blobs were correctly transferred to the new database, but any comments or security labels attached to them were lost.

- Improve error handling in contrib/adminpack's `pg_file_write()` function (Noah Misch)

Notably, it failed to detect errors reported by `fclose()`.

- In contrib/dblink, avoid leaking the previous unnamed connection when establishing a new unnamed connection (Joe Conway)
- Fix contrib/pg_trgm's extraction of trigrams from regular expressions (Tom Lane)

In some cases it would produce a broken data structure that could never match anything, leading to GIN or GiST indexscans that use a trigram index not finding any matches to the regular expression.
- In contrib/postgres_fdw, transmit query cancellation requests to the remote server (Michael Paquier, Etsuro Fujita)

Previously, a local query cancellation request did not cause an already-sent remote query to terminate early. This is a back-patch of work originally done for 9.6.
- Support OpenSSL 1.1.0 (Heikki Linnakangas, Andreas Karlsson, Tom Lane)

This is a back-patch of work previously done in newer branches; it's needed since many platforms are adopting newer OpenSSL versions.
- Support Tcl 8.6 in MSVC builds (Álvaro Herrera)
- Sync our copy of the timezone library with IANA release tzcode2017b (Tom Lane)

This fixes a bug affecting some DST transitions in January 2038.
- Update time zone data files to tzdata release 2017b for DST law changes in Chile, Haiti, and Mongolia, plus historical corrections for Ecuador, Kazakhstan, Liberia, and Spain. Switch to numeric abbreviations for numerous time zones in South America, the Pacific and Indian oceans, and some Asian and Middle Eastern countries.

The IANA time zone database previously provided textual abbreviations for all time zones, sometimes making up abbreviations that have little or no currency among the local population. They are in process of reversing that policy in favor of using numeric UTC offsets in zones where there is no evidence of real-world use of an English abbreviation. At least for the time being, PostgreSQL™ will continue to accept such removed abbreviations for timestamp input. But they will not be shown in the pg_timezone_names view nor used for output.
- Use correct daylight-savings rules for POSIX-style time zone names in MSVC builds (David Rowley)

The Microsoft MSVC build scripts neglected to install the posixrules file in the timezone directory tree. This resulted in the timezone code falling back to its built-in rule about what DST behavior to assume for a POSIX-style time zone name. For historical reasons that still corresponds to the DST rules the USA was using before 2007 (i.e., change on first Sunday in April and last Sunday in October). With this fix, a POSIX-style zone name will use the current and historical DST transition dates of the US/Eastern zone. If you don't want that, remove the posixrules file, or replace it with a copy of some other zone file (see Section 8.5.3, « Fuseaux horaires »). Note that due to caching, you may need to restart the server to get such changes to take effect.

E.35. Release 9.3.16

Release date: 2017-02-09

This release contains a variety of fixes from 9.3.15. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.35.1. Migration to Version 9.3.16

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if your installation has been affected by the bug described in the first changelog entry below, then after updating you may need to take action to repair corrupted indexes.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.15, see Section E.36, « Release 9.3.15 ».

E.35.2. Changes

- Fix a race condition that could cause indexes built with **CREATE INDEX CONCURRENTLY** to be corrupt (Pavan Deolalikar, Tom Lane)

If **CREATE INDEX CONCURRENTLY** was used to build an index that depends on a column not previously indexed, then rows updated by transactions that ran concurrently with the **CREATE INDEX** command could have received incorrect index entries. If you suspect this may have happened, the most reliable solution is to rebuild affected indexes after installing this update.

- Unconditionally WAL-log creation of the « init fork » for an unlogged table (Michael Paquier)

Previously, this was skipped when wal_level = minimal, but actually it's necessary even in that case to ensure that the unlogged table is properly reset to empty after a crash.

- If the stats collector dies during hot standby, restart it (Takayuki Tsunakawa)
- Ensure that hot standby feedback works correctly when it's enabled at standby server start (Ants Aasma, Craig Ringer)
- Check for interrupts while hot standby is waiting for a conflicting query (Simon Riggs)
- Avoid constantly respawning the autovacuum launcher in a corner case (Amit Khandekar)

This fix avoids problems when autovacuum is nominally off and there are some tables that require freezing, but all such tables are already being processed by autovacuum workers.

- Fix check for when an extension member object can be dropped (Tom Lane)

Extension upgrade scripts should be able to drop member objects, but this was disallowed for serial-column sequences, and possibly other cases.

- Make sure **ALTER TABLE** preserves index tablespace assignments when rebuilding indexes (Tom Lane, Michael Paquier)
Previously, non-default settings of default_tablespace could result in broken indexes.
- Prevent dropping a foreign-key constraint if there are pending trigger events for the referenced relation (Tom Lane)
This avoids « could not find trigger NNN » or « relation NNN has no triggers » errors.
- Fix processing of OID column when a table with OIDs is associated to a parent with OIDs via **ALTER TABLE ... INHERIT** (Amit Langote)

The OID column should be treated the same as regular user columns in this case, but it wasn't, leading to odd behavior in later alliance changes.

- Report correct object identity during **ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION** (Artur Zakirov)
The wrong catalog OID was reported to extensions such as logical decoding.
- Check for serializability conflicts before reporting constraint-violation failures (Thomas Munro)

When using serializable transaction isolation, it is desirable that any error due to concurrent transactions should manifest as a serialization failure, thereby cueing the application that a retry might succeed. Unfortunately, this does not reliably happen for duplicate-key failures caused by concurrent insertions. This change ensures that such an error will be reported as a serialization error if the application explicitly checked for the presence of a conflicting key (and did not find it) earlier in the transaction.

- Prevent multicolumn expansion of `foo.*` in an **UPDATE** source expression (Tom Lane)

This led to « UPDATE target count mismatch --- internal error ». Now the syntax is understood as a whole-row variable, as it would be in other contexts.

- Ensure that column typmods are determined accurately for multi-row VALUES constructs (Tom Lane)
This fixes problems occurring when the first value in a column has a determinable typmod (e.g., length for a varchar value) but later values don't share the same limit.
- Throw error for an unfinished Unicode surrogate pair at the end of a Unicode string (Tom Lane)

Normally, a Unicode surrogate leading character must be followed by a Unicode surrogate trailing character, but the check for this was missed if the leading character was the last character in a Unicode string literal (`U&'\u0000'`) or Unicode identifier (`U&"\u0000"`).

- Ensure that a purely negative text search query, such as `!foo`, matches empty tsvectors (Tom Dunstan)
Such matches were found by GIN index searches, but not by sequential scans or GiST index searches.
- Prevent crash when `ts_rewrite()` replaces a non-top-level subtree with an empty query (Artur Zakirov)
- Fix performance problems in `ts_rewrite()` (Tom Lane)
- Fix `ts_rewrite()`'s handling of nested NOT operators (Tom Lane)
- Fix `array_fill()` to handle empty arrays properly (Tom Lane)
- Fix one-byte buffer overrun in `quote_literal_cstr()` (Heikki Linnakangas)

The overrun occurred only if the input consisted entirely of single quotes and/or backslashes.

- Prevent multiple calls of `pg_start_backup()` and `pg_stop_backup()` from running concurrently (Michael Paquier)
This avoids an assertion failure, and possibly worse things, if someone tries to run these functions in parallel.
- Avoid discarding interval-to-interval casts that aren't really no-ops (Tom Lane)

In some cases, a cast that should result in zeroing out low-order interval fields was mistakenly deemed to be a no-op and discarded. An example is that casting from INTERVAL MONTH to INTERVAL YEAR failed to clear the months field.

- Ensure that cached plans are invalidated by changes in foreign-table options (Amit Langote, Etsuro Fujita, Ashutosh Bapat)
- Fix `pg_dump` to dump user-defined casts and transforms that use built-in functions (Stephen Frost)
- Fix possible `pg_basebackup` failure on standby server when including WAL files (Amit Kapila, Robert Haas)
- Ensure that the Python exception objects we create for PL/Python are properly reference-counted (Rafa de la Torre, Tom Lane)

This avoids failures if the objects are used after a Python garbage collection cycle has occurred.

- Fix PL/Tcl to support triggers on tables that have `.tupno` as a column name (Tom Lane)

This matches the (previously undocumented) behavior of PL/Tcl's `spi_exec` and `spi_execp` commands, namely that a magic `.tupno` column is inserted only if there isn't a real column named that.

- Allow DOS-style line endings in `~/.pgpass` files, even on Unix (Vik Fearing)

This change simplifies use of the same password file across Unix and Windows machines.

- Fix one-byte buffer overrun if `ecpg` is given a file name that ends with a dot (Takayuki Tsunakawa)

- Fix `psql`'s tab completion for **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** (Gilles Darold, Stephen Frost)

- In `psql`, treat an empty or all-blank setting of the `PAGER` environment variable as meaning « no pager » (Tom Lane)

Previously, such a setting caused output intended for the pager to vanish entirely.

- Improve `contrib/dblink`'s reporting of low-level libpq errors, such as out-of-memory (Joe Conway)

- Teach `contrib/dblink` to ignore irrelevant server options when it uses a `contrib/postgres_fdw` foreign server as the source of connection options (Corey Huinker)

Previously, if the foreign server object had options that were not also libpq connection options, an error occurred.

- On Windows, ensure that environment variable changes are propagated to DLLs built with debug options (Christian Ullrich)

- Sync our copy of the timezone library with IANA release tzcode2016j (Tom Lane)

This fixes various issues, most notably that timezone data installation failed if the target directory didn't support hard links.

- Update time zone data files to tzdata release 2016j for DST law changes in northern Cyprus (adding a new zone Asia/Famagusta), Russia (adding a new zone Europe/Saratov), Tonga, and Antarctica/Casey. Historical corrections for Italy, Kazakhstan, Malta, and Palestine. Switch to preferring numeric zone abbreviations for Tonga.

E.36. Release 9.3.15

Release date: 2016-10-27

This release contains a variety of fixes from 9.3.14. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.36.1. Migration to Version 9.3.15

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if your installation has been affected by the bug described in the first changelog entry below, then after updating you may need to take action to repair corrupted free space maps.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.9, see Section E.42, « Release 9.3.9 ».

E.36.2. Changes

- Fix WAL-logging of truncation of relation free space maps and visibility maps (Pavan Deolasee, Heikki Linnakangas)

It was possible for these files to not be correctly restored during crash recovery, or to be written incorrectly on a standby server. Bogus entries in a free space map could lead to attempts to access pages that have been truncated away from the relation itself, typically producing errors like « could not read block XXX: read only 0 of 8192 bytes ». Checksum failures in the visibility map are also possible, if checksumming is enabled.

Procedures for determining whether there is a problem and repairing it if so are discussed at https://wiki.postgresql.org/wiki/free_space_map_problems.

- Fix **SELECT FOR UPDATE/SHARE** to correctly lock tuples that have been updated by a subsequently-aborted transaction (Álvaro Herrera)

In 9.5 and later, the **SELECT** would sometimes fail to return such tuples at all. A failure has not been proven to occur in earlier releases, but might be possible with concurrent updates.

- Fix EvalPlanQual rechecks involving CTE scans (Tom Lane)

The recheck would always see the CTE as returning no rows, typically leading to failure to update rows that were recently updated.

- Fix improper repetition of previous results from hashed aggregation in a subquery (Andrew Gierth)

The test to see if we can reuse a previously-computed hash table of the aggregate state values neglected the possibility of an outer query reference appearing in an aggregate argument expression. A change in the value of such a reference should lead to recalculating the hash table, but did not.

- Fix **EXPLAIN** to emit valid XML when track_io_timing is on (Markus Winand)

Previously the XML output-format option produced syntactically invalid tags such as <I/O-Read-Time>. That is now rendered as <I-O-Read-Time>.

- Suppress printing of zeroes for unmeasured times in **EXPLAIN** (Maksim Milyutin)

Certain option combinations resulted in printing zero values for times that actually aren't ever measured in that combination. Our general policy in **EXPLAIN** is not to print such fields at all, so do that consistently in all cases.

- Fix timeout length when **VACUUM** is waiting for exclusive table lock so that it can truncate the table (Simon Riggs)

The timeout was meant to be 50 milliseconds, but it was actually only 50 microseconds, causing **VACUUM** to give up on truncation much more easily than intended. Set it to the intended value.

- Fix bugs in merging allied CHECK constraints while creating or altering a table (Tom Lane, Amit Langote)

Allow identical CHECK constraints to be added to a parent and child table in either order. Prevent merging of a valid constraint from the parent table with a NOT VALID constraint on the child. Likewise, prevent merging of a NO INHERIT child constraint with an allied constraint.

- Remove artificial restrictions on the values accepted by numeric_in() and numeric_recv() (Tom Lane)

We allow numeric values up to the limit of the storage format (more than 1e100000), so it seems fairly pointless that numeric_in() rejected scientific-notation exponents above 1000. Likewise, it was silly for numeric_recv() to reject more than 1000 digits in an input value.

- Avoid very-low-probability data corruption due to testing tuple visibility without holding buffer lock (Thomas Munro, Peter Geoghegan, Tom Lane)

Fix file descriptor leakage when truncating a temporary relation of more than 1GB (Andres Freund)

- Disallow starting a standalone backend with standby_mode turned on (Michael Paquier)

This can't do anything useful, since there will be no WAL receiver process to fetch more WAL data; and it could result in misbehavior in code that wasn't designed with this situation in mind.

- Don't try to share SSL contexts across multiple connections in libpq (Heikki Linnakangas)

This led to assorted corner-case bugs, particularly when trying to use different SSL parameters for different connections.

- Avoid corner-case memory leak in libpq (Tom Lane)

The reported problem involved leaking an error report during PQreset(), but there might be related cases.

- Make ecpg's --help and --version options work consistently with our other executables (Haribabu Kommi)

- In pg_dump, never dump range constructor functions (Tom Lane)

This oversight led to pg_upgrade failures with extensions containing range types, due to duplicate creation of the constructor functions.

- In pg_xlogdump, retry opening new WAL segments when using --follow option (Magnus Hagander)
This allows for a possible delay in the server's creation of the next segment.
- Fix pg_xlogdump to cope with a WAL file that begins with a continuation record spanning more than one page (Pavan Deolasee)
- Fix contrib/intarray/bench/bench.pl to print the results of the EXPLAIN it does when given the -e option (Daniel Gustafsson)
- Update Windows time zone mapping to recognize some time zone names added in recent Windows versions (Michael Paquier)
- Prevent failure of obsolete dynamic time zone abbreviations (Tom Lane)

If a dynamic time zone abbreviation does not match any entry in the referenced time zone, treat it as equivalent to the time zone name. This avoids unexpected failures when IANA removes abbreviations from their time zone database, as they did in tzdata release 2016f and seem likely to do again in the future. The consequences were not limited to not recognizing the individual abbreviation; any mismatch caused the pg_timezone_abrevs view to fail altogether.

- Update time zone data files to tzdata release 2016h for DST law changes in Palestine and Turkey, plus historical corrections for Turkey and some regions of Russia. Switch to numeric abbreviations for some time zones in Antarctica, the former Soviet Union, and Sri Lanka.

The IANA time zone database previously provided textual abbreviations for all time zones, sometimes making up abbreviations that have little or no currency among the local population. They are in process of reversing that policy in favor of using numeric UTC offsets in zones where there is no evidence of real-world use of an English abbreviation. At least for the time being, PostgreSQL™ will continue to accept such removed abbreviations for timestamp input. But they will not be shown in the pg_timezone_names view nor used for output.

In this update, AMT is no longer shown as being in use to mean Armenia Time. Therefore, we have changed the Default abbreviation set to interpret it as Amazon Time, thus UTC-4 not UTC+4.

E.37. Release 9.3.14

Release date: 2016-08-11

This release contains a variety of fixes from 9.3.13. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.37.1. Migration to Version 9.3.14

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.9, see Section E.42, « Release 9.3.9 ».

E.37.2. Changes

- Fix possible mis-evaluation of nested CASE-WHEN expressions (Heikki Linnakangas, Michael Paquier, Tom Lane)
A CASE expression appearing within the test value subexpression of another CASE could become confused about whether its own test value was null or not. Also, inlining of a SQL function implementing the equality operator used by a CASE expression could result in passing the wrong test value to functions called within a CASE expression in the SQL function's body. If the test values were of different data types, a crash might result; moreover such situations could be abused to allow disclosure of portions of server memory. (CVE-2016-5423)
- Fix client programs' handling of special characters in database and role names (Noah Misch, Nathan Bossart, Michael Paquier)
Numerous places in vacuumdb and other client programs could become confused by database and role names containing double quotes or backslashes. Tighten up quoting rules to make that safe. Also, ensure that when a conninfo string is used as a database name parameter to these programs, it is correctly treated as such throughout.

Fix handling of paired double quotes in psql's **\connect** and **\password** commands to match the documentation.

Introduce a new **-reuse-previous** option in psql's **\connect** command to allow explicit control of whether to re-use connection parameters from a previous connection. (Without this, the choice is based on whether the database name looks like

a conninfo string, as before.) This allows secure handling of database names containing special characters in pg_dumpall scripts.

pg_dumpall now refuses to deal with database and role names containing carriage returns or newlines, as it seems impractical to quote those characters safely on Windows. In future we may reject such names on the server side, but that step has not been taken yet.

These are considered security fixes because crafted object names containing special characters could have been used to execute commands with superuser privileges the next time a superuser executes pg_dumpall or other routine maintenance operations. (CVE-2016-5424)

- Fix corner-case misbehaviors for IS NULL/IS NOT NULL applied to nested composite values (Andrew Gierth, Tom Lane)

The SQL standard specifies that IS NULL should return TRUE for a row of all null values (thus ROW(NULL, NULL) IS NULL yields TRUE), but this is not meant to apply recursively (thus ROW(NULL, ROW(NULL, NULL)) IS NULL yields FALSE). The core executor got this right, but certain planner optimizations treated the test as recursive (thus producing TRUE in both cases), and contrib/postgres_fdw could produce remote queries that misbehaved similarly.

- Make the inet and cidr data types properly reject IPv6 addresses with too many colon-separated fields (Tom Lane)
- Prevent crash in close_ps() (the point ## lseg operator) for NaN input coordinates (Tom Lane)
Make it return NULL instead of crashing.
- Avoid possible crash in pg_get_expr() when inconsistent values are passed to it (Michael Paquier, Thomas Munro)
- Fix several one-byte buffer over-reads in to_number() (Peter Eisentraut)

In several cases the to_number() function would read one more character than it should from the input string. There is a small chance of a crash, if the input happens to be adjacent to the end of memory.

- Do not run the planner on the query contained in CREATE MATERIALIZED VIEW or CREATE TABLE AS when WITH NO DATA is specified (Michael Paquier, Tom Lane)

This avoids some unnecessary failure conditions, for example if a stable function invoked by the materialized view depends on a table that doesn't exist yet.

- Avoid unsafe intermediate state during expensive paths through heap_update() (Masahiko Sawada, Andres Freund)

Previously, these cases locked the target tuple (by setting its XMAX) but did not WAL-log that action, thus risking data integrity problems if the page were spilled to disk and then a database crash occurred before the tuple update could be completed.

- Fix hint bit update during WAL replay of row locking operations (Andres Freund)

The only known consequence of this problem is that row locks held by a prepared, but uncommitted, transaction might fail to be enforced after a crash and restart.

- Avoid unnecessary « could not serialize access » errors when acquiring FOR KEY SHARE row locks in serializable mode (Álvaro Herrera)
- Avoid crash in postgres -C when the specified variable has a null string value (Michael Paquier)
- Ensure that backends see up-to-date statistics for shared catalogs (Tom Lane)

The statistics collector failed to update the statistics file for shared catalogs after a request from a regular backend. This problem was partially masked because the autovacuum launcher regularly makes requests that did cause such updates; however, it became obvious with autovacuum disabled.

- Avoid redundant writes of the statistics files when multiple backends request updates close together (Tom Lane, Tomas Vondra)
- Avoid consuming a transaction ID during **VACUUM** (Alexander Korotkov)

Some cases in **VACUUM** unnecessarily caused an XID to be assigned to the current transaction. Normally this is negligible, but if one is up against the XID wraparound limit, consuming more XIDs during anti-wraparound vacuums is a very bad thing.

- Avoid canceling hot-standby queries during **VACUUM FREEZE** (Simon Riggs, Álvaro Herrera)

VACUUM FREEZE on an otherwise-idle master server could result in unnecessary cancellations of queries on its standby servers.

- Prevent possible failure when vacuuming multixact IDs in an installation that has been pg_upgrade'd from pre-9.3 (Andrew Gierth, Álvaro Herrera)

The usual symptom of this bug is errors like « MultiXactId NNN has not been created yet -- apparent wraparound ».

- When a manual **ANALYZE** specifies a column list, don't reset the table's `changes_since_analyze` counter (Tom Lane)
If we're only analyzing some columns, we should not prevent routine auto-analyze from happening for the other columns.
- Fix **ANALYZE**'s overestimation of `n_distinct` for a unique or nearly-unique column with many null entries (Tom Lane)
The nulls could get counted as though they were themselves distinct values, leading to serious planner misestimates in some types of queries.
- Prevent autovacuum from starting multiple workers for the same shared catalog (Álvaro Herrera)
Normally this isn't much of a problem because the vacuum doesn't take long anyway; but in the case of a severely bloated catalog, it could result in all but one worker uselessly waiting instead of doing useful work on other tables.
- Prevent infinite loop in GiST index build for geometric columns containing NaN component values (Tom Lane)
- Fix `contrib/btree_gin` to handle the smallest possible bigint value correctly (Peter Eisentraut)
- Teach libpq to correctly decode server version from future servers (Peter Eisentraut)
It's planned to switch to two-part instead of three-part server version numbers for releases after 9.6. Make sure that `PQserverVersion()` returns the correct value for such cases.
- Fix ecpg's code for `unsigned long long` array elements (Michael Meskes)
- In `pg_dump` with both `-c` and `-C` options, avoid emitting an unwanted `CREATE SCHEMA public` command (David Johnson, Tom Lane)
- Improve handling of SIGTERM/control-C in parallel `pg_dump` and `pg_restore` (Tom Lane)
Make sure that the worker processes will exit promptly, and also arrange to send query-cancel requests to the connected backends, in case they are doing something long-running such as a **CREATE INDEX**.
- Fix error reporting in parallel `pg_dump` and `pg_restore` (Tom Lane)
Previously, errors reported by `pg_dump` or `pg_restore` worker processes might never make it to the user's console, because the messages went through the master process, and there were various deadlock scenarios that would prevent the master process from passing on the messages. Instead, just print everything to `stderr`. In some cases this will result in duplicate messages (for instance, if all the workers report a server shutdown), but that seems better than no message.
- Ensure that parallel `pg_dump` or `pg_restore` on Windows will shut down properly after an error (Kyotaro Horiguchi)
Previously, it would report the error, but then just sit until manually stopped by the user.
- Make `pg_dump` behave better when built without zlib support (Kyotaro Horiguchi)
It didn't work right for parallel dumps, and emitted some rather pointless warnings in other cases.
- Make `pg_basebackup` accept `-Z 0` as specifying no compression (Fujii Masao)
- Fix makefiles' rule for building AIX shared libraries to be safe for parallel make (Noah Misch)
- Fix TAP tests and MSVC scripts to work when build directory's path name contains spaces (Michael Paquier, Kyotaro Horiguchi)
- Be more predictable about reporting « statement timeout » versus « lock timeout » (Tom Lane)
On heavily loaded machines, the regression tests sometimes failed due to reporting « lock timeout » even though the statement timeout should have occurred first.
- Make regression tests safe for Danish and Welsh locales (Jeff Janes, Tom Lane)
Change some test data that triggered the unusual sorting rules of these locales.
- Update our copy of the timezone code to match IANA's tzcode release 2016c (Tom Lane)
This is needed to cope with anticipated future changes in the time zone data files. It also fixes some corner-case bugs in coping with unusual time zones.
- Update time zone data files to tzdata release 2016f for DST law changes in Kemerovo and Novosibirsk, plus historical corrections for Azerbaijan, Belarus, and Morocco.

E.38. Release 9.3.13

Release date: 2016-05-12

This release contains a variety of fixes from 9.3.12. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.38.1. Migration to Version 9.3.13

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.9, see Section E.42, « Release 9.3.9 ».

E.38.2. Changes

- Clear the OpenSSL error queue before OpenSSL calls, rather than assuming it's clear already; and make sure we leave it clear afterwards (Peter Geoghegan, Dave Vitek, Peter Eisentraut)

This change prevents problems when there are multiple connections using OpenSSL within a single process and not all the code involved follows the same rules for when to clear the error queue. Failures have been reported specifically when a client application uses SSL connections in libpq concurrently with SSL connections using the PHP, Python, or Ruby wrappers for OpenSSL. It's possible for similar problems to arise within the server as well, if an extension module establishes an outgoing SSL connection.

- Fix « failed to build any N -way joins » planner error with a full join enclosed in the right-hand side of a left join (Tom Lane)
- Fix incorrect handling of equivalence-class tests in multilevel nestloop plans (Tom Lane)

Given a three-or-more-way equivalence class of variables, such as $X.X = Y.Y = Z.Z$, it was possible for the planner to omit some of the tests needed to enforce that all the variables are actually equal, leading to join rows being output that didn't satisfy the WHERE clauses. For various reasons, erroneous plans were seldom selected in practice, so that this bug has gone undetected for a long time.

- Fix possible misbehavior of TH, th, and YYYY format codes in `to_timestamp()` (Tom Lane)

These could advance off the end of the input string, causing subsequent format codes to read garbage.

- Fix dumping of rules and views in which the `array` argument of a `value operator ANY (array)` construct is a sub-SELECT (Tom Lane)
- Make `pg_regress` use a startup timeout from the `PGCTL TIMEOUT` environment variable, if that's set (Tom Lane)
This is for consistency with a behavior recently added to `pg_ctl`; it eases automated testing on slow machines.
- Fix `pg_upgrade` to correctly restore extension membership for operator families containing only one operator class (Tom Lane)

In such a case, the operator family was restored into the new database, but it was no longer marked as part of the extension. This had no immediate ill effects, but would cause later `pg_dump` runs to emit output that would cause (harmless) errors on restore.

- Fix `pg_upgrade` to not fail when new-cluster TOAST rules differ from old (Tom Lane)

`pg_upgrade` had special-case code to handle the situation where the new PostgreSQL™ version thinks that a table should have a TOAST table while the old version did not. That code was broken, so remove it, and instead do nothing in such cases; there seems no reason to believe that we can't get along fine without a TOAST table if that was okay according to the old version's rules.

- Back-port 9.4-era memory-barrier code changes into 9.2 and 9.3 (Tom Lane)

These changes were not originally needed in pre-9.4 branches, but we recently back-patched a fix that expected the barrier code to work properly. Only IA64 (when using `icc`), HPPA, and Alpha platforms are affected.

- Reduce the number of SysV semaphores used by a build configured with `--disable-spinlocks` (Tom Lane)
- Rename internal function `strtoi()` to `strtoint()` to avoid conflict with a NetBSD library function (Thomas Munro)
- Fix reporting of errors from `bind()` and `listen()` system calls on Windows (Tom Lane)
- Reduce verbosity of compiler output when building with Microsoft Visual Studio (Christian Ullrich)
- Fix `putenv()` to work properly with Visual Studio 2013 (Michael Paquier)
- Avoid possibly-unsafe use of Windows' `FormatMessage()` function (Christian Ullrich)

Use the `FORMAT_MESSAGE_IGNORE_INSERTS` flag where appropriate. No live bug is known to exist here, but it seems like a good idea to be careful.

- Update time zone data files to tzdata release 2016d for DST law changes in Russia and Venezuela. There are new zone names Europe/Kirov and Asia/Tomsk to reflect the fact that these regions now have different time zone histories from adjacent regions.

E.39. Release 9.3.12

Release date: 2016-03-31

This release contains a variety of fixes from 9.3.11. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.39.1. Migration to Version 9.3.12

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.9, see Section E.42, « Release 9.3.9 ».

E.39.2. Changes

- Fix incorrect handling of NULL index entries in indexed ROW() comparisons (Tom Lane)

An index search using a row comparison such as `ROW(a, b) > ROW('x', 'y')` would stop upon reaching a NULL entry in the `b` column, ignoring the fact that there might be non-NULL `b` values associated with later values of `a`.

- Avoid unlikely data-loss scenarios due to renaming files without adequate `fsync()` calls before and after (Michael Paquier, Tomas Vondra, Andres Freund)
- Correctly handle cases where `pg_subtrans` is close to XID wraparound during server startup (Jeff Janes)
- Fix corner-case crash due to trying to free `localeconv()` output strings more than once (Tom Lane)
- Fix parsing of affix files for `ispell` dictionaries (Tom Lane)

The code could go wrong if the affix file contained any characters whose byte length changes during case-folding, for example `I` in Turkish UTF8 locales.

- Avoid use of `sscanf()` to parse `ispell` dictionary files (Artur Zakirov)

This dodges a portability problem on FreeBSD-derived platforms (including macOS).

- Avoid a crash on old Windows versions (before 7SP1/2008R2SP1) with an AVX2-capable CPU and a Postgres build done with Visual Studio 2013 (Christian Ullrich)

This is a workaround for a bug in Visual Studio 2013's runtime library, which Microsoft have stated they will not fix in that version.

- Fix psql's tab completion logic to handle multibyte characters properly (Kyotaro Horiguchi, Robert Haas)

- Fix psql's tab completion for SECURITY LABEL (Tom Lane)

Pressing TAB after SECURITY LABEL might cause a crash or offering of inappropriate keywords.

- Make pg_ctl accept a wait timeout from the PGCTLTIMEOUT environment variable, if none is specified on the command line (Noah Misch)

This eases testing of slower buildfarm members by allowing them to globally specify a longer-than-normal timeout for postmaster startup and shutdown.

- Fix incorrect test for Windows service status in pg_ctl (Manuel Mathar)

The previous set of minor releases attempted to fix pg_ctl to properly determine whether to send log messages to Window's Event Log, but got the test backwards.

- Fix pgbench to correctly handle the combination of -C and -M prepared options (Tom Lane)

- In pg_upgrade, skip creating a deletion script when the new data directory is inside the old data directory (Bruce Momjian)
- Blind application of the script in such cases would result in loss of the new data directory.

- In PL/Perl, properly translate empty Postgres arrays into empty Perl arrays (Alex Hunsaker)

- Make PL/Python cope with function names that aren't valid Python identifiers (Jim Nasby)

- Fix multiple mistakes in the statistics returned by contrib/pgstattuple's pgstatindex() function (Tom Lane)
- Remove dependency on psed in MSVC builds, since it's no longer provided by core Perl (Michael Paquier, Andrew Dunstan)
- Update time zone data files to tzdata release 2016c for DST law changes in Azerbaijan, Chile, Haiti, Palestine, and Russia (Altai, Astrakhan, Kirov, Sakhalin, Ulyanovsk regions), plus historical corrections for Lithuania, Moldova, and Russia (Kalininograd, Samara, Volgograd).

E.40. Release 9.3.11

Release date: 2016-02-11

This release contains a variety of fixes from 9.3.10. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.40.1. Migration to Version 9.3.11

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.9, see Section E.42, « Release 9.3.9 ».

E.40.2. Changes

- Fix infinite loops and buffer-overrun problems in regular expressions (Tom Lane)

Very large character ranges in bracket expressions could cause infinite loops in some cases, and memory overwrites in other cases. (CVE-2016-0773)

- Perform an immediate shutdown if the postmaster.pid file is removed (Tom Lane)

The postmaster now checks every minute or so that postmaster.pid is still there and still contains its own PID. If not, it performs an immediate shutdown, as though it had received SIGQUIT. The main motivation for this change is to ensure that failed buildfarm runs will get cleaned up without manual intervention; but it also serves to limit the bad effects if a DBA forcibly removes postmaster.pid and then starts a new postmaster.

- In SERIALIZABLE transaction isolation mode, serialization anomalies could be missed due to race conditions during insertions (Kevin Grittner, Thomas Munro)
- Fix failure to emit appropriate WAL records when doing ALTER TABLE ... SET TABLESPACE for unlogged relations (Michael Paquier, Andres Freund)

Even though the relation's data is unlogged, the move must be logged or the relation will be inaccessible after a standby is promoted to master.

- Fix possible misinitialization of unlogged relations at the end of crash recovery (Andres Freund, Michael Paquier)
- Ensure walsender slots are fully re-initialized when being re-used (Magnus Hagander)
- Fix ALTER COLUMN TYPE to reconstruct all check constraints properly (Tom Lane)
- Fix REASSIGN OWNED to change ownership of composite types properly (Álvaro Herrera)
- Fix REASSIGN OWNED and ALTER OWNER to correctly update granted-permissions lists when changing owners of data types, foreign data wrappers, or foreign servers (Bruce Momjian, Álvaro Herrera)
- Fix REASSIGN OWNED to ignore foreign user mappings, rather than fail (Álvaro Herrera)
- Fix possible crash after doing query rewrite for an updatable view (Stephen Frost)
- Fix planner's handling of LATERAL references (Tom Lane)

This fixes some corner cases that led to « failed to build any N-way joins » or « could not devise a query plan » planner failures.

- Add more defenses against bad planner cost estimates for GIN index scans when the index's internal statistics are very out-of-date (Tom Lane)
- Make planner cope with hypothetical GIN indexes suggested by an index advisor plug-in (Julien Rouhaud)
- Speed up generation of unique table aliases in EXPLAIN and rule dumping, and ensure that generated aliases do not exceed NAMEDATALEN (Tom Lane)

- Fix dumping of whole-row Vars in `ROW()` and `VALUES()` lists (Tom Lane)

- Fix possible internal overflow in numeric division (Dean Rasheed)

- Fix enforcement of restrictions inside parentheses within regular expression lookahead constraints (Tom Lane)

Lookahead constraints aren't allowed to contain backrefs, and parentheses within them are always considered non-capturing, according to the manual. However, the code failed to handle these cases properly inside a parenthesized subexpression, and would give unexpected results.

- Conversion of regular expressions to indexscan bounds could produce incorrect bounds from regexps containing lookahead constraints (Tom Lane)

- Fix regular-expression compiler to handle loops of constraint arcs (Tom Lane)

The code added for CVE-2007-4772 was both incomplete, in that it didn't handle loops involving more than one state, and incorrect, in that it could cause assertion failures (though there seem to be no bad consequences of that in a non-assert build). Multi-state loops would cause the compiler to run until the query was canceled or it reached the too-many-states error condition.

- Improve memory-usage accounting in regular-expression compiler (Tom Lane)

This causes the code to emit « regular expression is too complex » errors in some cases that previously used unreasonable amounts of time and memory.

- Improve performance of regular-expression compiler (Tom Lane)

- Make `%h` and `%r` escapes in `log_line_prefix` work for messages emitted due to `log_connections` (Tom Lane)

Previously, `%h/%r` started to work just after a new session had emitted the « connection received » log message; now they work for that message too.

- On Windows, ensure the shared-memory mapping handle gets closed in child processes that don't need it (Tom Lane, Amit Kapila)

This oversight resulted in failure to recover from crashes whenever `logging_collector` is turned on.

- Fix possible failure to detect socket EOF in non-blocking mode on Windows (Tom Lane)

It's not entirely clear whether this problem can happen in pre-9.5 branches, but if it did, the symptom would be that a walsender process would wait indefinitely rather than noticing a loss of connection.

- Avoid leaking a token handle during SSPI authentication (Christian Ullrich)

- In `psql`, ensure that libreadline's idea of the screen size is updated when the terminal window size changes (Merlin Moncure)

Previously, libreadline did not notice if the window was resized during query output, leading to strange behavior during later input of multiline queries.

- Fix `psql`'s `\det` command to interpret its pattern argument the same way as other `\d` commands with potentially schema-qualified patterns do (Reece Hart)

- Avoid possible crash in `psql`'s `\c` command when previous connection was via Unix socket and command specifies a new hostname and same username (Tom Lane)

- In `pg_ctl start -w`, test child process status directly rather than relying on heuristics (Tom Lane, Michael Paquier)

Previously, `pg_ctl` relied on an assumption that the new postmaster would always create `postmaster.pid` within five seconds. But that can fail on heavily-loaded systems, causing `pg_ctl` to report incorrectly that the postmaster failed to start.

Except on Windows, this change also means that a `pg_ctl start -w` done immediately after another such command will now reliably fail, whereas previously it would report success if done within two seconds of the first command.

- In `pg_ctl start -w`, don't attempt to use a wildcard listen address to connect to the postmaster (Kondo Yuta)

On Windows, `pg_ctl` would fail to detect postmaster startup if `listen_addresses` is set to `0.0.0.0` or `::`, because it would try to use that value verbatim as the address to connect to, which doesn't work. Instead assume that `127.0.0.1` or `::1`, respectively, is the right thing to use.

- In `pg_ctl` on Windows, check service status to decide where to send output, rather than checking if standard output is a terminal (Michael Paquier)

- In `pg_dump` and `pg_basebackup`, adopt the GNU convention for handling tar-archive members exceeding 8GB (Tom Lane)

The POSIX standard for `tar` file format does not allow archive member files to exceed 8GB, but most modern implementa-

tions of tar support an extension that fixes that. Adopt this extension so that pg_dump with -Ft no longer fails on tables with more than 8GB of data, and so that pg_basebackup can handle files larger than 8GB. In addition, fix some portability issues that could cause failures for members between 4GB and 8GB on some platforms. Potentially these problems could cause unrecoverable data loss due to unreadable backup files.

- Fix assorted corner-case bugs in pg_dump's processing of extension member objects (Tom Lane)
- Make pg_dump mark a view's triggers as needing to be processed after its rule, to prevent possible failure during parallel pg_restore (Tom Lane)
- Ensure that relation option values are properly quoted in pg_dump (Kouhei Sutou, Tom Lane)

A reloption value that isn't a simple identifier or number could lead to dump/reload failures due to syntax errors in CREATE statements issued by pg_dump. This is not an issue with any reloption currently supported by core PostgreSQL™, but extensions could allow reoptions that cause the problem.

- Avoid repeated password prompts during parallel pg_dump (Zeus Kronion)
- Fix pg_upgrade's file-copying code to handle errors properly on Windows (Bruce Momjian)
- Install guards in pgbench against corner-case overflow conditions during evaluation of script-specified division or modulo operators (Fabien Coelho, Michael Paquier)
- Fix failure to localize messages emitted by pg_recvexlog and pg_recvlogical (Joseph Kim)
- Avoid dump/reload problems when using both plpython2 and plpython3 (Tom Lane)

In principle, both versions of PL/Python can be used in the same database, though not in the same session (because the two versions of libpython cannot safely be used concurrently). However, pg_restore and pg_upgrade both do things that can fall foul of the same-session restriction. Work around that by changing the timing of the check.

- Fix PL/Python regression tests to pass with Python 3.5 (Peter Eisentraut)
- Fix premature clearing of libpq's input buffer when socket EOF is seen (Tom Lane)

This mistake caused libpq to sometimes not report the backend's final error message before reporting « server closed the connection unexpectedly ».

- Prevent certain PL/Java parameters from being set by non-superusers (Noah Misch)

This change mitigates a PL/Java security bug (CVE-2016-0766), which was fixed in PL/Java by marking these parameters as superuser-only. To fix the security hazard for sites that update PostgreSQL™ more frequently than PL/Java, make the core code aware of them also.

- Improve libpq's handling of out-of-memory situations (Michael Paquier, Amit Kapila, Heikki Linnakangas)
- Fix order of arguments in ecpg-generated `typedef` statements (Michael Meskes)
- Use %g not %f format in ecpg's `PGTYPESnumeric_from_double()` (Tom Lane)
- Fix ecpg-supplied header files to not contain comments continued from a preprocessor directive line onto the next line (Michael Meskes)

Such a comment is rejected by ecpg. It's not yet clear whether ecpg itself should be changed.

- Fix `hstore_to_json_loose()`'s test for whether an hstore value can be converted to a JSON number (Tom Lane)
- Previously this function could be fooled by non-alphanumeric trailing characters, leading to emitting syntactically-invalid JSON.

- Ensure that contrib/pgcrypto's `crypt()` function can be interrupted by query cancel (Andreas Karlsson)
- Accept flex versions later than 2.5.x (Tom Lane, Michael Paquier)

Now that flex 2.6.0 has been released, the version checks in our build scripts needed to be adjusted.

- Improve reproducibility of build output by ensuring filenames are given to the linker in a fixed order (Christoph Berg)
- This avoids possible bitwise differences in the produced executable files from one build to the next.
- Install our `missing` script where PGXS builds can find it (Jim Nasby)

This allows sane behavior in a PGXS build done on a machine where build tools such as bison are missing.

- Ensure that `dynloader.h` is included in the installed header files in MSVC builds (Bruce Momjian, Michael Paquier)

- Add variant regression test expected-output file to match behavior of current libxml2 (Tom Lane)

The fix for libxml2's CVE-2015-7499 causes it not to output error context reports in some cases where it used to do so. This seems to be a bug, but we'll probably have to live with it for some time, so work around it.

- Update time zone data files to tzdata release 2016a for DST law changes in Cayman Islands, Metlakatla, and Trans-Baikal Territory (Zabaykalsky Krai), plus historical corrections for Pakistan.

E.41. Release 9.3.10

Release date: 2015-10-08

This release contains a variety of fixes from 9.3.9. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.41.1. Migration to Version 9.3.10

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.9, see Section E.42, « Release 9.3.9 ».

E.41.2. Changes

- Guard against stack overflows in json parsing (Oskari Saarenmaa)

If an application constructs PostgreSQL json or jsonb values from arbitrary user input, the application's users can reliably crash the PostgreSQL server, causing momentary denial of service. (CVE-2015-5289)

- Fix contrib/pgcrypto to detect and report too-short crypt() salts (Josh Kupershmidt)

Certain invalid salt arguments crashed the server or disclosed a few bytes of server memory. We have not ruled out the viability of attacks that arrange for presence of confidential information in the disclosed bytes, but they seem unlikely. (CVE-2015-5288)

- Fix subtransaction cleanup after a portal (cursor) belonging to an outer subtransaction fails (Tom Lane, Michael Paquier)

A function executed in an outer-subtransaction cursor could cause an assertion failure or crash by referencing a relation created within an inner subtransaction.

- Ensure all relations referred to by an updatable view are properly locked during an update statement (Dean Rasheed)

- Fix insertion of relations into the relation cache « init file » (Tom Lane)

An oversight in a patch in the most recent minor releases caused pg_trigger_tgrelid_tgname_index to be omitted from the init file. Subsequent sessions detected this, then deemed the init file to be broken and silently ignored it, resulting in a significant degradation in session startup time. In addition to fixing the bug, install some guards so that any similar future mistake will be more obvious.

- Avoid O(N^2) behavior when inserting many tuples into a SPI query result (Neil Conway)

- Improve LISTEN startup time when there are many unread notifications (Matt Newell)

- Fix performance problem when a session alters large numbers of foreign key constraints (Jan Wieck, Tom Lane)

This was seen primarily when restoring pg_dump output for databases with many thousands of tables.

- Disable SSL renegotiation by default (Michael Paquier, Andres Freund)

While use of SSL renegotiation is a good idea in theory, we have seen too many bugs in practice, both in the underlying OpenSSL library and in our usage of it. Renegotiation will be removed entirely in 9.5 and later. In the older branches, just change the default value of ssl_renegotiation_limit to zero (disabled).

- Lower the minimum values of the *_freeze_max_age parameters (Andres Freund)

This is mainly to make tests of related behavior less time-consuming, but it may also be of value for installations with limited disk space.

- Limit the maximum value of wal_buffers to 2GB to avoid server crashes (Josh Berkus)

- Avoid logging complaints when a parameter that can only be set at server start appears multiple times in postgresql.conf, and fix counting of line numbers after an include_dir directive (Tom Lane)

- Fix rare internal overflow in multiplication of numeric values (Dean Rasheed)
- Guard against hard-to-reach stack overflows involving record types, range types, json, jsonb, tsquery, ltxtquery and query_int (Noah Misch)
- Fix handling of DOW and DOY in datetime input (Greg Stark)

These tokens aren't meant to be used in datetime values, but previously they resulted in opaque internal error messages rather than « invalid input syntax ».

- Add more query-cancel checks to regular expression matching (Tom Lane)
- Add recursion depth protections to regular expression, `SIMILAR TO`, and `LIKE` matching (Tom Lane)
Suitable search patterns and a low stack depth limit could lead to stack-overrun crashes.
- Fix potential infinite loop in regular expression execution (Tom Lane)
A search pattern that can apparently match a zero-length string, but actually doesn't match because of a back reference, could lead to an infinite loop.
- In regular expression execution, correctly record match data for capturing parentheses within a quantifier even when the match is zero-length (Tom Lane)
- Fix low-memory failures in regular expression compilation (Andreas Selteneich)
- Fix low-probability memory leak during regular expression execution (Tom Lane)
- Fix rare low-memory failure in lock cleanup during transaction abort (Tom Lane)
- Fix « unexpected out-of-memory situation during sort » errors when using tuplestores with small `work_mem` settings (Tom Lane)
- Fix very-low-probability stack overrun in `qsort` (Tom Lane)
- Fix « invalid memory alloc request size » failure in hash joins with large `work_mem` settings (Tomas Vondra, Tom Lane)
- Fix assorted planner bugs (Tom Lane)

These mistakes could lead to incorrect query plans that would give wrong answers, or to assertion failures in assert-enabled builds, or to odd planner errors such as « could not devise a query plan for the given query », « could not find pathkey item to sort », « plan should not reference subplan's variable », or « failed to assign all NestLoopParams to plan nodes ». Thanks are due to Andreas Selteneich and Piotr Stefaniak for fuzz testing that exposed these problems.

- Improve planner's performance for **UPDATE/DELETE** on large alliance sets (Tom Lane, Dean Rasheed)
- Ensure standby promotion trigger files are removed at postmaster startup (Michael Paquier, Fujii Masao)

This prevents unwanted promotion from occurring if these files appear in a database backup that is used to initialize a new standby server.

- During postmaster shutdown, ensure that per-socket lock files are removed and listen sockets are closed before we remove the `postmaster.pid` file (Tom Lane)

This avoids race-condition failures if an external script attempts to start a new postmaster as soon as `pg_ctl stop` returns.

- Fix postmaster's handling of a startup-process crash during crash recovery (Tom Lane)
If, during a crash recovery cycle, the startup process crashes without having restored database consistency, we'd try to launch a new startup process, which typically would just crash again, leading to an infinite loop.
- Make emergency autovacuuming for multixact wraparound more robust (Andres Freund)
- Do not print a `WARNING` when an autovacuum worker is already gone when we attempt to signal it, and reduce log verbosity for such signals (Tom Lane)
- Prevent autovacuum launcher from sleeping unduly long if the server clock is moved backwards a large amount (Álvaro Herrera)
- Ensure that cleanup of a GIN index's pending-insertions list is interruptable by cancel requests (Jeff Janes)
- Allow all-zeroes pages in GIN indexes to be reused (Heikki Linnakangas)
Such a page might be left behind after a crash.
- Fix handling of all-zeroes pages in SP-GiST indexes (Heikki Linnakangas)

VACUUM attempted to recycle such pages, but did so in a way that wasn't crash-safe.

- Fix off-by-one error that led to otherwise-harmless warnings about « apparent wraparound » in subtrans/multixact truncation (Thomas Munro)
- Fix misreporting of **CONTINUE** and **MOVE** statement types in PL/pgSQL's error context messages (Pavel Stehule, Tom Lane)
- Fix PL/Perl to handle non-ASCII error message texts correctly (Alex Hunsaker)
- Fix PL/Python crash when returning the string representation of a record result (Tom Lane)
- Fix some places in PL/Tcl that neglected to check for failure of `malloc()` calls (Michael Paquier, Álvaro Herrera)
- In `contrib/isbn`, fix output of ISBN-13 numbers that begin with 979 (Fabien Coelho)
EANs beginning with 979 (but not 9790) are considered ISBNs, but they must be printed in the new 13-digit format, not the 10-digit format.
- Improve `contrib/postgres_fdw`'s handling of collation-related decisions (Tom Lane)

The main user-visible effect is expected to be that comparisons involving varchar columns will be sent to the remote server for execution in more cases than before.

- Improve libpq's handling of out-of-memory conditions (Michael Paquier, Heikki Linnakangas)
- Fix memory leaks and missing out-of-memory checks in `ecpg` (Michael Paquier)
- Fix `psql`'s code for locale-aware formatting of numeric output (Tom Lane)

The formatting code invoked by `\pset numericlocale` on did the wrong thing for some uncommon cases such as numbers with an exponent but no decimal point. It could also mangle already-localized output from the money data type.

- Prevent crash in `psql`'s `\c` command when there is no current connection (Noah Misch)
- Make `pg_dump` handle allied NOT VALID check constraints correctly (Tom Lane)
- Fix selection of default zlib compression level in `pg_dump`'s directory output format (Andrew Dunstan)
- Ensure that temporary files created during a `pg_dump` run with tar-format output are not world-readable (Michael Paquier)
- Fix `pg_dump` and `pg_upgrade` to support cases where the `postgres` or `template1` database is in a non-default tablespace (Marti Raudsepp, Bruce Momjian)
- Fix `pg_dump` to handle object privileges sanely when dumping from a server too old to have a particular privilege type (Tom Lane)

When dumping data types from pre-9.2 servers, and when dumping functions or procedural languages from pre-7.3 servers, `pg_dump` would produce **GRANT/REVOKE** commands that revoked the owner's grantable privileges and instead granted all privileges to `PUBLIC`. Since the privileges involved are just `USAGE` and `EXECUTE`, this isn't a security problem, but it's certainly a surprising representation of the older systems' behavior. Fix it to leave the default privilege state alone in these cases.

- Fix `pg_dump` to dump shell types (Tom Lane)
Shell types (that is, not-yet-fully-defined types) aren't useful for much, but nonetheless `pg_dump` should dump them.
- Fix assorted minor memory leaks in `pg_dump` and other client-side programs (Michael Paquier)
- Fix spinlock assembly code for PPC hardware to be compatible with AIX's native assembler (Tom Lane)
Building with `gcc` didn't work if `gcc` had been configured to use the native assembler, which is becoming more common.
- On AIX, test the `-qlonglong` compiler option rather than just assuming it's safe to use (Noah Misch)
- On AIX, use `-Wl,-brtl1lib` link option to allow symbols to be resolved at runtime (Noah Misch)
Perl relies on this ability in 5.8.0 and later.
- Avoid use of inline functions when compiling with 32-bit `xlc`, due to compiler bugs (Noah Misch)
- Use `libbrt` for `sched_yield()` when necessary, which it is on some Solaris versions (Oskari Saarenmaa)
- Fix Windows `install.bat` script to handle target directory names that contain spaces (Heikki Linnakangas)
- Make the numeric form of the PostgreSQL™ version number (e.g., 90405) readily available to extension Makefiles, as a variable named `VERSION_NUM` (Michael Paquier)

- Update time zone data files to tzdata release 2015g for DST law changes in Cayman Islands, Fiji, Moldova, Morocco, Norfolk Island, North Korea, Turkey, and Uruguay. There is a new zone name America/Fort_Nelson for the Canadian Northern Rockies.

E.42. Release 9.3.9

Release date: 2015-06-12

This release contains a small number of fixes from 9.3.8. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.42.1. Migration to Version 9.3.9

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you are upgrading an installation that was previously upgraded using a pg_upgrade version between 9.3.0 and 9.3.4 inclusive, see the first changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.7, see Section E.44, « Release 9.3.7 ».

E.42.2. Changes

- Fix possible failure to recover from an inconsistent database state (Robert Haas)

Recent PostgreSQL™ releases introduced mechanisms to protect against multixact wraparound, but some of that code did not account for the possibility that it would need to run during crash recovery, when the database may not be in a consistent state. This could result in failure to restart after a crash, or failure to start up a secondary server. The lingering effects of a previously-fixed bug in pg_upgrade could also cause such a failure, in installations that had used pg_upgrade versions between 9.3.0 and 9.3.4.

The pg_upgrade bug in question was that it would set `oldestMultiXid` to 1 in `pg_control` even if the true value should be higher. With the fixes introduced in this release, such a situation will result in immediate emergency autovacuuming until a correct `oldestMultiXid` value can be determined. If that would pose a hardship, users can avoid it by doing manual vacuuming *before* upgrading to this release. In detail:

1. Check whether `pg_controldata` reports « Latest checkpoint's `oldestMultiXid` » to be 1. If not, there's nothing to do.
2. Look in `PGDATA/pg_multixact/offsets` to see if there's a file named `0000`. If there is, there's nothing to do.
3. Otherwise, for each table that has `pg_class.relmintxid` equal to 1, **VACUUM** that table with both `vacuum_multixact_freeze_min_age` and `vacuum_multixact_freeze_table_age` set to zero. (You can use the vacuum cost delay parameters described in Section 19.4.3, « Report du VACUUM en fonction de son coût » to reduce the performance consequences for concurrent sessions.) You must use PostgreSQL™ 9.3.5 or later to perform this step.

- Fix rare failure to invalidate relation cache init file (Tom Lane)

With just the wrong timing of concurrent activity, a **VACUUM FULL** on a system catalog might fail to update the « init file » that's used to avoid cache-loading work for new sessions. This would result in later sessions being unable to access that catalog at all. This is a very ancient bug, but it's so hard to trigger that no reproducible case had been seen until recently.

- Avoid deadlock between incoming sessions and CREATE / DROP DATABASE (Tom Lane)

A new session starting in a database that is the target of a **DROP DATABASE** command, or is the template for a **CREATE DATABASE** command, could cause the command to wait for five seconds and then fail, even if the new session would have exited before that.

- Improve planner's cost estimates for semi-joins and anti-joins with inner indexscans (Tom Lane, Tomas Vondra)

This type of plan is quite cheap when all the join clauses are used as index scan conditions, even if the inner scan would nominally fetch many rows, because the executor will stop after obtaining one row. The planner only partially accounted for that effect, and would therefore overestimate the cost, leading it to possibly choose some other much less efficient plan type.

E.43. Release 9.3.8

Release date: 2015-06-04

This release contains a small number of fixes from 9.3.7. For information about new features in the 9.3 major release, see Sec-

tion E.51, « Release 9.3 ».

E.43.1. Migration to Version 9.3.8

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.7, see Section E.44, « Release 9.3.7 ».

E.43.2. Changes

- Avoid failures while `fsync`'ing data directory during crash restart (Abhijit Menon-Sen, Tom Lane)

In the previous minor releases we added a patch to `fsync` everything in the data directory after a crash. Unfortunately its response to any error condition was to fail, thereby preventing the server from starting up, even when the problem was quite harmless. An example is that an unwritable file in the data directory would prevent restart on some platforms; but it is common to make SSL certificate files unwritable by the server. Revise this behavior so that permissions failures are ignored altogether, and other types of failures are logged but do not prevent continuing.

Also apply the same rules in `initdb --sync-only`. This case is less critical but it should act similarly.

- Fix `pg_get_functiondef()` to show functions' LEAKPROOF property, if set (Jeevan Chalke)
- Remove configure's check prohibiting linking to a threaded libpython on OpenBSD (Tom Lane)

The failure this restriction was meant to prevent seems to not be a problem anymore on current OpenBSD versions.

- Allow libpq to use TLS protocol versions beyond v1 (Noah Misch)

For a long time, libpq was coded so that the only SSL protocol it would allow was TLS v1. Now that newer TLS versions are becoming popular, allow it to negotiate the highest commonly-supported TLS version with the server. (PostgreSQL™ servers were already capable of such negotiation, so no change is needed on the server side.) This is a back-patch of a change already released in 9.4.0.

E.44. Release 9.3.7

Release date: 2015-05-22

This release contains a variety of fixes from 9.3.6. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.44.1. Migration to Version 9.3.7

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you use `contrib/citext`'s `regexp_matches()` functions, see the changelog entry below about that.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.6, see Section E.45, « Release 9.3.6 ».

E.44.2. Changes

- Avoid possible crash when client disconnects just before the authentication timeout expires (Benkocs Norbert Attila)

If the timeout interrupt fired partway through the session shutdown sequence, SSL-related state would be freed twice, typically causing a crash and hence denial of service to other sessions. Experimentation shows that an unauthenticated remote attacker could trigger the bug somewhat consistently, hence treat as security issue. (CVE-2015-3165)

- Improve detection of system-call failures (Noah Misch)

Our replacement implementation of `snprintf()` failed to check for errors reported by the underlying system library calls; the main case that might be missed is out-of-memory situations. In the worst case this might lead to information exposure, due to our code assuming that a buffer had been overwritten when it hadn't been. Also, there were a few places in which security-relevant calls of other system library functions did not check for failure.

It remains possible that some calls of the `*printf()` family of functions are vulnerable to information disclosure if an out-of-memory error occurs at just the wrong time. We judge the risk to not be large, but will continue analysis in this area. (CVE-2015-3166)

- In `contrib/pgcrypto`, uniformly report decryption failures as « Wrong key or corrupt data » (Noah Misch)

Previously, some cases of decryption with an incorrect key could report other error message texts. It has been shown that such variance in error reports can aid attackers in recovering keys from other systems. While it's unknown whether pgcrypto's specific behaviors are likewise exploitable, it seems better to avoid the risk by using a one-size-fits-all message. (CVE-2015-3167)

- Protect against wraparound of multixact member IDs (Álvaro Herrera, Robert Haas, Thomas Munro)

Under certain usage patterns, the existing defenses against this might be insufficient, allowing pg_multixact/members files to be removed too early, resulting in data loss. The fix for this includes modifying the server to fail transactions that would result in overwriting old multixact member ID data, and improving autovacuum to ensure it will act proactively to prevent multixact member ID wraparound, as it does for transaction ID wraparound.

- Fix incorrect declaration of contrib/citext's regexp_matches() functions (Tom Lane)

These functions should return setof text[], like the core functions they are wrappers for; but they were incorrectly declared as returning just text[]. This mistake had two results: first, if there was no match you got a scalar null result, whereas what you should get is an empty set (zero rows). Second, the g flag was effectively ignored, since you would get only one result array even if there were multiple matches.

While the latter behavior is clearly a bug, there might be applications depending on the former behavior; therefore the function declarations will not be changed by default until PostgreSQL™ 9.5. In pre-9.5 branches, the old behavior exists in version 1.0 of the citext extension, while we have provided corrected declarations in version 1.1 (which is *not* installed by default). To adopt the fix in pre-9.5 branches, execute ALTER EXTENSION citext UPDATE TO '1.1' in each database in which citext is installed. (You can also « update » back to 1.0 if you need to undo that.) Be aware that either update direction will require dropping and recreating any views or rules that use citext's regexp_matches() functions.

- Fix incorrect checking of deferred exclusion constraints after a HOT update (Tom Lane)

If a new row that potentially violates a deferred exclusion constraint is HOT-updated (that is, no indexed columns change and the row can be stored back onto the same table page) later in the same transaction, the exclusion constraint would be reported as violated when the check finally occurred, even if the row(s) the new row originally conflicted with had been deleted.

- Fix planning of star-schema-style queries (Tom Lane)

Sometimes, efficient scanning of a large table requires that index parameters be provided from more than one other table (commonly, dimension tables whose keys are needed to index a large fact table). The planner should be able to find such plans, but an overly restrictive search heuristic prevented it.

- Prevent improper reordering of antijoins (NOT EXISTS joins) versus other outer joins (Tom Lane)

This oversight in the planner has been observed to cause « could not find RelOptInfo for given relids » errors, but it seems possible that sometimes an incorrect query plan might get past that consistency check and result in silently-wrong query output.

- Fix incorrect matching of subexpressions in outer-join plan nodes (Tom Lane)

Previously, if textually identical non-strict subexpressions were used both above and below an outer join, the planner might try to re-use the value computed below the join, which would be incorrect because the executor would force the value to NULL in case of an unmatched outer row.

- Fix GEQO planner to cope with failure of its join order heuristic (Tom Lane)

This oversight has been seen to lead to « failed to join all relations together » errors in queries involving LATERAL, and that might happen in other cases as well.

- Fix possible deadlock at startup when max_prepared_transactions is too small (Heikki Linnakangas)

- Don't archive useless preallocated WAL files after a timeline switch (Heikki Linnakangas)

- Recursively fsync() the data directory after a crash (Abhijit Menon-Sen, Robert Haas)

This ensures consistency if another crash occurs shortly later. (The second crash would have to be a system-level crash, not just a database crash, for there to be a problem.)

- Fix autovacuum launcher's possible failure to shut down, if an error occurs after it receives SIGTERM (Álvaro Herrera)

- Cope with unexpected signals in LockBufferForCleanup() (Andres Freund)

This oversight could result in spurious errors about « multiple backends attempting to wait for pincount 1 ».

- Fix crash when doing COPY IN to a table with check constraints that contain whole-row references (Tom Lane)

The known failure case only crashes in 9.4 and up, but there is very similar code in 9.3 and 9.2, so back-patch those branches

as well.

- Avoid waiting for WAL flush or synchronous replication during commit of a transaction that was read-only so far as the user is concerned (Andres Freund)

Previously, a delay could occur at commit in transactions that had written WAL due to HOT page pruning, leading to undesirable effects such as sessions getting stuck at startup if all synchronous replicas are down. Sessions have also been observed to get stuck in catchup interrupt processing when using synchronous replication; this will fix that problem as well.

- Fix crash when manipulating hash indexes on temporary tables (Heikki Linnakangas)
- Fix possible failure during hash index bucket split, if other processes are modifying the index concurrently (Tom Lane)
- Check for interrupts while analyzing index expressions (Jeff Janes)

ANALYZE executes index expressions many times; if there are slow functions in such an expression, it's desirable to be able to cancel the **ANALYZE** before that loop finishes.

- Ensure `tableoid` of a foreign table is reported correctly when a `READ COMMITTED` recheck occurs after locking rows in **SELECT FOR UPDATE**, **UPDATE**, or **DELETE** (Etsuro Fujita)
 - Add the name of the target server to object description strings for foreign-server user mappings (Álvaro Herrera)
 - Include the schema name in object identity strings for conversions (Álvaro Herrera)
 - Recommend setting `include_realm` to 1 when using Kerberos/GSSAPI/SSPI authentication (Stephen Frost)
- Without this, identically-named users from different realms cannot be distinguished. For the moment this is only a documentation change, but it will become the default setting in PostgreSQL™ 9.5.
- Remove code for matching IPv4 `pg_hba.conf` entries to IPv4-in-IPv6 addresses (Tom Lane)

This hack was added in 2003 in response to a report that some Linux kernels of the time would report IPv4 connections as having IPv4-in-IPv6 addresses. However, the logic was accidentally broken in 9.0. The lack of any field complaints since then shows that it's not needed anymore. Now we have reports that the broken code causes crashes on some systems, so let's just remove it rather than fix it. (Had we chosen to fix it, that would make for a subtle and potentially security-sensitive change in the effective meaning of IPv4 `pg_hba.conf` entries, which does not seem like a good thing to do in minor releases.)

- Report WAL flush, not insert, position in `IDENTIFY_SYSTEM` replication command (Heikki Linnakangas)
- This avoids a possible startup failure in `pg_recvexlog`.
- While shutting down service on Windows, periodically send status updates to the Service Control Manager to prevent it from killing the service too soon; and ensure that `pg_ctl` will wait for shutdown (Krystian Bigaj)
 - Reduce risk of network deadlock when using libpq's non-blocking mode (Heikki Linnakangas)

When sending large volumes of data, it's important to drain the input buffer every so often, in case the server has sent enough response data to cause it to block on output. (A typical scenario is that the server is sending a stream of NOTICE messages during `COPY FROM STDIN`.) This worked properly in the normal blocking mode, but not so much in non-blocking mode. We've modified libpq to opportunistically drain input when it can, but a full defense against this problem requires application cooperation: the application should watch for socket read-ready as well as write-ready conditions, and be sure to call `PQconsumeInput()` upon read-ready.

- In libpq, fix misparsing of empty values in URI connection strings (Thomas Fanghaenel)
- Fix array handling in `ecpg` (Michael Meskes)
- Fix `psql` to sanely handle URIs and conninfo strings as the first parameter to `\connect` (David Fetter, Andrew Dunstan, Álvaro Herrera)

This syntax has been accepted (but undocumented) for a long time, but previously some parameters might be taken from the old connection instead of the given string, which was agreed to be undesirable.

- Suppress incorrect complaints from `psql` on some platforms that it failed to write `~/.psql_history` at exit (Tom Lane)

This misbehavior was caused by a workaround for a bug in very old (pre-2006) versions of libedit. We fixed it by removing the workaround, which will cause a similar failure to appear for anyone still using such versions of libedit. Recommendation: upgrade that library, or use libreadline.

- Fix `pg_dump`'s rule for deciding which casts are system-provided casts that should not be dumped (Tom Lane)
- In `pg_dump`, fix failure to honor `-Z` compression level option together with `-Fd` (Michael Paquier)

- Make pg_dump consider foreign key relationships between extension configuration tables while choosing dump order (Gilles Darold, Michael Paquier, Stephen Frost)

This oversight could result in producing dumps that fail to reload because foreign key constraints are transiently violated.

- Avoid possible pg_dump failure when concurrent sessions are creating and dropping temporary functions (Tom Lane)
- Fix dumping of views that are just VALUES(. . .) but have column aliases (Tom Lane)
- In pg_upgrade, force timeline 1 in the new cluster (Bruce Momjian)

This change prevents upgrade failures caused by bogus complaints about missing WAL history files.

- In pg_upgrade, check for improperly non-connectable databases before proceeding (Bruce Momjian)
- In pg_upgrade, quote directory paths properly in the generated delete_old_cluster script (Bruce Momjian)
- In pg_upgrade, preserve database-level freezing info properly (Bruce Momjian)

This oversight could cause missing-clog-file errors for tables within the `postgres` and `template1` databases.

- Run pg_upgrade and pg_resetxlog with restricted privileges on Windows, so that they don't fail when run by an administrator (Muhammad Asif Naeem)
- Improve handling of `readdir()` failures when scanning directories in initdb and pg_basebackup (Marco Nenciarini)
- Fix slow sorting algorithm in contrib/intarray (Tom Lane)
- Fix compile failure on Sparc V8 machines (Rob Rowan)
- Silence some build warnings on macOS (Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2015d for DST law changes in Egypt, Mongolia, and Palestine, plus historical changes in Canada and Chile. Also adopt revised zone abbreviations for the America/Adak zone (HST/HDT not HAST/HADT).

E.45. Release 9.3.6

Release date: 2015-02-05

This release contains a variety of fixes from 9.3.5. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.45.1. Migration to Version 9.3.6

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you are a Windows user and are using the « Norwegian (Bokmål) » locale, manual action is needed after the upgrade to replace any « Norwegian (Bokmål)_Norway » locale names stored in PostgreSQL™ system catalogs with the plain-ASCII alias « Norwegian_Norway ». For details see http://wiki.postgresql.org/wiki/changes_to_norwegian_locale

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.5, see Section E.46, « Release 9.3.5 ».

E.45.2. Changes

- Fix buffer overruns in `to_char()` (Bruce Momjian)

When `to_char()` processes a numeric formatting template calling for a large number of digits, PostgreSQL™ would read past the end of a buffer. When processing a crafted timestamp formatting template, PostgreSQL™ would write past the end of a buffer. Either case could crash the server. We have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation, though they seem unlikely. (CVE-2015-0241)

- Fix buffer overrun in replacement `*printf()` functions (Tom Lane)

PostgreSQL™ includes a replacement implementation of `printf` and related functions. This code will overrun a stack buffer when formatting a floating point number (conversion specifiers e, E, f, F, g or G) with requested precision greater than about 500. This will crash the server, and we have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation. A database user can trigger such a buffer overrun through the `to_char()` SQL function. While that is the only affected core PostgreSQL™ functionality, extension modules that use printf-family functions may be at risk as well.

This issue primarily affects PostgreSQL™ on Windows. PostgreSQL™ uses the system implementation of these functions

where adequate, which it is on other modern platforms. (CVE-2015-0242)

- Fix buffer overruns in `contrib/pgcrypto` (Marko Tiikkaja, Noah Misch)

Errors in memory size tracking within the `pgcrypto` module permitted stack buffer overruns and improper dependence on the contents of uninitialized memory. The buffer overrun cases can crash the server, and we have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation. (CVE-2015-0243)

- Fix possible loss of frontend/backend protocol synchronization after an error (Heikki Linnakangas)

If any error occurred while the server was in the middle of reading a protocol message from the client, it could lose synchronization and incorrectly try to interpret part of the message's data as a new protocol message. An attacker able to submit crafted binary data within a command parameter might succeed in injecting his own SQL commands this way. Statement timeout and query cancellation are the most likely sources of errors triggering this scenario. Particularly vulnerable are applications that use a timeout and also submit arbitrary user-crafted data as binary query parameters. Disabling statement timeout will reduce, but not eliminate, the risk of exploit. Our thanks to Emil Lenngren for reporting this issue. (CVE-2015-0244)

- Fix information leak via constraint-violation error messages (Stephen Frost)

Some server error messages show the values of columns that violate a constraint, such as a unique constraint. If the user does not have `SELECT` privilege on all columns of the table, this could mean exposing values that the user should not be able to see. Adjust the code so that values are displayed only when they came from the SQL command or could be selected by the user. (CVE-2014-8161)

- Lock down regression testing's temporary installations on Windows (Noah Misch)

Use SSPI authentication to allow connections only from the OS user who launched the test suite. This closes on Windows the same vulnerability previously closed on other platforms, namely that other users might be able to connect to the test postmaster. (CVE-2014-0067)

- Cope with the Windows locale named « Norwegian (Bokmål) » (Heikki Linnakangas)

Non-ASCII locale names are problematic since it's not clear what encoding they should be represented in. Map the troublesome locale name to a plain-ASCII alias, « Norwegian_Norway ».

- Avoid possible data corruption if **ALTER DATABASE SET TABLESPACE** is used to move a database to a new tablespace and then shortly later move it back to its original tablespace (Tom Lane)

- Avoid corrupting tables when **ANALYZE** inside a transaction is rolled back (Andres Freund, Tom Lane, Michael Paquier)

If the failing transaction had earlier removed the last index, rule, or trigger from the table, the table would be left in a corrupted state with the relevant `pg_class` flags not set though they should be.

- Ensure that unlogged tables are copied correctly during **CREATE DATABASE** or **ALTER DATABASE SET TABLESPACE** (Pavan Deolasee, Andres Freund)

- Fix incorrect processing of `CreateEventTrigStmt.eventname` (Petr Jelinek)

This could result in misbehavior if **CREATE EVENT TRIGGER** were executed as a prepared query, or via extended query protocol.

- Fix **DROP**'s dependency searching to correctly handle the case where a table column is recursively visited before its table (Petr Jelinek, Tom Lane)

This case is only known to arise when an extension creates both a datatype and a table using that datatype. The faulty code might refuse a **DROP EXTENSION** unless **CASCADE** is specified, which should not be required.

- Fix use-of-already-freed-memory problem in `EvalPlanQual` processing (Tom Lane)

In `READ COMMITTED` mode, queries that lock or update recently-updated rows could crash as a result of this bug.

- Avoid possible deadlock while trying to acquire tuple locks in `EvalPlanQual` processing (Álvaro Herrera, Mark Kirkwood)

Fix failure to wait when a transaction tries to acquire a `FOR NO KEY EXCLUSIVE` tuple lock, while multiple other transactions currently hold `FOR SHARE` locks (Álvaro Herrera)

- Fix planning of **SELECT FOR UPDATE** when using a partial index on a child table (Kyotaro Horiguchi)

In `READ COMMITTED` mode, **SELECT FOR UPDATE** must also recheck the partial index's `WHERE` condition when rechecking a recently-updated row to see if it still satisfies the query's `WHERE` condition. This requirement was missed if the index belonged to an alliance child table, so that it was possible to incorrectly return rows that no longer satisfy the query condition.

- Fix corner case wherein **SELECT FOR UPDATE** could return a row twice, and possibly miss returning other rows (Tom Lane)

In READ COMMITTED mode, a **SELECT FOR UPDATE** that is scanning an alliance tree could incorrectly return a row from a prior child table instead of the one it should return from a later child table.

- Improve performance of **EXPLAIN** with large range tables (Tom Lane)
- Reject duplicate column names in the referenced-columns list of a FOREIGN KEY declaration (David Rowley)

This restriction is per SQL standard. Previously we did not reject the case explicitly, but later on the code would fail with bizarre-looking errors.

- Re-enable error for `SELECT ... OFFSET -1` (Tom Lane)

A negative offset value has been an error since 8.4, but an optimization added in 9.3 accidentally turned the case into a no-op. Restore the expected behavior.

- Restore previous behavior of conversion of domains to JSON (Tom Lane)

This change causes domains over numeric and boolean to be treated like their base types for purposes of conversion to JSON. It worked like that before 9.3.5 and 9.2.9, but was unintentionally changed while fixing a related problem.

- Fix `json_agg()` to not return extra trailing right brackets in its result (Tom Lane)
- Fix bugs in raising a numeric value to a large integral power (Tom Lane)

The previous code could get a wrong answer, or consume excessive amounts of time and memory before realizing that the answer must overflow.

- In `numeric_recv()`, truncate away any fractional digits that would be hidden according to the value's `dscale` field (Tom Lane)

A numeric value's display scale (`dscale`) should never be less than the number of nonzero fractional digits; but apparently there's at least one broken client application that transmits binary numeric values in which that's true. This leads to strange behavior since the extra digits are taken into account by arithmetic operations even though they aren't printed. The least risky fix seems to be to truncate away such « hidden » digits on receipt, so that the value is indeed what it prints as.

- Fix incorrect search for shortest-first regular expression matches (Tom Lane)

Matching would often fail when the number of allowed iterations is limited by a `? quantifier` or a bound expression.

- Reject out-of-range numeric timezone specifications (Tom Lane)

Simple numeric timezone specifications exceeding +/- 168 hours (one week) would be accepted, but could then cause null-pointer dereference crashes in certain operations. There's no use-case for such large UTC offsets, so reject them.

- Fix bugs in `tsquery @> tsquery` operator (Heikki Linnakangas)

Two different terms would be considered to match if they had the same CRC. Also, if the second operand had more terms than the first, it would be assumed not to be contained in the first; which is wrong since it might contain duplicate terms.

- Improve `ispell` dictionary's defenses against bad affix files (Tom Lane)
- Allow more than 64K phrases in a thesaurus dictionary (David Boutin)

The previous coding could crash on an oversize dictionary, so this was deemed a back-patchable bug fix rather than a feature addition.

- Fix namespace handling in `xpath()` (Ali Akbar)

Previously, the `xml` value resulting from an `xpath()` call would not have namespace declarations if the namespace declarations were attached to an ancestor element in the input `xml` value, rather than to the specific element being returned. Propagate the ancestral declaration so that the result is correct when considered in isolation.

- Ensure that whole-row variables expose nonempty column names to functions that pay attention to column names within composite arguments (Tom Lane)

In some contexts, constructs like `row_to_json(tab.*)` may not produce the expected column names. This is fixed properly as of 9.4; in older branches, just ensure that we produce some nonempty name. (In some cases this will be the underlying table's column name rather than the query-assigned alias that should theoretically be visible.)

- Fix mishandling of system columns, particularly `tableoid`, in FDW queries (Etsuro Fujita)
- Fix assorted oversights in range-operator selectivity estimation (Emre Hasegeli)

This patch fixes corner-case « unexpected operator NNNN » planner errors, and improves the selectivity estimates for some

other cases.

- Avoid doing `indexed_column = ANY (array)` as an index qualifier if that leads to an inferior plan (Andrew Gierth)
In some cases, `= ANY` conditions applied to non-first index columns would be done as index conditions even though it would be better to use them as simple filter conditions.
- Fix « variable not found in subplan target list » planner failure when an inline-able SQL function taking a composite argument is used in a `LATERAL` subselect and the composite argument is a lateral reference (Tom Lane)
- Fix planner problems with nested append relations, such as allied tables within `UNION ALL` subqueries (Tom Lane)
- Fail cleanly when a GiST index tuple doesn't fit on a page, rather than going into infinite recursion (Andrew Gierth)
- Exempt tables that have per-table `cost_limit` and/or `cost_delay` settings from autovacuum's global cost balancing rules (Álvaro Herrera)

The previous behavior resulted in basically ignoring these per-table settings, which was unintended. Now, a table having such settings will be vacuumed using those settings, independently of what is going on in other autovacuum workers. This may result in heavier total I/O load than before, so such settings should be re-examined for sanity.

- Avoid wholesale autovacuuming when autovacuum is nominally off (Tom Lane)

Even when autovacuum is nominally off, we will still launch autovacuum worker processes to vacuum tables that are at risk of XID wraparound. However, such a worker process then proceeded to vacuum all tables in the target database, if they met the usual thresholds for autovacuuming. This is at best pretty unexpected; at worst it delays response to the wraparound threat. Fix it so that if autovacuum is turned off, workers *only* do anti-wraparound vacuums and not any other work.

- During crash recovery, ensure that unlogged relations are rewritten as empty and are synced to disk before recovery is considered complete (Abhijit Menon-Sen, Andres Freund)

This prevents scenarios in which unlogged relations might contain garbage data following database crash recovery.

- Fix race condition between hot standby queries and replaying a full-page image (Heikki Linnakangas)

This mistake could result in transient errors in queries being executed in hot standby.

- Fix several cases where recovery logic improperly ignored WAL records for `COMMIT/ABORT PREPARED` (Heikki Linnakangas)

The most notable oversight was that `recovery_target_xid` could not be used to stop at a two-phase commit.

- Prevent latest WAL file from being archived a second time at completion of crash recovery (Fujii Masao)
- Avoid creating unnecessary `.ready` marker files for timeline history files (Fujii Masao)
- Fix possible null pointer dereference when an empty prepared statement is used and the `log_statement` setting is `mod` or `ddl` (Fujii Masao)
- Change « pgstat wait timeout » warning message to be LOG level, and rephrase it to be more understandable (Tom Lane)

This message was originally thought to be essentially a can't-happen case, but it occurs often enough on our slower buildfarm members to be a nuisance. Reduce it to LOG level, and expend a bit more effort on the wording: it now reads « using stale statistics instead of current ones because stats collector is not responding ».

- Fix possible corruption of postmaster's list of dynamic background workers (Andres Freund)
- Fix SPARC spinlock implementation to ensure correctness if the CPU is being run in a non-TSO coherency mode, as some non-Solaris kernels do (Andres Freund)
- Warn if macOS's `setlocale()` starts an unwanted extra thread inside the postmaster (Noah Misch)
- Fix processing of repeated dbname parameters in `PQconnectdbParams()` (Alex Shulgin)

Unexpected behavior ensued if the first occurrence of `dbname` contained a connection string or URI to be expanded.

- Ensure that libpq reports a suitable error message on unexpected socket EOF (Marko Tiikkaja, Tom Lane)

Depending on kernel behavior, libpq might return an empty error string rather than something useful when the server unexpectedly closed the socket.

- Clear any old error message during `PQreset()` (Heikki Linnakangas)

If `PQreset()` is called repeatedly, and the connection cannot be re-established, error messages from the failed connection attempts kept accumulating in the PGconn's error string.

- Properly handle out-of-memory conditions while parsing connection options in libpq (Alex Shulgin, Heikki Linnakangas)
- Fix array overrun in ecpg's version of `ParseDateTime()` (Michael Paquier)
- In initdb, give a clearer error message if a password file is specified but is empty (Mats Erik Andersson)
- Fix psql's `\s` command to work nicely with libedit, and add pager support (Stepan Rutz, Tom Lane)

When using libedit rather than readline, `\s` printed the command history in a fairly unreadable encoded format, and on recent libedit versions might fail altogether. Fix that by printing the history ourselves rather than having the library do it. A pleasant side-effect is that the pager is used if appropriate.

This patch also fixes a bug that caused newline encoding to be applied inconsistently when saving the command history with libedit. Multiline history entries written by older psql versions will be read cleanly with this patch, but perhaps not vice versa, depending on the exact libedit versions involved.

- Improve consistency of parsing of psql's special variables (Tom Lane)

Allow variant spellings of `on` and `off` (such as `1/0`) for `ECHO_HIDDEN` and `ON_ERROR_ROLLBACK`. Report a warning for unrecognized values for `COMP_KEYWORD_CASE`, `ECHO`, `ECHO_HIDDEN`, `HISTCONTROL`, `ON_ERROR_ROLLBACK`, and `VERBOSITY`. Recognize all values for all these variables case-insensitively; previously there was a mishmash of case-sensitive and case-insensitive behaviors.

- Make psql's `\watch` command display nulls as specified by `\pset null` (Fujii Masao)
- Fix psql's expanded-mode display to work consistently when using `border = 3` and `linestyle = ascii` or `unicode` (Stephen Frost)
- Fix pg_dump to handle comments on event triggers without failing (Tom Lane)
- Allow parallel pg_dump to use `--serializable-deferrable` (Kevin Grittner)
- Improve performance of pg_dump when the database contains many instances of multiple dependency paths between the same two objects (Tom Lane)
- Fix pg_dumpall to restore its ability to dump from pre-8.1 servers (Gilles Darold)
- Fix possible deadlock during parallel restore of a schema-only dump (Robert Haas, Tom Lane)
- Fix core dump in `pg_dump --binary-upgrade` on zero-column composite type (Rushabh Lathia)
- Fix failure to fsync tables in nondefault tablespaces during pg_upgrade (Abhijit Menon-Sen, Andres Freund)

With an operating system crash and some bad luck, this could result in data loss during an upgrade.

- In pg_upgrade, cope with cases where the new cluster creates a TOAST table for a table that didn't previously have one (Bruce Momjian)

Previously this could result in failures due to OID conflicts.

- In pg_upgrade, don't try to set `autovacuum_multixact_freeze_max_age` for the old cluster (Bruce Momjian)

This could result in failure because not all 9.3.X versions have that parameter. Fortunately, we don't actually need to set it at all.

- In pg_upgrade, preserve the transaction ID epoch (Bruce Momjian)

This oversight did not bother PostgreSQL™ proper, but could confuse some external replication tools.

- Prevent WAL files created by `pg_basebackup -x/-X` from being archived again when the standby is promoted (Andres Freund)

- Fix memory leak in pg_receivexlog (Fujii Masao)

- Fix unintended suppression of pg_receivexlog verbose messages (Fujii Masao)

- Fix failure of contrib/auto_explain to print per-node timing information when doing **EXPLAIN ANALYZE** (Tom Lane)

- Fix upgrade-from-unpackaged script for contrib/citext (Tom Lane)

- Avoid integer overflow and buffer overrun in contrib/hstore's `hstore_to_json()` (Heikki Linnakangas)

- Fix recognition of numbers in `hstore_to_json_loose()`, so that JSON numbers and strings are correctly distinguished (Andrew Dunstan)

- Fix block number checking in contrib/pageinspect's `get_raw_page()` (Tom Lane)

The incorrect checking logic could prevent access to some pages in non-main relation forks.

- Fix contrib/pgcrypto's `pgp_sym_decrypt()` to not fail on messages whose length is 6 less than a power of 2 (Marko Tiikkaja)

- Fix file descriptor leak in contrib/pg_test_fsync (Jeff Janes)

This could cause failure to remove temporary files on Windows.

- Handle unexpected query results, especially NULLs, safely in contrib/tablefunc's `connectby()` (Michael Paquier) `connectby()` previously crashed if it encountered a NULL key value. It now prints that row but doesn't recurse further.

- Avoid a possible crash in contrib/xml2's `xslt_process()` (Mark Simonetti)

libxslt seems to have an undocumented dependency on the order in which resources are freed; reorder our calls to avoid a crash.

- Mark some contrib I/O functions with correct volatility properties (Tom Lane)

The previous over-conservative marking was immaterial in normal use, but could cause optimization problems or rejection of valid index expression definitions. Since the consequences are not large, we've just adjusted the function definitions in the extension modules' scripts, without changing version numbers.

- Numerous cleanups of warnings from Coverity static code analyzer (Andres Freund, Tatsuo Ishii, Marko Kreen, Tom Lane, Michael Paquier)

These changes are mostly cosmetic but in some cases fix corner-case bugs, for example a crash rather than a proper error report after an out-of-memory failure. None are believed to represent security issues.

- Fix setup of background workers in EXEC_BACKEND builds, eg Windows (Robert Haas)

- Detect incompatible OpenLDAP versions during build (Noah Misch)

With OpenLDAP versions 2.4.24 through 2.4.31, inclusive, PostgreSQL™ backends can crash at exit. Raise a warning during configure based on the compile-time OpenLDAP version number, and test the crashing scenario in the contrib/dblink regression test.

- In non-MSVC Windows builds, ensure `libpq.dll` is installed with execute permissions (Noah Misch)

- Make pg_regress remove any temporary installation it created upon successful exit (Tom Lane)

This results in a very substantial reduction in disk space usage during make check-world, since that sequence involves creation of numerous temporary installations.

- Support time zone abbreviations that change UTC offset from time to time (Tom Lane)

Previously, PostgreSQL™ assumed that the UTC offset associated with a time zone abbreviation (such as EST) never changes in the usage of any particular locale. However this assumption fails in the real world, so introduce the ability for a zone abbreviation to represent a UTC offset that sometimes changes. Update the zone abbreviation definition files to make use of this feature in timezone locales that have changed the UTC offset of their abbreviations since 1970 (according to the IANA time-zone database). In such timezones, PostgreSQL™ will now associate the correct UTC offset with the abbreviation depending on the given date.

- Update time zone abbreviations lists (Tom Lane)

Add CST (China Standard Time) to our lists. Remove references to ADT as « Arabia Daylight Time », an abbreviation that's been out of use since 2007; therefore, claiming there is a conflict with « Atlantic Daylight Time » doesn't seem especially helpful. Fix entirely incorrect GMT offsets for CKT (Cook Islands), FJT, and FJST (Fiji); we didn't even have them on the proper side of the date line.

- Update time zone data files to tzdata release 2015a.

The IANA timezone database has adopted abbreviations of the form AxST/AxDT for all Australian time zones, reflecting what they believe to be current majority practice Down Under. These names do not conflict with usage elsewhere (other than ACST for Acre Summer Time, which has been in disuse since 1994). Accordingly, adopt these names into our « Default » timezone abbreviation set. The « Australia » abbreviation set now contains only CST, EAST, EST, SAST, SAT, and WST, all of which are thought to be mostly historical usage. Note that SAST has also been changed to be South Africa Standard Time in the « Default » abbreviation set.

Also, add zone abbreviations SRET (Asia/Srednekolymsk) and XJT (Asia/Urumqi), and use WSST/WSDT for western Samoa. Also, there were DST law changes in Chile, Mexico, the Turks & Caicos Islands (America/Grand_Turk), and Fiji. There

is a new zone Pacific/Bougainville for portions of Papua New Guinea. Also, numerous corrections for historical (pre-1970) time zone data.

E.46. Release 9.3.5

Release date: 2014-07-24

This release contains a variety of fixes from 9.3.4. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.46.1. Migration to Version 9.3.5

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, this release corrects a logic error in pg_upgrade, as well as an index corruption problem in some GiST indexes. See the first two changelog entries below to find out whether your installation has been affected and what steps you should take if so.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.4, see Section E.47, « Release 9.3.4 ».

E.46.2. Changes

- In pg_upgrade, remove pg_multixact files left behind by initdb (Bruce Momjian)

If you used a pre-9.3.5 version of pg_upgrade to upgrade a database cluster to 9.3, it might have left behind a file \$PGDATA/pg_multixact/offsets/0000 that should not be there and will eventually cause problems in **VACUUM**. However, in common cases this file is actually valid and must not be removed. To determine whether your installation has this problem, run this query as superuser, in any database of the cluster:

```
WITH list(file) AS (SELECT * FROM pg_ls_dir('pg_multixact/offsets'))
SELECT EXISTS (SELECT * FROM list WHERE file = '0000') AND
       NOT EXISTS (SELECT * FROM list WHERE file = '0001') AND
       NOT EXISTS (SELECT * FROM list WHERE file = 'FFFF') AND
       EXISTS (SELECT * FROM list WHERE file != '0000')
      AS file_0000_removal_required;
```

If this query returns t, manually remove the file \$PGDATA/pg_multixact/offsets/0000. Do nothing if the query returns f.

- Correctly initialize padding bytes in contrib/btree_gist indexes on bit columns (Heikki Linnakangas)

This error could result in incorrect query results due to values that should compare equal not being seen as equal. Users with GiST indexes on bit or bit varying columns should **REINDEX** those indexes after installing this update.

- Protect against torn pages when deleting GIN list pages (Heikki Linnakangas)

This fix prevents possible index corruption if a system crash occurs while the page update is being written to disk.

- Don't clear the right-link of a GiST index page while replaying updates from WAL (Heikki Linnakangas)

This error could lead to transiently wrong answers from GiST index scans performed in Hot Standby.

- Fix corner-case infinite loop during insertion into an SP-GiST text index (Tom Lane)

- Fix incorrect answers from SP-GiST index searches with - | - (range adjacency) operator (Heikki Linnakangas)

- Fix wraparound handling for pg_multixact/members (Álvaro Herrera)

- Truncate pg_multixact during checkpoints, not during **VACUUM** (Álvaro Herrera)

This change ensures that pg_multixact segments can't be removed if they'd still be needed during WAL replay after a crash.

- Fix possible inconsistency of all-visible flags after WAL recovery (Heikki Linnakangas)

- Fix possibly-incorrect cache invalidation during nested calls to `ReceiveSharedInvalidMessages` (Andres Freund)

- Fix race condition when updating a tuple concurrently locked by another process (Andres Freund, Álvaro Herrera)

- Fix « could not find pathkey item to sort » planner failures with `UNION ALL` over subqueries reading from tables with alliance children (Tom Lane)

- Don't assume a subquery's output is unique if there's a set-returning function in its targetlist (David Rowley)

This oversight could lead to misoptimization of constructs like `WHERE x IN (SELECT y, generate_series(1,10) FROM t GROUP BY y)`.

- Improve planner to drop constant-NULL inputs of AND/OR when possible (Tom Lane)

This change fixes some cases where the more aggressive parameter substitution done by 9.2 and later can lead to a worse plan than older versions produced.

- Ensure that the planner sees equivalent VARIADIC and non-VARIADIC function calls as equivalent (Tom Lane)

This bug could for example result in failure to use expression indexes involving variadic functions. It might be necessary to re-create such indexes, and/or re-create views including variadic function calls that should match the indexes, for the fix to be effective for existing 9.3 installations.

- Fix handling of nested JSON objects in `json_populate_recordset()` and friends (Michael Paquier, Tom Lane)

A nested JSON object could result in previous fields of the parent object not being shown in the output.

- Fix identification of input type category in `to_json()` and friends (Tom Lane)

This is known to have led to inadequate quoting of money fields in the JSON result, and there may have been wrong results for other data types as well.

- Fix failure to detoast fields in composite elements of structured types (Tom Lane)

This corrects cases where TOAST pointers could be copied into other tables without being dereferenced. If the original data is later deleted, it would lead to errors like « missing chunk number 0 for toast value ... » when the now-dangling pointer is used.

- Fix « record type has not been registered » failures with whole-row references to the output of Append plan nodes (Tom Lane)

- Fix possible crash when invoking a user-defined function while rewinding a cursor (Tom Lane)

- Fix query-lifespan memory leak while evaluating the arguments for a function in FROM (Tom Lane)

- Fix session-lifespan memory leaks in regular-expression processing (Tom Lane, Arthur O'Dwyer, Greg Stark)

- Fix data encoding error in `hungarian.stop` (Tom Lane)

- Prevent foreign tables from being created with OIDS when `default_with_oids` is true (Etsuro Fujita)

- Fix liveness checks for rows that were inserted in the current transaction and then deleted by a now-rolled-back subtransaction (Andres Freund)

This could cause problems (at least spurious warnings, and at worst an infinite loop) if **CREATE INDEX** or **CLUSTER** were done later in the same transaction.

- Clear `pg_stat_activity.xact_start` during **PREPARE TRANSACTION** (Andres Freund)

After the **PREPARE**, the originating session is no longer in a transaction, so it should not continue to display a transaction start time.

- Fix **REASSIGN OWNED** to not fail for text search objects (Álvaro Herrera)

- Prevent `pg_class.re1minmxid` values from going backwards during **VACUUM FULL** (Álvaro Herrera)

- Reduce indentation in rule/view dumps to improve readability and avoid excessive whitespace (Greg Stark, Tom Lane)

This change reduces the amount of indentation applied to nested constructs, including some cases that the user probably doesn't think of as nested, such as UNION lists. Previously, deeply nested constructs were printed with an amount of whitespace growing as $O(N^2)$, which created a performance problem and even risk of out-of-memory failures. Now the indentation is reduced modulo 40, which is initially odd to look at but seems to preserve readability better than simply limiting the indentation would do. Redundant parenthesization of UNION lists has been reduced as well.

- Fix dumping of rules/views when subsequent addition of a column has resulted in multiple input columns matching a **USING** specification (Tom Lane)

- Repair view printing for some cases involving functions in FROM that return a composite type containing dropped columns (Tom Lane)

- Block signals during postmaster startup (Tom Lane)

This ensures that the postmaster will properly clean up after itself if, for example, it receives **SIGINT** while still starting up.

- Fix client host name lookup when processing `pg_hba.conf` entries that specify host names instead of IP addresses (Tom Lane)

Ensure that reverse-DNS lookup failures are reported, instead of just silently not matching such entries. Also ensure that we make only one reverse-DNS lookup attempt per connection, not one per host name entry, which is what previously happened if the lookup attempts failed.

- Allow the root user to use `postgres -C` variable and `postgres --describe-config` (MauMau)

The prohibition on starting the server as root does not need to extend to these operations, and relaxing it prevents failure of `pg_ctl` in some scenarios.

- Secure Unix-domain sockets of temporary postmasters started during `make check` (Noah Misch)

Any local user able to access the socket file could connect as the server's bootstrap superuser, then proceed to execute arbitrary code as the operating-system user running the test, as we previously noted in CVE-2014-0067. This change defends against that risk by placing the server's socket in a temporary, mode 0700 subdirectory of `/tmp`. The hazard remains however on platforms where Unix sockets are not supported, notably Windows, because then the temporary postmaster must accept local TCP connections.

A useful side effect of this change is to simplify `make check` testing in builds that override `DEFAULT_PGSOCKET_DIR`. Popular non-default values like `/var/run/postgresql` are often not writable by the build user, requiring workarounds that will no longer be necessary.

- Fix tablespace creation WAL replay to work on Windows (MauMau)
- Fix detection of socket creation failures on Windows (Bruce Momjian)
- On Windows, allow new sessions to absorb values of `PGC_BACKEND` parameters (such as `log_connections`) from the configuration file (Amit Kapila)

Previously, if such a parameter were changed in the file post-startup, the change would have no effect.

- Properly quote executable path names on Windows (Nikhil Deshpande)

This oversight could cause `initdb` and `pg_upgrade` to fail on Windows, if the installation path contained both spaces and @ signs.

- Fix linking of `libpython` on macOS (Tom Lane)

The method we previously used can fail with the Python library supplied by Xcode 5.0 and later.

- Avoid buffer bloat in `libpq` when the server consistently sends data faster than the client can absorb it (Shin-ichi Morita, Tom Lane)

`libpq` could be coerced into enlarging its input buffer until it runs out of memory (which would be reported misleadingly as « lost synchronization with server »). Under ordinary circumstances it's quite far-fetched that data could be continuously transmitted more quickly than the `recv()` loop can absorb it, but this has been observed when the client is artificially slowed by scheduler constraints.

- Ensure that LDAP lookup attempts in `libpq` time out as intended (Laurenz Albe)
- Fix `ecpg` to do the right thing when an array of `char *` is the target for a `FETCH` statement returning more than one row, as well as some other array-handling fixes (Ashutosh Bapat)
- Fix `pg_dump` to cope with a materialized view that depends on a table's primary key (Tom Lane)

This occurs if the view's query relies on functional dependency to abbreviate a `GROUP BY` list. `pg_dump` got sufficiently confused that it dumped the materialized view as a regular view.

- Fix parsing of `pg_dumpall`'s `-i` switch (Tom Lane)
- Fix `pg_restore`'s processing of old-style large object comments (Tom Lane)

A direct-to-database restore from an archive file generated by a pre-9.0 version of `pg_dump` would usually fail if the archive contained more than a few comments for large objects.

- Fix `pg_upgrade` for cases where the new server creates a `TOAST` table but the old version did not (Bruce Momjian)
This rare situation would manifest as « relation OID mismatch » errors.
- In `pg_upgrade`, preserve `pg_database.datminmxid` and `pg_class.relminmxid` values from the old cluster, or insert reasonable values when upgrading from pre-9.3; also defend against unreasonable values in the core server (Bruce Momjian, Álvaro Herrera, Tom Lane)

These changes prevent scenarios in which `autovacuum` might insist on scanning the entire cluster's contents immediately upon starting the new cluster, or in which tracking of unfrozen MXID values might be disabled completely.

- Prevent contrib/auto_explain from changing the output of a user's **EXPLAIN** (Tom Lane)
If auto_explain is active, it could cause an EXPLAIN (ANALYZE, TIMING OFF) command to nonetheless print timing information.
- Fix query-lifespan memory leak in contrib/dblink (MauMau, Joe Conway)
- In contrib/pgcrypto functions, ensure sensitive information is cleared from stack variables before returning (Marko Kreen)
- Prevent use of already-freed memory in contrib/pgstattuple's pgstat_heap() (Noah Misch)
- In contrib/uuid-ossp, cache the state of the OSSP UUID library across calls (Tom Lane)
This improves the efficiency of UUID generation and reduces the amount of entropy drawn from /dev/urandom, on platforms that have that.
- Update time zone data files to tzdata release 2014e for DST law changes in Crimea, Egypt, and Morocco.

E.47. Release 9.3.4

Release date: 2014-03-20

This release contains a variety of fixes from 9.3.3. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.47.1. Migration to Version 9.3.4

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, the error fixed in the first changelog entry below could have resulted in corrupt data on standby servers. It may be prudent to reinitialize standby servers from fresh base backups after installing this update.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.3, see Section E.48, « Release 9.3.3 ».

E.47.2. Changes

- Fix WAL replay of locking an already-updated tuple (Andres Freund, Álvaro Herrera)

This error caused updated rows to not be found by index scans, resulting in inconsistent query results depending on whether an index scan was used. Subsequent processing could result in constraint violations, since the previously updated row would not be found by later index searches, thus possibly allowing conflicting rows to be inserted. Since this error is in WAL replay, it would only manifest during crash recovery or on standby servers. The improperly-replayed case most commonly arises when a table row that is referenced by a foreign-key constraint is updated concurrently with creation of a referencing row.

- Restore GIN metapages unconditionally to avoid torn-page risk (Heikki Linnakangas)

Although this oversight could theoretically result in a corrupted index, it is unlikely to have caused any problems in practice, since the active part of a GIN metapage is smaller than a standard 512-byte disk sector.

- Avoid race condition in checking transaction commit status during receipt of a **NOTIFY** message (Marko Tiikkaja)

This prevents a scenario wherein a sufficiently fast client might respond to a notification before database updates made by the notifier have become visible to the recipient.

- Allow materialized views to be referenced in **UPDATE** and **DELETE** commands (Michael Paquier)

Previously such queries failed with a complaint about not being able to lock rows in the materialized view.

- Allow regular-expression operators to be terminated early by query cancel requests (Tom Lane)

This prevents scenarios wherein a pathological regular expression could lock up a server process uninterruptibly for a long time.

- Remove incorrect code that tried to allow OVERLAPS with single-element row arguments (Joshua Yanovski)

This code never worked correctly, and since the case is neither specified by the SQL standard nor documented, it seemed better to remove it than fix it.

- Avoid getting more than AccessShareLock when de-parsing a rule or view (Dean Rasheed)

This oversight resulted in pg_dump unexpectedly acquiring RowExclusiveLock locks on tables mentioned as the targets

of INSERT/UPDATE/DELETE commands in rules. While usually harmless, that could interfere with concurrent transactions that tried to acquire, for example, ShareLock on those tables.

- Improve performance of index endpoint probes during planning (Tom Lane)

This change fixes a significant performance problem that occurred when there were many not-yet-committed rows at the end of the index, which is a common situation for indexes on sequentially-assigned values such as timestamps or sequence-generated identifiers.

- Use non-default selectivity estimates for `value IN (list)` and `value operator ANY (array)` expressions when the righthand side is a stable expression (Tom Lane)

- Remove the correct per-database statistics file during **DROP DATABASE** (Tomas Vondra)

This fix prevents a permanent leak of statistics file space. Users who have done many **DROP DATABASE** commands since upgrading to PostgreSQL™ 9.3 may wish to check their statistics directory and delete statistics files that do not correspond to any existing database. Please note that `db_0.stat` should not be removed.

- Fix walsender ping logic to avoid inappropriate disconnects under continuous load (Andres Freund, Heikki Linnakangas)

walsender failed to send ping messages to the client if it was constantly busy sending WAL data; but it expected to see ping responses despite that, and would therefore disconnect once `wal_sender_timeout` elapsed.

- Fix walsender's failure to shut down cleanly when client is `pg_receivexlog` (Fujii Masao)

- Check WAL level and hot standby parameters correctly when doing crash recovery that will be followed by archive recovery (Heikki Linnakangas)

- Fix test to see if hot standby connections can be allowed immediately after a crash (Heikki Linnakangas)

- Add read-only `data_checksums` parameter to display whether page checksums are enabled (Heikki Linnakangas)

Without this parameter, determining the state of checksum processing was difficult.

- Prevent interrupts while reporting non-ERROR messages (Tom Lane)

This guards against rare server-process freezups due to recursive entry to `syslog()`, and perhaps other related problems.

- Fix memory leak in PL/Perl when returning a composite result, including multiple-OUT-parameter cases (Alex Hunsaker)

- Fix tracking of psql script line numbers during `\copy` from out-of-line data (Kumar Rajeev Rastogi, Amit Khandekar)

`\copy ... from` incremented the script file line number for each data line, even if the data was not coming from the script file. This mistake resulted in wrong line numbers being reported for any errors occurring later in the same script file.

- Fix contrib/postgres_fdw to handle multiple join conditions properly (Tom Lane)

This oversight could result in sending WHERE clauses to the remote server for execution even though the clauses are not known to have the same semantics on the remote server (for example, clauses that use non-built-in operators). The query might succeed anyway, but it could also fail with errors from the remote server, or worse give silently wrong answers.

- Prevent intermittent « could not reserve shared memory region » failures on recent Windows versions (MauMau)

- Update time zone data files to tzdata release 2014a for DST law changes in Fiji and Turkey, plus historical changes in Israel and Ukraine.

E.48. Release 9.3.3

Release date: 2014-02-20

This release contains a variety of fixes from 9.3.2. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.48.1. Migration to Version 9.3.3

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, several of the issues corrected in this release could have resulted in corruption of foreign-key constraints; that is, there might now be referencing rows for which there is no matching row in the referenced table. It may be worthwhile to recheck such constraints after installing this update. The simplest way to do that is to drop and recreate each suspect constraint; however, that will require taking an exclusive lock on both tables, so it is unlikely to be acceptable in production databases. Alternatively, you can do a manual join query between the two tables to look for unmatched rows.

Note also the requirement for replication standby servers to be upgraded before their master server is upgraded.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.2, see Section E.49, « Release 9.3.2 ».

E.48.2. Changes

- Shore up GRANT ... WITH ADMIN OPTION restrictions (Noah Misch)

Granting a role without ADMIN OPTION is supposed to prevent the grantee from adding or removing members from the granted role, but this restriction was easily bypassed by doing SET ROLE first. The security impact is mostly that a role member can revoke the access of others, contrary to the wishes of his grantor. Unapproved role member additions are a lesser concern, since an uncooperative role member could provide most of his rights to others anyway by creating views or SECURITY DEFINER functions. (CVE-2014-0060)

- Prevent privilege escalation via manual calls to PL validator functions (Andres Freund)

The primary role of PL validator functions is to be called implicitly during **CREATE FUNCTION**, but they are also normal SQL functions that a user can call explicitly. Calling a validator on a function actually written in some other language was not checked for and could be exploited for privilege-escalation purposes. The fix involves adding a call to a privilege-checking function in each validator function. Non-core procedural languages will also need to make this change to their own validator functions, if any. (CVE-2014-0061)

- Avoid multiple name lookups during table and index DDL (Robert Haas, Andres Freund)

If the name lookups come to different conclusions due to concurrent activity, we might perform some parts of the DDL on a different table than other parts. At least in the case of **CREATE INDEX**, this can be used to cause the permissions checks to be performed against a different table than the index creation, allowing for a privilege escalation attack. (CVE-2014-0062)

- Prevent buffer overrun with long datetime strings (Noah Misch)

The MAXDATELEN constant was too small for the longest possible value of type interval, allowing a buffer overrun in `interval_out()`. Although the datetime input functions were more careful about avoiding buffer overrun, the limit was short enough to cause them to reject some valid inputs, such as input containing a very long timezone name. The ecpg library contained these vulnerabilities along with some of its own. (CVE-2014-0063)

- Prevent buffer overrun due to integer overflow in size calculations (Noah Misch, Heikki Linnakangas)

Several functions, mostly type input functions, calculated an allocation size without checking for overflow. If overflow did occur, a too-small buffer would be allocated and then written past. (CVE-2014-0064)

- Prevent overruns of fixed-size buffers (Peter Eisentraut, Jozef Mlich)

Use `strlcpy()` and related functions to provide a clear guarantee that fixed-size buffers are not overrun. Unlike the preceding items, it is unclear whether these cases really represent live issues, since in most cases there appear to be previous constraints on the size of the input string. Nonetheless it seems prudent to silence all Coverity warnings of this type. (CVE-2014-0065)

- Avoid crashing if `crypt()` returns NULL (Honza Horak, Bruce Momjian)

There are relatively few scenarios in which `crypt()` could return NULL, but `contrib/chkpass` would crash if it did. One practical case in which this could be an issue is if libc is configured to refuse to execute unapproved hashing algorithms (e.g., « FIPS mode »). (CVE-2014-0066)

- Document risks of `make check` in the regression testing instructions (Noah Misch, Tom Lane)

Since the temporary server started by `make check` uses « trust » authentication, another user on the same machine could connect to it as database superuser, and then potentially exploit the privileges of the operating-system user who started the tests. A future release will probably incorporate changes in the testing procedure to prevent this risk, but some public discussion is needed first. So for the moment, just warn people against using `make check` when there are untrusted users on the same machine. (CVE-2014-0067)

- Rework tuple freezing protocol (Álvaro Herrera, Andres Freund)

The logic for tuple freezing was unable to handle some cases involving freezing of *multixact* IDs, with the practical effect that shared row-level locks might be forgotten once old enough.

Fixing this required changing the WAL record format for tuple freezing. While this is no issue for standalone servers, when using replication it means that *standby servers must be upgraded to 9.3.3 or later before their masters are*. An older standby will be unable to interpret freeze records generated by a newer master, and will fail with a PANIC message. (In such a case, upgrading the standby should be sufficient to let it resume execution.)

- Create separate GUC parameters to control multixact freezing (Álvaro Herrera)

9.3 requires multixact tuple labels to be frozen before they grow too old, in the same fashion as plain transaction ID labels have been frozen for some time. Previously, the transaction ID freezing parameters were used for multixact IDs too; but since the consumption rates of transaction IDs and multixact IDs can be quite different, this did not work very well. Introduce new settings `vacuum_multixact_freeze_min_age`, `vacuum_multixact_freeze_table_age`, and `autovacuum_multixact_freeze_max_age` to control when to freeze multixacts.

- Account for remote row locks propagated by local updates (Álvaro Herrera)

If a row was locked by transaction A, and transaction B updated it, the new version of the row created by B would be locked by A, yet visible only to B. If transaction B then again updated the row, A's lock wouldn't get checked, thus possibly allowing B to complete when it shouldn't. This case is new in 9.3 since prior versions did not have any types of row locking that would permit another transaction to update the row at all.

This oversight could allow referential integrity checks to give false positives (for instance, allow deletes that should have been rejected). Applications using the new commands `SELECT FOR KEY SHARE` and `SELECT FOR NO KEY UPDATE` might also have suffered locking failures of this kind.

- Prevent « forgetting » valid row locks when one of several holders of a row lock aborts (Álvaro Herrera)

This was yet another mechanism by which a shared row lock could be lost, thus possibly allowing updates that should have been prevented by foreign-key constraints.

- Fix incorrect logic during update chain locking (Álvaro Herrera)

This mistake could result in spurious « could not serialize access due to concurrent update » errors in `REPEATABLE READ` and `SERIALIZABLE` transaction isolation modes.

- Handle wraparound correctly during extension or truncation of `pg_multixact/members` (Andres Freund, Álvaro Herrera)

- Fix handling of 5-digit filenames in `pg_multixact/members` (Álvaro Herrera)

As of 9.3, these names can be more than 4 digits, but the directory cleanup code ignored such files.

- Improve performance of multixact cache code (Álvaro Herrera)

- Optimize updating a row that's already locked by the same transaction (Andres Freund, Álvaro Herrera)

This fixes a performance regression from pre-9.3 versions when doing `SELECT FOR UPDATE` followed by `UPDATE/DELETE`.

- During archive recovery, prefer highest timeline number when WAL segments with the same ID are present in both the archive and `pg_xlog/` (Kyotaro Horiguchi)

Previously, not-yet-archived segments could get ignored during recovery. This reverts an undesirable behavioral change in 9.3.0 back to the way things worked pre-9.3.

- Fix possible mis-replay of WAL records when some segments of a relation aren't full size (Greg Stark, Tom Lane)

The WAL update could be applied to the wrong page, potentially many pages past where it should have been. Aside from corrupting data, this error has been observed to result in significant « bloat » of standby servers compared to their masters, due to updates being applied far beyond where the end-of-file should have been. This failure mode does not appear to be a significant risk during crash recovery, only when initially synchronizing a standby created from a base backup taken from a quickly-changing master.

- Fix bug in determining when recovery has reached consistency (Tomonari Katsumata, Heikki Linnakangas)

In some cases WAL replay would mistakenly conclude that the database was already consistent at the start of replay, thus possibly allowing hot-standby queries before the database was really consistent. Other symptoms such as « PANIC: WAL contains references to invalid pages » were also possible.

- Fix WAL logging of visibility map changes (Heikki Linnakangas)

- Fix improper locking of btree index pages while replaying a VACUUM operation in hot-standby mode (Andres Freund, Heikki Linnakangas, Tom Lane)

This error could result in « PANIC: WAL contains references to invalid pages » failures.

- Ensure that insertions into non-leaf GIN index pages write a full-page WAL record when appropriate (Heikki Linnakangas)

The previous coding risked index corruption in the event of a partial-page write during a system crash.

- When `pause_at_recovery_target` and `recovery_target_inclusive` are both set, ensure the target record is

applied before pausing, not after (Heikki Linnakangas)

- Ensure walreceiver sends hot-standby feedback messages on time even when there is a continuous stream of data (Andres Freund, Amit Kapila)
- Prevent timeout interrupts from taking control away from mainline code unless `ImmediateInterruptOK` is set (Andres Freund, Tom Lane)

This is a serious issue for any application making use of statement timeouts, as it could cause all manner of strange failures after a timeout occurred. We have seen reports of « stuck » spinlocks, ERRORS being unexpectedly promoted to PANICs, unkillable backends, and other misbehaviors.

- Fix race conditions during server process exit (Robert Haas)

Ensure that signal handlers don't attempt to use the process's `MyProc` pointer after it's no longer valid.

- Fix race conditions in walsender shutdown logic and walreceiver SIGHUP signal handler (Tom Lane)

- Fix unsafe references to `errno` within error reporting logic (Christian Kruse)

This would typically lead to odd behaviors such as missing or inappropriate `HINT` fields.

- Fix possible crashes from using `ereport()` too early during server startup (Tom Lane)

The principal case we've seen in the field is a crash if the server is started in a directory it doesn't have permission to read.

- Clear retry flags properly in OpenSSL socket write function (Alexander Kukushkin)

This omission could result in a server lockup after unexpected loss of an SSL-encrypted connection.

- Fix length checking for Unicode identifiers (`U&"..."` syntax) containing escapes (Tom Lane)

A spurious truncation warning would be printed for such identifiers if the escaped form of the identifier was too long, but the identifier actually didn't need truncation after de-escaping.

- Fix parsing of Unicode literals and identifiers just before the end of a command string or function body (Tom Lane)

- Allow keywords that are type names to be used in lists of roles (Stephen Frost)

A previous patch allowed such keywords to be used without quoting in places such as role identifiers; but it missed cases where a list of role identifiers was permitted, such as `DROP ROLE`.

- Fix parser crash for `EXISTS (SELECT * FROM zero_column_table)` (Tom Lane)

- Fix possible crash due to invalid plan for nested sub-selects, such as `WHERE (... x IN (SELECT ...) ...) IN (SELECT ...)` (Tom Lane)

- Fix mishandling of `WHERE` conditions pulled up from a `LATERAL` subquery (Tom Lane)

The typical symptom of this bug was a « JOIN qualification cannot refer to other relations » error, though subtle logic errors in created plans seem possible as well.

- Disallow `LATERAL` references to the target table of an `UPDATE/DELETE` (Tom Lane)

While this might be allowed in some future release, it was unintentional in 9.3, and didn't work quite right anyway.

- Fix `UPDATE/DELETE` of an allied target table that has `UNION ALL` subqueries (Tom Lane)

Without this fix, `UNION ALL` subqueries aren't correctly inserted into the update plans for alliance child tables after the first one, typically resulting in no update happening for those child table(s).

- Fix `ANALYZE` to not fail on a column that's a domain over a range type (Tom Lane)

- Ensure that `ANALYZE` creates statistics for a table column even when all the values in it are « too wide » (Tom Lane)

`ANALYZE` intentionally omits very wide values from its histogram and most-common-values calculations, but it neglected to do something sane in the case that all the sampled entries are too wide.

- In `ALTER TABLE ... SET TABLESPACE`, allow the database's default tablespace to be used without a permissions check (Stephen Frost)

`CREATE TABLE` has always allowed such usage, but `ALTER TABLE` didn't get the memo.

- Fix support for extensions containing event triggers (Tom Lane)

- Fix « cannot accept a set » error when some arms of a `CASE` return a set and others don't (Tom Lane)

- Fix memory leakage in JSON functions (Craig Ringer)
- Properly distinguish numbers from non-numbers when generating JSON output (Andrew Dunstan)
- Fix checks for all-zero client addresses in pgstat functions (Kevin Grittner)
- Fix possible misclassification of multibyte characters by the text search parser (Tom Lane)

Non-ASCII characters could be misclassified when using C locale with a multibyte encoding. On Cygwin, non-C locales could fail as well.
- Fix possible misbehavior in `plainto_tsquery()` (Heikki Linnakangas)

Use `memmove()` not `memcpy()` for copying overlapping memory regions. There have been no field reports of this actually causing trouble, but it's certainly risky.
- Fix placement of permissions checks in `pg_start_backup()` and `pg_stop_backup()` (Andres Freund, Magnus Hagander)

The previous coding might attempt to do catalog access when it shouldn't.
- Accept `SHIFT_JIS` as an encoding name for locale checking purposes (Tatsuo Ishii)
- Fix *-qualification of named parameters in SQL-language functions (Tom Lane)

Given a composite-type parameter named `foo`, `$1.*` worked fine, but `foo.*` not so much.
- Fix misbehavior of `PQhost()` on Windows (Fujii Masao)

It should return `localhost` if no host has been specified.
- Improve error handling in libpq and psql for failures during `COPY TO STDOUT/FROM STDIN` (Tom Lane)

In particular this fixes an infinite loop that could occur in 9.2 and up if the server connection was lost during `COPY FROM STDIN`. Variants of that scenario might be possible in older versions, or with other client applications.
- Fix incorrect translation handling in some psql \d commands (Peter Eisentraut, Tom Lane)
- Ensure `pg_basebackup`'s background process is killed when exiting its foreground process (Magnus Hagander)
- Fix possible incorrect printing of filenames in `pg_basebackup`'s verbose mode (Magnus Hagander)
- Avoid including tablespaces inside PGDATA twice in base backups (Dimitri Fontaine, Magnus Hagander)
- Fix misaligned descriptors in `ecpg` (MauMau)
- In `ecpg`, handle lack of a hostname in the connection parameters properly (Michael Meskes)
- Fix performance regression in `contrib/dblink` connection startup (Joe Conway)

Avoid an unnecessary round trip when client and server encodings match.
- In `contrib/isbn`, fix incorrect calculation of the check digit for ISMN values (Fabien Coelho)
- Fix `contrib/pgbench`'s progress logging to avoid overflow when the scale factor is large (Tatsuo Ishii)
- Fix `contrib/pg_stat_statement`'s handling of `CURRENT_DATE` and related constructs (Kyotaro Horiguchi)
- Improve lost-connection error handling in `contrib/postgres_fdw` (Tom Lane)
- Ensure client-code-only installation procedure works as documented (Peter Eisentraut)
- In Mingw and Cygwin builds, install the libpq DLL in the `bin` directory (Andrew Dunstan)

This duplicates what the MSVC build has long done. It should fix problems with programs like psql failing to start because they can't find the DLL.
- Avoid using the deprecated `dllwrap` tool in Cygwin builds (Marco Atzeri)
- Enable building with Visual Studio 2013 (Brar Piening)
- Don't generate plain-text `HISTORY` and `src/test/regress/README` files anymore (Tom Lane)

These text files duplicated the main HTML and PDF documentation formats. The trouble involved in maintaining them greatly outweighs the likely audience for plain-text format. Distribution tarballs will still contain files by these names, but they'll just be stubs directing the reader to consult the main documentation. The plain-text `INSTALL` file will still be maintained, as there is arguably a use-case for that.

- Update time zone data files to tzdata release 2013i for DST law changes in Jordan and historical changes in Cuba.

In addition, the zones `Asia/Riyadh87`, `Asia/Riyadh88`, and `Asia/Riyadh89` have been removed, as they are no longer maintained by IANA, and never represented actual civil timekeeping practice.

E.49. Release 9.3.2

Release date: 2013-12-05

This release contains a variety of fixes from 9.3.1. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.49.1. Migration to Version 9.3.2

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, this release corrects a number of potential data corruption issues. See the first three changelog entries below to find out whether your installation has been affected and what steps you can take if so.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.3.1, see Section E.50, « Release 9.3.1 ».

E.49.2. Changes

- Fix `VACUUM`'s tests to see whether it can update `relfrozenxid` (Andres Freund)

In some cases `VACUUM` (either manual or autovacuum) could incorrectly advance a table's `relfrozenxid` value, allowing tuples to escape freezing, causing those rows to become invisible once 2^{31} transactions have elapsed. The probability of data loss is fairly low since multiple incorrect advancements would need to happen before actual loss occurs, but it's not zero. In 9.2.0 and later, the probability of loss is higher, and it's also possible to get « could not access status of transaction » errors as a consequence of this bug. Users upgrading from releases 9.0.4 or 8.4.8 or earlier are not affected, but all later versions contain the bug.

The issue can be ameliorated by, after upgrading, vacuuming all tables in all databases while having `vacuum_freeze_table_age` set to zero. This will fix any latent corruption but will not be able to fix all pre-existing data errors. However, an installation can be presumed safe after performing this vacuuming if it has executed fewer than 2^{31} update transactions in its lifetime (check this with `SELECT txid_current() < 2^{31}`).

- Fix multiple bugs in MultiXactId freezing (Andres Freund, Álvaro Herrera)

These bugs could lead to « could not access status of transaction » errors, or to duplicate or vanishing rows. Users upgrading from releases prior to 9.3.0 are not affected.

The issue can be ameliorated by, after upgrading, vacuuming all tables in all databases while having `vacuum_freeze_table_age` set to zero. This will fix latent corruption but will not be able to fix all pre-existing data errors.

As a separate issue, these bugs can also cause standby servers to get out of sync with the primary, thus exhibiting data errors that are not in the primary. Therefore, it's recommended that 9.3.0 and 9.3.1 standby servers be re-cloned from the primary (e.g., with a new base backup) after upgrading.

- Fix initialization of `pg_clog` and `pg_subtrans` during hot standby startup (Andres Freund, Heikki Linnakangas)

This bug can cause data loss on standby servers at the moment they start to accept hot-standby queries, by marking committed transactions as uncommitted. The likelihood of such corruption is small unless, at the time of standby startup, the primary server has executed many updating transactions since its last checkpoint. Symptoms include missing rows, rows that should have been deleted being still visible, and obsolete versions of updated rows being still visible alongside their newer versions.

This bug was introduced in versions 9.3.0, 9.2.5, 9.1.10, and 9.0.14. Standby servers that have only been running earlier releases are not at risk. It's recommended that standby servers that have ever run any of the buggy releases be re-cloned from the primary (e.g., with a new base backup) after upgrading.

- Fix multiple bugs in update chain traversal (Andres Freund, Álvaro Herrera)

These bugs could result in incorrect behavior, such as locking or even updating the wrong row, in the presence of concurrent updates. Spurious « unable to fetch updated version of tuple » errors were also possible.

- Fix dangling-pointer problem in fast-path locking (Tom Lane)

This could lead to corruption of the lock data structures in shared memory, causing « lock already held » and other odd errors.

- Fix assorted race conditions in timeout management (Tom Lane)

These errors could result in a server process becoming unresponsive because it had blocked SIGALRM and/or SIGINT.

- Truncate `pg_multixact` contents during WAL replay (Andres Freund)

This avoids ever-increasing disk space consumption in standby servers.

- Ensure an anti-wraparound **VACUUM** counts a page as scanned when it's only verified that no tuples need freezing (Sergey Burladyan, Jeff Janes)

This bug could result in failing to advance `relfrozenxid`, so that the table would still be thought to need another anti-wraparound vacuum. In the worst case the database might even shut down to prevent wraparound.

- Fix full-table-vacuum request mechanism for MultiXactIds (Andres Freund)

This bug could result in large amounts of useless autovacuum activity.

- Fix race condition in GIN index posting tree page deletion (Heikki Linnakangas)

This could lead to transient wrong answers or query failures.

- Fix « unexpected spgdoinsert() failure » error during SP-GiST index creation (Teodor Sigaev)

- Fix assorted bugs in materialized views (Kevin Grittner, Andres Freund)

- Re-allow duplicate table aliases if they're within aliased JOINs (Tom Lane)

Historically PostgreSQL™ has accepted queries like

```
SELECT ... FROM tab1 x CROSS JOIN (tab2 x CROSS JOIN tab3 y) z
```

although a strict reading of the SQL standard would forbid the duplicate usage of table alias `x`. A misguided change in 9.3.0 caused it to reject some such cases that were formerly accepted. Restore the previous behavior.

- Avoid flattening a subquery whose SELECT list contains a volatile function wrapped inside a sub-SELECT (Tom Lane)

This avoids unexpected results due to extra evaluations of the volatile function.

- Fix planner's processing of non-simple-variable subquery outputs nested within outer joins (Tom Lane)

This error could lead to incorrect plans for queries involving multiple levels of subqueries within JOIN syntax.

- Fix incorrect planning in cases where the same non-strict expression appears in multiple WHERE and outer JOIN equality clauses (Tom Lane)

- Fix planner crash with whole-row reference to a subquery (Tom Lane)

- Fix incorrect generation of optimized MIN()/MAX() plans for allance trees (Tom Lane)

The planner could fail in cases where the MIN()/MAX() argument was an expression rather than a simple variable.

- Fix premature deletion of temporary files (Andres Freund)

- Prevent intra-transaction memory leak when printing range values (Tom Lane)

This fix actually cures transient memory leaks in any datatype output function, but range types are the only ones known to have had a significant problem.

- Fix memory leaks when reloading configuration files (Heikki Linnakangas, Hari Babu)

- Prevent incorrect display of dropped columns in NOT NULL and CHECK constraint violation messages (Michael Paquier and Tom Lane)

- Allow default arguments and named-argument notation for window functions (Tom Lane)

Previously, these cases were likely to crash.

- Suppress trailing whitespace on each line when pretty-printing rules and views (Tom Lane)

9.3.0 generated such whitespace in many more cases than previous versions did. To reduce unexpected behavioral changes, suppress unnecessary whitespace in all cases.

- Fix possible read past end of memory in rule printing (Peter Eisentraut)

- Fix array slicing of int2vector and oidvector values (Tom Lane)

Expressions of this kind are now implicitly promoted to regular int2 or oid arrays.

- Return a valid JSON value when converting an empty hstore value to json (Oskari Saarenmaa)
- Fix incorrect behaviors when using a SQL-standard, simple GMT offset timezone (Tom Lane)

In some cases, the system would use the simple GMT offset value when it should have used the regular timezone setting that had prevailed before the simple offset was selected. This change also causes the `timeofday` function to honor the simple GMT offset zone.

- Prevent possible misbehavior when logging translations of Windows error codes (Tom Lane)
 - Properly quote generated command lines in `pg_ctl` (Naoya Anzai and Tom Lane)
- This fix applies only to Windows.
- Fix `pg_dumpall` to work when a source database sets `default_transaction_read_only` via **ALTER DATABASE SET** (Kevin Grittner)

Previously, the generated script would fail during restore.

- Fix `pg_isready` to handle its `-d` option properly (Fabrício de Royes Mello and Fujii Masao)
- Fix parsing of WAL file names in `pg_receivexlog` (Heikki Linnakangas)

This error made `pg_receivexlog` unable to restart streaming after stopping, once at least 4 GB of WAL had been written.

- Report out-of-disk-space failures properly in `pg_upgrade` (Peter Eisentraut)
- Make `ecpg` search for quoted cursor names case-sensitively (Zoltán Böszörményi)
- Fix `ecpg`'s processing of lists of variables declared `varchar` (Zoltán Böszörményi)
- Make `contrib/lo` defend against incorrect trigger definitions (Marc Cousin)
- Update time zone data files to tzdata release 2013h for DST law changes in Argentina, Brazil, Jordan, Libya, Liechtenstein, Morocco, and Palestine. Also, new timezone abbreviations WIB, WIT, WITA for Indonesia.

E.50. Release 9.3.1

Release date: 2013-10-10

This release contains a variety of fixes from 9.3.0. For information about new features in the 9.3 major release, see Section E.51, « Release 9.3 ».

E.50.1. Migration to Version 9.3.1

A dump/restore is not required for those running 9.3.X.

However, if you use the `hstore` extension, see the first changelog entry.

E.50.2. Changes

- Ensure new-in-9.3 JSON functionality is added to the `hstore` extension during an update (Andrew Dunstan)
Users who upgraded a pre-9.3 database containing `hstore` should execute

```
ALTER EXTENSION hstore UPDATE;
```

after installing 9.3.1, to add two new JSON functions and a cast. (If `hstore` is already up to date, this command does nothing.)

- Fix memory leak when creating B-tree indexes on range columns (Heikki Linnakangas)
- Fix memory leak caused by `lo_open()` failure (Heikki Linnakangas)
- Serializable snapshot fixes (Kevin Grittner, Heikki Linnakangas)
- Fix deadlock bug in `libpq` when using SSL (Stephen Frost)
- Fix timeline handling bugs in `pg_receivexlog` (Heikki Linnakangas, Andrew Gierth)
- Prevent **CREATE FUNCTION** from checking **SET** variables unless function body checking is enabled (Tom Lane)
- Remove rare inaccurate warning during vacuum of index-less tables (Heikki Linnakangas)

E.51. Release 9.3

Release date: 2013-09-09

E.51.1. Overview

Major enhancements in PostgreSQL™ 9.3 include:

- Add materialized views
- Make simple views auto-updatable
- Add many features for the JSON data type, including operators and functions to extract elements from JSON values
- Implement SQL-standard LATERAL option for FROM-clause subqueries and function calls
- Allow foreign data wrappers to support writes (inserts/updates/deletes) on foreign tables
- Add a Postgres™ foreign data wrapper to allow access to other Postgres™ servers
- Add support for event triggers
- Add optional ability to checksum data pages and report corruption
- Prevent non-key-field row updates from blocking foreign key checks
- Greatly reduce System V shared memory requirements

The above items are explained in more detail in the sections below.

E.51.2. Migration to Version 9.3

A dump/restore using pg_dumpall, or use of pg_upgrade, is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Version 9.3 contains a number of changes that may affect compatibility with previous releases. Observe the following incompatibilities:

E.51.2.1. Server Settings

- Rename `replication_timeout` to `wal_sender_timeout` (Amit Kapila)
This setting controls the WAL sender timeout.
- Require superuser privileges to set `commit_delay` because it can now potentially delay other sessions (Simon Riggs)
- Allow in-memory sorts to use their full memory allocation (Jeff Janes)
Users who have set `work_mem` based on the previous behavior may need to revisit that setting.

E.51.2.2. Other

- Throw an error if a tuple to be updated or deleted has already been updated or deleted by a BEFORE trigger (Kevin Grittner)

Formerly, the originally-intended update was silently skipped, resulting in logical inconsistency since the trigger might have propagated data to other places based on the intended update. Now an error is thrown to prevent the inconsistent results from being committed. If this change affects your application, the best solution is usually to move the data-propagation actions to an AFTER trigger.

This error will also be thrown if a query invokes a volatile function that modifies rows that are later modified by the query itself. Such cases likewise previously resulted in silently skipping updates.

- Change multicolumn ON UPDATE SET NULL/SET DEFAULT foreign key actions to affect all columns of the constraint, not just those changed in the **UPDATE** (Tom Lane)

Previously, we would set only those referencing columns that correspond to referenced columns that were changed by the **UPDATE**. This was what was required by SQL-92, but more recent editions of the SQL standard specify the new behavior.

- Force cached plans to be replanned if the `search_path` changes (Tom Lane)

Previously, cached plans already generated in the current session were not redone if the query was re-executed with a new `search_path` setting, resulting in surprising behavior.

- Fix `to_number()` to properly handle a period used as a thousands separator (Tom Lane)

Previously, a period was considered to be a decimal point even when the locale says it isn't and the D format code is used to specify use of the locale-specific decimal point. This resulted in wrong answers if FM format was also used.

- Fix STRICT non-set-returning functions that have set-returning functions in their arguments to properly return null rows (Tom Lane)

A null value passed to the strict function should result in a null output, but instead, that output row was suppressed entirely.

- Store WAL in a continuous stream, rather than skipping the last 16MB segment every 4GB (Heikki Linnakangas)

Previously, WAL files with names ending in FF were not used because of this skipping. If you have WAL backup or restore scripts that took this behavior into account, they will need to be adjusted.

- In `pg_constraint.confmatchtype`, store the default foreign key match type (non-FULL, non-PARTIAL) as s for « simple » (Tom Lane)

Previously this case was represented by u for « unspecified ».

E.51.3. Changes

Below you will find a detailed account of the changes between PostgreSQL™ 9.3 and the previous major release.

E.51.3.1. Server

E.51.3.1.1. Locking

- Prevent non-key-field row updates from blocking foreign key checks (Álvaro Herrera, Noah Misch, Andres Freund, Alexander Shulgin, Marti Raudsepp, Alexander Shulgin)

This change improves concurrency and reduces the probability of deadlocks when updating tables involved in a foreign-key constraint. **UPDATEs** that do not change any columns referenced in a foreign key now take the new NO KEY UPDATE lock mode on the row, while foreign key checks use the new KEY SHARE lock mode, which does not conflict with NO KEY UPDATE. So there is no blocking unless a foreign-key column is changed.

- Add configuration variable `lock_timeout` to allow limiting how long a session will wait to acquire any one lock (Zoltán Böszörményi)

E.51.3.1.2. Indexes

- Add SP-GiST support for range data types (Alexander Korotkov)
- Allow GiST indexes to be unlogged (Jeevan Chalke)
- Improve performance of GiST index insertion by randomizing the choice of which page to descend to when there are multiple equally good alternatives (Heikki Linnakangas)
- Improve concurrency of hash index operations (Robert Haas)

E.51.3.1.3. Optimizer

- Collect and use histograms of upper and lower bounds, as well as range lengths, for range types (Alexander Korotkov)
- Improve optimizer's cost estimation for index access (Tom Lane)
- Improve optimizer's hash table size estimate for doing DISTINCT via hash aggregation (Tom Lane)
- Suppress no-op Result and Limit plan nodes (Kyotaro Horiguchi, Amit Kapila, Tom Lane)
- Reduce optimizer overhead by not keeping plans on the basis of cheap startup cost when the optimizer only cares about total cost overall (Tom Lane)

E.51.3.1.4. General Performance

- Add **COPY FREEZE** option to avoid the overhead of marking tuples as frozen later (Simon Riggs, Jeff Davis)
- Improve performance of NUMERIC calculations (Kyotaro Horiguchi)

- Improve synchronization of sessions waiting for `commit_delay` (Peter Geoghegan)
This greatly improves the usefulness of `commit_delay`.
- Improve performance of the **CREATE TEMPORARY TABLE ... ON COMMIT DELETE ROWS** option by not truncating such temporary tables in transactions that haven't touched any temporary tables (Heikki Linnakangas)
- Make vacuum recheck visibility after it has removed expired tuples (Pavan Deolasee)
This increases the chance of a page being marked as all-visible.
- Add per-resource-owner lock caches (Jeff Janes)
This speeds up lock bookkeeping at statement completion in multi-statement transactions that hold many locks; it is particularly useful for `pg_dump`.
- Avoid scanning the entire relation cache at commit of a transaction that creates a new relation (Jeff Janes)
This speeds up sessions that create many tables in successive small transactions, such as a `pg_restore` run.
- Improve performance of transactions that drop many relations (Tomas Vondra)

E.51.3.1.5. Monitoring

- Add optional ability to checksum data pages and report corruption (Simon Riggs, Jeff Davis, Greg Smith, Ants Aasma)
The `checksum` option can be set during `initdb`.
- Split the statistics collector's data file into separate global and per-database files (Tomas Vondra)
This reduces the I/O required for statistics tracking.
- Fix the statistics collector to operate properly in cases where the system clock goes backwards (Tom Lane)
Previously, statistics collection would stop until the time again reached the latest time previously recorded.
- Emit an informative message to postmaster standard error when we are about to stop logging there (Tom Lane)
This should help reduce user confusion about where to look for log output in common configurations that log to standard error only during postmaster startup.

E.51.3.1.6. Authentication

- When an authentication failure occurs, log the relevant `pg_hba.conf` line, to ease debugging of unintended failures (Magnus Hagander)
- Improve LDAP error reporting and documentation (Peter Eisentraut)
- Add support for specifying LDAP authentication parameters in URL format, per RFC 4516 (Peter Eisentraut)
- Change the `ssl_ciphers` parameter to start with `DEFAULT`, rather than `ALL`, then remove insecure ciphers (Magnus Hagander)
This should yield a more appropriate SSL cipher set.
- Parse and load `pg_ident.conf` once, not during each connection (Amit Kapila)
This is similar to how `pg_hba.conf` is processed.

E.51.3.1.7. Server Settings

- Greatly reduce System V shared memory requirements (Robert Haas)
On Unix-like systems, `mmap()` is now used for most of PostgreSQL™'s shared memory. For most users, this will eliminate any need to adjust kernel parameters for shared memory.
- Allow the postmaster to listen on multiple Unix-domain sockets (Honza Horák)
The configuration parameter `unix_socket_directory` is replaced by `unix_socket_directories`, which accepts a list of directories.
- Allow a directory of configuration files to be processed (Magnus Hagander, Greg Smith, Selena Deckelmann)

Such a directory is specified with `include_dir` in the server configuration file.

- Increase the maximum initdb-configured value for `shared_buffers` to 128MB (Robert Haas)

This is the maximum value that initdb will attempt to set in `postgresql.conf`; the previous maximum was 32MB.

- Remove the external PID file, if any, on postmaster exit (Peter Eisentraut)

E.51.3.2. Replication and Recovery

- Allow a streaming replication standby to follow a timeline switch (Heikki Linnakangas)

This allows streaming standby servers to receive WAL data from a slave newly promoted to master status. Previously, other standbys would require a resync to begin following the new master.

- Add SQL functions `pg_is_in_backup()` and `pg_backup_start_time()` (Gilles Darold)

These functions report the status of base backups.

- Improve performance of streaming log shipping with `synchronous_commit` disabled (Andres Freund)

- Allow much faster promotion of a streaming standby to primary (Simon Riggs, Kyotaro Horiguchi)

- Add the last checkpoint's redo location to `pg_controldata`'s output (Fujii Masao)

This information is useful for determining which WAL files are needed for restore.

- Allow tools like `pg_receivexlog` to run on computers with different architectures (Heikki Linnakangas)

WAL files can still only be replayed on servers with the same architecture as the primary; but they can now be transmitted to and stored on machines of any architecture, since the streaming replication protocol is now machine-independent.

- Make `pg_basebackup --write-recovery-conf` output a minimal `recovery.conf` file (Zoltán Böszörményi, Magnus Hagander)

This simplifies setting up a standby server.

- Allow `pg_receivexlog` and `pg_basebackup --xlog-method` to handle streaming timeline switches (Heikki Linnakangas)

- Add `wal_receiver_timeout` parameter to control the WAL receiver's timeout (Amit Kapila)

This allows more rapid detection of connection failure.

- Change the WAL record format to allow splitting the record header across pages (Heikki Linnakangas)

The new format is slightly more compact, and is more efficient to write.

E.51.3.3. Queries

- Implement SQL-standard `LATERAL` option for `FROM`-clause subqueries and function calls (Tom Lane)

This feature allows subqueries and functions in `FROM` to reference columns from other tables in the `FROM` clause. The `LATERAL` keyword is optional for functions.

- Add support for piping `COPY` and `psql \copy` data to/from an external program (Etsuro Fujita)

- Allow a multirow `VALUES` clause in a rule to reference `OLD/NEW` (Tom Lane)

E.51.3.4. Object Manipulation

- Add support for event triggers (Dimitri Fontaine, Robert Haas, Álvaro Herrera)

This allows server-side functions written in event-enabled languages to be called when DDL commands are run.

- Allow foreign data wrappers to support writes (inserts/updates/deletes) on foreign tables (KaiGai Kohei)

- Add `CREATE SCHEMA ... IF NOT EXISTS` clause (Fabrício de Royes Mello)

- Make `REASSIGN OWNED` also change ownership of shared objects (Álvaro Herrera)

- Make `CREATE AGGREGATE` complain if the given initial value string is not valid input for the transition datatype (Tom Lane)

- Suppress **CREATE TABLE**'s messages about implicit index and sequence creation (Robert Haas)
These messages now appear at DEBUG1 verbosity, so that they will not be shown by default.
- Allow **DROP TABLE IF EXISTS** to succeed when a non-existent schema is specified in the table name (Bruce Momjian)
Previously, it threw an error if the schema did not exist.
- Provide clients with constraint violation details as separate fields (Pavel Stehule)
This allows clients to retrieve table, column, data type, or constraint name error details. Previously such information had to be extracted from error strings. Client library support is required to access these fields.

E.51.3.4.1. ALTER

- Support `IF NOT EXISTS` option in **ALTER TYPE ... ADD VALUE** (Andrew Dunstan)
This is useful for conditionally adding values to enumerated types.
- Add **ALTER ROLE ALL SET** to establish settings for all users (Peter Eisentraut)
This allows settings to apply to all users in all databases. **ALTER DATABASE SET** already allowed addition of settings for all users in a single database. `postgresql.conf` has a similar effect.
- Add support for **ALTER RULE ... RENAME** (Ali Dar)

E.51.3.4.2. VIEWS

- Add materialized views (Kevin Grittner)
Unlike ordinary views, where the base tables are read on every access, materialized views create physical tables at creation or refresh time. Access to the materialized view then reads from its physical table. There is not yet any facility for incrementally refreshing materialized views or auto-accessing them via base table access.
- Make simple views auto-updatable (Dean Rasheed)
Simple views that reference some or all columns from a single base table are now updatable by default. More complex views can be made updatable using `INSTEAD OF` triggers or `INSTEAD` rules.
Internally this is translated into **CREATE VIEW ... WITH RECURSIVE**
- Add **CREATE RECURSIVE VIEW** syntax (Peter Eisentraut)
Table and column renamings can produce cases where, if we merely substitute the new name into the original text of a rule or view, the result is ambiguous. This change fixes the rule-dumping code to insert manufactured table and column aliases when needed to preserve the original semantics.

E.51.3.5. Data Types

- Increase the maximum size of large objects from 2GB to 4TB (Nozomi Anzai, Yugo Nagata)
This change includes adding 64-bit-capable large object access functions, both in the server and in libpq.
- Allow text timezone designations, e.g. « America/Chicago », in the « T » field of ISO-format timestamptz input (Bruce Momjian)

E.51.3.5.1. JSON

- Add operators and functions to extract elements from JSON values (Andrew Dunstan)
- Allow JSON values to be converted into records (Andrew Dunstan)
- Add functions to convert scalars, records, and hstore values to JSON (Andrew Dunstan)

E.51.3.6. Functions

- Add `array_remove()` and `array_replace()` functions (Marco Nenciarini, Gabriele Bartolini)
- Allow `concat()` and `format()` to properly expand VARIADIC-labeled arguments (Pavel Stehule)
- Improve `format()` to provide field width and left/right alignment options (Pavel Stehule)
- Make `to_char()`, `to_date()`, and `to_timestamp()` handle negative (BC) century values properly (Bruce Momjian)
Previously the behavior was either wrong or inconsistent with positive/AD handling, e.g. with the format mask « IYYY-IW-DY ».
- Make `to_date()` and `to_timestamp()` return proper results when mixing ISO and Gregorian week/day designations (Bruce Momjian)
- Cause `pg_get_viewdef()` to start a new line by default after each `SELECT` target list entry and `FROM` entry (Marko Tiik-kaja)
This reduces line length in view printing, for instance in `pg_dump` output.
- Fix `map_sql_value_to_xml_value()` to print values of domain types the same way their base type would be printed (Pavel Stehule)
There are special formatting rules for certain built-in types such as `boolean`; these rules now also apply to domains over these types.

E.51.3.7. Server-Side Languages

E.51.3.7.1. PL/pgSQL Server-Side Language

- Allow PL/pgSQL to use `RETURN` with a composite-type expression (Asif Rehman)
Previously, in a function returning a composite type, `RETURN` could only reference a variable of that type.
- Allow PL/pgSQL to access constraint violation details as separate fields (Pavel Stehule)
- Allow PL/pgSQL to access the number of rows processed by `COPY` (Pavel Stehule)
A `COPY` executed in a PL/pgSQL function now updates the value retrieved by `GET DIAGNOSTICS x = ROW_COUNT`.
- Allow unreserved keywords to be used as identifiers everywhere in PL/pgSQL (Tom Lane)
In certain places in the PL/pgSQL grammar, keywords had to be quoted to be used as identifiers, even if they were nominally unreserved.

E.51.3.7.2. PL/Python Server-Side Language

- Add PL/Python result object string handler (Peter Eisentraut)
This allows `p1py.debug(rv)` to output something reasonable.
- Make PL/Python convert OID values to a proper Python numeric type (Peter Eisentraut)
- Handle SPI errors raised explicitly (with PL/Python's `Raise`) the same as internal SPI errors (Oskari Saarenmaa and Jan Ur-banski)

E.51.3.8. Server Programming Interface (SPI)

- Prevent leakage of SPI tuple tables during subtransaction abort (Tom Lane)
At the end of any failed subtransaction, the core SPI code now releases any SPI tuple tables that were created during that sub-transaction. This avoids the need for SPI-using code to keep track of such tuple tables and release them manually in error-recovery code. Failure to do so caused a number of transaction-lifespan memory leakage issues in PL/pgSQL and perhaps other SPI clients. `SPI_freetuptable()` now protects itself against multiple freeing requests, so any existing code that did take care to clean up shouldn't be broken by this change.
- Allow SPI functions to access the number of rows processed by `COPY` (Pavel Stehule)

E.51.3.9. Client Applications

- Add command-line utility `pg_isready` to check if the server is ready to accept connections (Phil Sorber)
- Support multiple `--table` arguments for `pg_restore`, `clusterdb`, `reindexdb`, and `vacuumdb` (Josh Kupershmidt)
This is similar to the way `pg_dump`'s `--table` option works.
- Add `--dbname` option to `pg_dumpall`, `pg_basebackup`, and `pg_receivexlog` to allow specifying a connection string (Amit Kapila)
- Add `libpq` function `PQconninfo()` to return connection information (Zoltán Böszörményi, Magnus Hagander)

E.51.3.9.1. psql

- Adjust function cost settings so `psql` tab completion and pattern searching are more efficient (Tom Lane)
- Improve `psql`'s tab completion coverage (Jeff Janes, Dean Rasheed, Peter Eisentraut, Magnus Hagander)
- Allow the `psql --single-transaction` mode to work when reading from standard input (Fabien Coelho, Robert Haas)
Previously this option only worked when reading from a file.
- Remove `psql` warning when connecting to an older server (Peter Eisentraut)
A warning is still issued when connecting to a server of a newer major version than `psql`'s.

E.51.3.9.1.1. Backslash Commands

- Add `psql` command `\watch` to repeatedly execute a SQL command (Will Leinweber)
- Add `psql` command `\gset` to store query results in `psql` variables (Pavel Stehule)
- Add SSL information to `psql`'s `\conninfo` command (Alastair Turner)
- Add « Security » column to `psql`'s `\df+` output (Jon Erdman)
- Allow `psql` command `\l` to accept a database name pattern (Peter Eisentraut)
- In `psql`, do not allow `\connect` to use defaults if there is no active connection (Bruce Momjian)
This might be the case if the server had crashed.
- Properly reset state after failure of a SQL command executed with `psql`'s `\gfile` (Tom Lane)
Previously, the output from subsequent SQL commands would unexpectedly continue to go to the same file.

E.51.3.9.1.2. Output

- Add a `latex-longtable` output format to `psql` (Bruce Momjian)
This format allows tables to span multiple pages.
- Add a `border=3` output mode to the `psql latex` format (Bruce Momjian)
- In `psql`'s tuples-only and expanded output modes, no longer emit « (No rows) » for zero rows (Peter Eisentraut)
- In `psql`'s unaligned, expanded output mode, no longer print an empty line for zero rows (Peter Eisentraut)

E.51.3.9.2. pg_dump

- Add `pg_dump --jobs` option to dump tables in parallel (Joachim Wieland)
- Make `pg_dump` output functions in a more predictable order (Joel Jacobson)
- Fix tar files emitted by `pg_dump` to be POSIX conformant (Brian Weaver, Tom Lane)
- Add `--dbname` option to `pg_dump`, for consistency with other client commands (Heikki Linnakangas)
The database name could already be supplied last without a flag.

E.51.3.9.3. initdb

- Make initdb fsync the newly created data directory (Jeff Davis)
This insures data integrity in event of a system crash shortly after initdb. This can be disabled by using `--nosync`.
- Add initdb `--sync-only` option to sync the data directory to durable storage (Bruce Momjian)
This is used by `pg_upgrade`.
- Make initdb issue a warning about placing the data directory at the top of a file system mount point (Bruce Momjian)

E.51.3.10. Source Code

- Add infrastructure to allow plug-in background worker processes (Álvaro Herrera)
- Create a centralized timeout API (Zoltán Böszörményi)
- Create libpgcommon and move `pg_malloc()` and other functions there (Álvaro Herrera, Andres Freund)
This allows libpqport to be used solely for portability-related code.
- Add support for list links embedded in larger structs (Andres Freund)
- Use `SA_RESTART` for all signals, including `SIGALRM` (Tom Lane)
- Ensure that the correct text domain is used when translating `errcontext()` messages (Heikki Linnakangas)
- Standardize naming of client-side memory allocation functions (Tom Lane)
- Provide support for « static assertions » that will fail at compile time if some compile-time-constant condition is not met (Andres Freund, Tom Lane)
- Support `Assert()` in client-side code (Andrew Dunstan)
- Add decoration to inform the C compiler that some `ereport()` and `elog()` calls do not return (Peter Eisentraut, Andres Freund, Tom Lane, Heikki Linnakangas)
- Allow options to be passed to the regression test output comparison utility via `PG_REGRESS_DIFF_OPTS` (Peter Eisentraut)
- Add isolation tests for **CREATE INDEX CONCURRENTLY** (Abhijit Menon-Sen)
- Remove typedefs for `int2/int4` as they are better represented as `int16/int32` (Peter Eisentraut)
- Fix install-strip on Mac OS X™ (Peter Eisentraut)
- Remove configure flag `--disable-shared`, as it is no longer supported (Bruce Momjian)
- Rewrite pgindent in Perl (Andrew Dunstan)
- Provide Emacs macro to set Perl formatting to match PostgreSQL™'s perltidy settings (Peter Eisentraut)
- Run tool to check the keyword list whenever the backend grammar is changed (Tom Lane)
- Change the way `UESCAPE` is lexed, to significantly reduce the size of the lexer tables (Heikki Linnakangas)
- Centralize flex and bison make rules (Peter Eisentraut)
This is useful for pgxs authors.
- Change many internal backend functions to return object OIDs rather than void (Dimitri Fontaine)
This is useful for event triggers.
- Invent pre-commit/pre-prepare/pre-subcommit events for transaction callbacks (Tom Lane)
Loadable modules that use transaction callbacks might need modification to handle these new event types.
- Add function `pg_identify_object()` to produce a machine-readable description of a database object (Álvaro Herrera)
- Add post-**ALTER**-object server hooks (KaiGai Kohei)
- Implement a generic binary heap and use it for Merge-Append operations (Abhijit Menon-Sen)
- Provide a tool to help detect timezone abbreviation changes when updating the `src/timezone/data` files (Tom Lane)
- Add pkg-config support for libpq and ecpg libraries (Peter Eisentraut)
- Remove `src/tools/backend`, now that the content is on the PostgreSQL™ wiki (Bruce Momjian)

- Split out WAL reading as an independent facility (Heikki Linnakangas, Andres Freund)
- Use a 64-bit integer to represent WAL positions (XLogRecPtr) instead of two 32-bit integers (Heikki Linnakangas)
Generally, tools that need to read the WAL format will need to be adjusted.
- Allow PL/Python to support platform-specific include directories (Peter Eisentraut)
- Allow PL/Python on OS X™ to build against custom versions of Python (Peter Eisentraut)

E.51.3.11. Additional Modules

- Add a Postgres™ foreign data wrapper contrib module to allow access to other Postgres™ servers (Shigeru Hanada)
This foreign data wrapper supports writes.
- Add pg_xlogdump contrib program (Andres Freund)
- Add support for indexing of regular-expression searches in pg_trgm™ (Alexander Korotkov)
- Improve pg_trgm™'s handling of multibyte characters (Tom Lane)
On a platform that does not have the wcstombs() or towlower() library functions, this could result in an incompatible change in the contents of pg_trgm™ indexes for non-ASCII data. In such cases, **REINDEX** those indexes to ensure correct search results.
- Add a pgstattuple function to report the size of the pending-insertions list of a GIN index (Fujii Masao)
- Make oid2name, pgbench, and vacuumlo set fallback_application_name (Amit Kapila)
- Improve output of pg_test_timing (Bruce Momjian)
- Improve output of pg_test_fsync (Peter Geoghegan)
- Create a dedicated foreign data wrapper, with its own option validator function, for dblink (Shigeru Hanada)
When using this FDW to define the target of a dblink connection, instead of using a hard-wired list of connection options, the underlying libpq library is consulted to see what connection options it supports.

E.51.3.11.1. pg_upgrade

- Allow pg_upgrade to do dumps and restores in parallel (Bruce Momjian, Andrew Dunstan)
This allows parallel schema dump/restore of databases, as well as parallel copy/link of data files per tablespace. Use the --jobs option to specify the level of parallelism.
- Make pg_upgrade create Unix-domain sockets in the current directory (Bruce Momjian, Tom Lane)
This reduces the possibility that someone will accidentally connect during the upgrade.
- Make pg_upgrade --check mode properly detect the location of non-default socket directories (Bruce Momjian, Tom Lane)
- Improve performance of pg_upgrade for databases with many tables (Bruce Momjian)
- Improve pg_upgrade's logs by showing executed commands (Álvaro Herrera)
- Improve pg_upgrade's status display during copy/link (Bruce Momjian)

E.51.3.11.2. pgbench

- Add --foreign-keys option to pgbench (Jeff Janes)
This adds foreign key constraints to the standard tables created by pgbench, for use in foreign key performance testing.
- Allow pgbench to aggregate performance statistics and produce output every --aggregate-interval seconds (Tomas Vondra)
- Add pgbench --sampling-rate option to control the percentage of transactions logged (Tomas Vondra)
- Reduce and improve the status message output of pgbench's initialization mode (Robert Haas, Peter Eisentraut)
- Add pgbench -q mode to print one output line every five seconds (Tomas Vondra)

- Output pgbench elapsed and estimated remaining time during initialization (Tomas Vondra)
- Allow pgbench to use much larger scale factors, by changing relevant columns from integer to bigint when the requested scale factor exceeds 20000 (Greg Smith)

E.51.3.12. Documentation

- Allow EPUB™-format documentation to be created (Peter Eisentraut)
- Update FreeBSD™ kernel configuration documentation (Brad Davis)
- Improve WINDOW function documentation (Bruce Momjian, Florian Pflug)
- Add instructions for setting up the documentation tool chain on macOS™ (Peter Eisentraut)
- Improve `commit_delay` documentation (Peter Geoghegan)

E.52. Release 9.2.23

Release date: 2017-08-31

This release contains a small number of fixes from 9.2.22. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 9.2.X release series in September 2017. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

E.52.1. Migration to Version 9.2.23

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.22, see Section E.53, « Release 9.2.22 ».

E.52.2. Changes

- Show foreign tables in `information_schema.table_privileges` view (Peter Eisentraut)

All other relevant `information_schema` views include foreign tables, but this one ignored them.

Since this view definition is installed by `initdb`, merely upgrading will not fix the problem. If you need to fix this in an existing installation, you can, as a superuser, do this in `psql`:

```
BEGIN;
DROP SCHEMA information_schema CASCADE;
\i SHAREDIR/information_schema.sql
COMMIT;
```

(Run `pg_config --sharedir` if you're uncertain where `SHAREDIR` is.) This must be repeated in each database to be fixed.

- Clean up handling of a fatal exit (e.g., due to receipt of `SIGTERM`) that occurs while trying to execute a **ROLLBACK** of a failed transaction (Tom Lane)

This situation could result in an assertion failure. In production builds, the exit would still occur, but it would log an unexpected message about « cannot drop active portal ».

- Remove assertion that could trigger during a fatal exit (Tom Lane)
- Correctly identify columns that are of a range type or domain type over a composite type or domain type being searched for (Tom Lane)

Certain **ALTER** commands that change the definition of a composite type or domain type are supposed to fail if there are any stored values of that type in the database, because they lack the infrastructure needed to update or check such values. Previously, these checks could miss relevant values that are wrapped inside range types or sub-domains, possibly allowing the database to become inconsistent.

- Change ecpg's parser to allow `RETURNING` clauses without attached C variables (Michael Meskes)

This allows ecpg programs to contain SQL constructs that use `RETURNING` internally (for example, inside a CTE) rather than

using it to define values to be returned to the client.

- Improve selection of compiler flags for PL/Perl on Windows (Tom Lane)

This fix avoids possible crashes of PL/Perl due to inconsistent assumptions about the width of time_t values. A side-effect that may be visible to extension developers is that _USE_32BIT_TIME_T is no longer defined globally in PostgreSQL™ Windows builds. This is not expected to cause problems, because type time_t is not used in any PostgreSQL™ API definitions.

E.53. Release 9.2.22

Release date: 2017-08-10

This release contains a variety of fixes from 9.2.21. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 9.2.X release series in September 2017. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

E.53.1. Migration to Version 9.2.22

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you use foreign data servers that make use of user passwords for authentication, see the first changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.20, see Section E.55, « Release 9.2.20 ».

E.53.2. Changes

- Further restrict visibility of pg_user_mappings.umoptions, to protect passwords stored as user mapping options (Noah Misch)

The fix for CVE-2017-7486 was incorrect: it allowed a user to see the options in her own user mapping, even if she did not have USAGE permission on the associated foreign server. Such options might include a password that had been provided by the server owner rather than the user herself. Since information_schema.user_mapping_options does not show the options in such cases, pg_user_mappings should not either. (CVE-2017-7547)

By itself, this patch will only fix the behavior in newly initdb'd databases. If you wish to apply this change in an existing database, you will need to do the following:

1. Restart the postmaster after adding allow_system_table_mods = true to postgresql.conf. (In versions supporting **ALTER SYSTEM**, you can use that to make the configuration change, but you'll still need a restart.)
2. In *each* database of the cluster, run the following commands as superuser:

```
SET search_path = pg_catalog;
CREATE OR REPLACE VIEW pg_user_mappings AS
SELECT
    U.oid      AS umid,
    S.oid      AS srvid,
    S.srvname  AS srvname,
    U.umuser   AS umuser,
    CASE WHEN U.umuser = 0 THEN
        'public'
    ELSE
        A.rolname
    END AS username,
    CASE WHEN (U.umuser <> 0 AND A.rolname = current_user
              AND (pg_has_role(S.srvowner, 'USAGE')
                    OR has_server_privilege(S.oid, 'USAGE')))
          OR (U.umuser = 0 AND pg_has_role(S.srvowner, 'USAGE'))
          OR (SELECT rolsuper FROM pg_authid WHERE rolname =
               current_user)
              THEN U.umoptions
            ELSE NULL END AS umoptions
FROM pg_user_mapping U
LEFT JOIN pg_authid A ON (A.oid = U.umuser) JOIN
```

```
pg_foreign_server S ON (U.umserver = S.oid);
```

3. Do not forget to include the `template0` and `template1` databases, or the vulnerability will still exist in databases you create later. To fix `template0`, you'll need to temporarily make it accept connections. In PostgreSQL™ 9.5 and later, you can use

```
ALTER DATABASE template0 WITH ALLOW_CONNECTIONS true;
```

and then after fixing `template0`, undo that with

```
ALTER DATABASE template0 WITH ALLOW_CONNECTIONS false;
```

In prior versions, instead use

```
UPDATE pg_database SET datallowconn = true WHERE datname = 'template0';
UPDATE pg_database SET datallowconn = false WHERE datname = 'template0';
```

4. Finally, remove the `allow_system_table_mods` configuration setting, and again restart the postmaster.

- Disallow empty passwords in all password-based authentication methods (Heikki Linnakangas)

`libpq` ignores empty password specifications, and does not transmit them to the server. So, if a user's password has been set to the empty string, it's impossible to log in with that password via `psql` or other `libpq`-based clients. An administrator might therefore believe that setting the password to empty is equivalent to disabling password login. However, with a modified or non-`libpq`-based client, logging in could be possible, depending on which authentication method is configured. In particular the most common method, `md5`, accepted empty passwords. Change the server to reject empty passwords in all cases. (CVE-2017-7546)

- On Windows, retry process creation if we fail to reserve the address range for our shared memory in the new process (Tom Lane, Amit Kapila)

This is expected to fix infrequent child-process-launch failures that are probably due to interference from antivirus products.

- Fix low-probability corruption of shared predicate-lock hash table in Windows builds (Thomas Munro, Tom Lane)
- Avoid logging clean closure of an SSL connection as though it were a connection reset (Michael Paquier)
- Prevent sending SSL session tickets to clients (Tom Lane)

This fix prevents reconnection failures with ticket-aware client-side SSL code.

- Fix code for setting `tcp_keepalives_idle` on Solaris (Tom Lane)
- Fix statistics collector to honor inquiry messages issued just after a postmaster shutdown and immediate restart (Tom Lane)
Statistics inquiries issued within half a second of the previous postmaster shutdown were effectively ignored.

- Ensure that the statistics collector's receive buffer size is at least 100KB (Tom Lane)

This reduces the risk of dropped statistics data on older platforms whose default receive buffer size is less than that.

- Fix possible creation of an invalid WAL segment when a standby is promoted just after it processes an `XLOG_SWITCH` WAL record (Andres Freund)
- Fix `SIGHUP` and `SIGUSR1` handling in `walsender` processes (Petr Jelinek, Andres Freund)
- Fix unnecessarily slow restarts of `walreceiver` processes due to race condition in postmaster (Tom Lane)
- Fix cases where an **INSERT** or **UPDATE** assigns to more than one element of a column that is of domain-over-array type (Tom Lane)
- Move autogenerated array types out of the way during **ALTER ... RENAME** (Vik Fearing)

Previously, we would rename a conflicting autogenerated array type out of the way during **CREATE**; this fix extends that behavior to renaming operations.

- Ensure that **ALTER USER ... SET** accepts all the syntax variants that **ALTER ROLE ... SET** does (Peter Eisentraut)

- Properly update dependency info when changing a datatype I/O function's argument or return type from opaque to the correct type (Heikki Linnakangas)

CREATE TYPE updates I/O functions declared in this long-obsolete style, but it forgot to record a dependency on the type, allowing a subsequent **DROP TYPE** to leave broken function definitions behind.

- Reduce memory usage when **ANALYZE** processes a tsvector column (Heikki Linnakangas)
- Fix unnecessary precision loss and sloppy rounding when multiplying or dividing money values by integers or floats (Tom Lane)
- Tighten checks for whitespace in functions that parse identifiers, such as `regprocedurein()` (Tom Lane)
Depending on the prevailing locale, these functions could misinterpret fragments of multibyte characters as whitespace.
- Use relevant `#define` symbols from Perl while compiling PL/Perl (Ashutosh Sharma, Tom Lane)
This avoids portability problems, typically manifesting as a « handshake » mismatch during library load, when working with recent Perl versions.
- In `psql`, fix failure when **COPY FROM STDIN** is ended with a keyboard EOF signal and then another **COPY FROM STDIN** is attempted (Thomas Munro)

This misbehavior was observed on BSD-derived platforms (including macOS), but not on most others.

- Fix `pg_dump` to not emit invalid SQL for an empty operator class (Daniel Gustafsson)
- Fix `pg_dump` output to `stdout` on Windows (Kuntal Ghosh)
A compressed plain-text dump written to `stdout` would contain corrupt data due to failure to put the file descriptor into binary mode.
- Fix `pg_get_ruledef()` to print correct output for the `ON SELECT` rule of a view whose columns have been renamed (Tom Lane)
In some corner cases, `pg_dump` relies on `pg_get_ruledef()` to dump views, so that this error could result in dump/reload failures.
- Fix dumping of function expressions in the `FROM` clause in cases where the expression does not deparse into something that looks like a function call (Tom Lane)
- Fix `pg_basebackup` output to `stdout` on Windows (Haribabu Kommi)
A backup written to `stdout` would contain corrupt data due to failure to put the file descriptor into binary mode.
- Fix `pg_upgrade` to ensure that the ending WAL record does not have `wal_level = minimum` (Bruce Momjian)
This condition could prevent upgraded standby servers from reconnecting.
- Always use `-fPIC`, not `-fpic`, when building shared libraries with `gcc` (Tom Lane)
This supports larger extension libraries on platforms where it makes a difference.
- Fix unescaped-braces issue in our build scripts for Microsoft MSVC, to avoid a warning or error from recent Perl versions (Andrew Dunstan)
- In MSVC builds, handle the case where the `openssl` library is not within a VC subdirectory (Andrew Dunstan)
- In MSVC builds, add proper include path for `libxml2` header files (Andrew Dunstan)
This fixes a former need to move things around in standard Windows installations of `libxml2`.
- In MSVC builds, recognize a `Tcl` library that is named `tcl86.lib` (Noah Misch)

E.54. Release 9.2.21

Release date: 2017-05-11

This release contains a variety of fixes from 9.2.20. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 9.2.X release series in September 2017. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

E.54.1. Migration to Version 9.2.21

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you use foreign data servers that make use of user passwords for authentication, see the first changelog entry below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.20, see Section E.55, « Release 9.2.20 ».

E.54.2. Changes

- Restrict visibility of `pg_user_mappings.umoptions`, to protect passwords stored as user mapping options (Michael Paquier, Feike Steenbergen)

The previous coding allowed the owner of a foreign server object, or anyone he has granted server USAGE permission to, to see the options for all user mappings associated with that server. This might well include passwords for other users. Adjust the view definition to match the behavior of `information_schema.user_mapping_options`, namely that these options are visible to the user being mapped, or if the mapping is for PUBLIC and the current user is the server owner, or if the current user is a superuser. (CVE-2017-7486)

By itself, this patch will only fix the behavior in newly initdb'd databases. If you wish to apply this change in an existing database, follow the corrected procedure shown in the changelog entry for CVE-2017-7547, in Section E.53, « Release 9.2.22 ».

- Prevent exposure of statistical information via leaky operators (Peter Eisentraut)

Some selectivity estimation functions in the planner will apply user-defined operators to values obtained from `pg_statistic`, such as most common values and histogram entries. This occurs before table permissions are checked, so a nefarious user could exploit the behavior to obtain these values for table columns he does not have permission to read. To fix, fall back to a default estimate if the operator's implementation function is not certified leak-proof and the calling user does not have permission to read the table column whose statistics are needed. At least one of these criteria is satisfied in most cases in practice. (CVE-2017-7484)

- Fix possible corruption of « init forks » of unlogged indexes (Robert Haas, Michael Paquier)

This could result in an unlogged index being set to an invalid state after a crash and restart. Such a problem would persist until the index was dropped and rebuilt.

- Fix incorrect reconstruction of `pg_subtrans` entries when a standby server replays a prepared but uncommitted two-phase transaction (Tom Lane)

In most cases this turned out to have no visible ill effects, but in corner cases it could result in circular references in `pg_subtrans`, potentially causing infinite loops in queries that examine rows modified by the two-phase transaction.

- Ensure parsing of queries in extension scripts sees the results of immediately-preceding DDL (Julien Rouhaud, Tom Lane)

Due to lack of a cache flush step between commands in an extension script file, non-utility queries might not see the effects of an immediately preceding catalog change, such as **ALTER TABLE ... RENAME**.

- Skip tablespace privilege checks when **ALTER TABLE ... ALTER COLUMN TYPE** rebuilds an existing index (Noah Misch)

The command failed if the calling user did not currently have CREATE privilege for the tablespace containing the index. That behavior seems unhelpful, so skip the check, allowing the index to be rebuilt where it is.

- Fix **ALTER TABLE ... VALIDATE CONSTRAINT** to not recurse to child tables when the constraint is marked NO INHERIT (Amit Langote)

This fix prevents unwanted « constraint does not exist » failures when no matching constraint is present in the child tables.

- Fix **VACUUM** to account properly for pages that could not be scanned due to conflicting page pins (Andrew Gierth)

This tended to lead to underestimation of the number of tuples in the table. In the worst case of a small heavily-contended table, **VACUUM** could incorrectly report that the table contained no tuples, leading to very bad planning choices.

- Ensure that bulk-tuple-transfer loops within a hash join are interruptible by query cancel requests (Tom Lane, Thomas Munro)

- Fix `cursor_to_xml()` to produce valid output with `tableforest = false` (Thomas Munro, Peter Eisentraut)

Previously it failed to produce a wrapping `<table>` element.

- Improve performance of `pg_timezone_names` view (Tom Lane, David Rowley)

- Fix sloppy handling of corner-case errors from `lseek()` and `close()` (Tom Lane)

Neither of these system calls are likely to fail in typical situations, but if they did, `fd.c` could get quite confused.

- Fix incorrect check for whether postmaster is running as a Windows service (Michael Paquier)

This could result in attempting to write to the event log when that isn't accessible, so that no logging happens at all.

- Fix ecpg to support **COMMIT PREPARED** and **ROLLBACK PREPARED** (Masahiko Sawada)

- Fix a double-free error when processing dollar-quoted string literals in ecpg (Michael Meskes)

- In `pg_dump`, fix incorrect schema and owner marking for comments and security labels of some types of database objects (Giuseppe Broccolo, Tom Lane)

In simple cases this caused no ill effects; but for example, a schema-selective restore might omit comments it should include, because they were not marked as belonging to the schema of their associated object.

- Avoid emitting an invalid list file in `pg_restore -l` when SQL object names contain newlines (Tom Lane)

Replace newlines by spaces, which is sufficient to make the output valid for `pg_restore -L`'s purposes.

- Fix `pg_upgrade` to transfer comments and security labels attached to « large objects » (blobs) (Stephen Frost)

Previously, blobs were correctly transferred to the new database, but any comments or security labels attached to them were lost.

- Improve error handling in `contrib/adminpack`'s `pg_file_write()` function (Noah Misch)

Notably, it failed to detect errors reported by `fclose()`.

- In `contrib/dblink`, avoid leaking the previous unnamed connection when establishing a new unnamed connection (Joe Conway)

- Support OpenSSL 1.1.0 (Heikki Linnakangas, Andreas Karlsson, Tom Lane)

This is a back-patch of work previously done in newer branches; it's needed since many platforms are adopting newer OpenSSL versions.

- Support Tcl 8.6 in MSVC builds (Álvaro Herrera)

- Sync our copy of the timezone library with IANA release tzcode2017b (Tom Lane)

This fixes a bug affecting some DST transitions in January 2038.

- Update time zone data files to tzdata release 2017b for DST law changes in Chile, Haiti, and Mongolia, plus historical corrections for Ecuador, Kazakhstan, Liberia, and Spain. Switch to numeric abbreviations for numerous time zones in South America, the Pacific and Indian oceans, and some Asian and Middle Eastern countries.

The IANA time zone database previously provided textual abbreviations for all time zones, sometimes making up abbreviations that have little or no currency among the local population. They are in process of reversing that policy in favor of using numeric UTC offsets in zones where there is no evidence of real-world use of an English abbreviation. At least for the time being, PostgreSQL™ will continue to accept such removed abbreviations for timestamp input. But they will not be shown in the `pg_timezone_names` view nor used for output.

- Use correct daylight-savings rules for POSIX-style time zone names in MSVC builds (David Rowley)

The Microsoft MSVC build scripts neglected to install the `posixrules` file in the timezone directory tree. This resulted in the timezone code falling back to its built-in rule about what DST behavior to assume for a POSIX-style time zone name. For historical reasons that still corresponds to the DST rules the USA was using before 2007 (i.e., change on first Sunday in April and last Sunday in October). With this fix, a POSIX-style zone name will use the current and historical DST transition dates of the US/Eastern zone. If you don't want that, remove the `posixrules` file, or replace it with a copy of some other zone file (see Section 8.5.3, « Fuseaux horaires »). Note that due to caching, you may need to restart the server to get such changes to take effect.

E.55. Release 9.2.20

Release date: 2017-02-09

This release contains a variety of fixes from 9.2.19. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.55.1. Migration to Version 9.2.20

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if your installation has been affected by the bug described in the first changelog entry below, then after updating you may need to take action to repair corrupted indexes.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.11, see Section E.64, « Release 9.2.11 ».

E.55.2. Changes

- Fix a race condition that could cause indexes built with **CREATE INDEX CONCURRENTLY** to be corrupt (Pavan Deolalikar, Tom Lane)

If **CREATE INDEX CONCURRENTLY** was used to build an index that depends on a column not previously indexed, then rows updated by transactions that ran concurrently with the **CREATE INDEX** command could have received incorrect index entries. If you suspect this may have happened, the most reliable solution is to rebuild affected indexes after installing this update.

- Unconditionally WAL-log creation of the « init fork » for an unlogged table (Michael Paquier)

Previously, this was skipped when `wal_level = minimal`, but actually it's necessary even in that case to ensure that the unlogged table is properly reset to empty after a crash.

- Fix WAL page header validation when re-reading segments (Takayuki Tsunakawa, Amit Kapila)

In corner cases, a spurious « out-of-sequence TLI » error could be reported during recovery.

- If the stats collector dies during hot standby, restart it (Takayuki Tsunakawa)

- Check for interrupts while hot standby is waiting for a conflicting query (Simon Riggs)

- Avoid constantly respawning the autovacuum launcher in a corner case (Amit Khandekar)

This fix avoids problems when autovacuum is nominally off and there are some tables that require freezing, but all such tables are already being processed by autovacuum workers.

- Fix check for when an extension member object can be dropped (Tom Lane)

Extension upgrade scripts should be able to drop member objects, but this was disallowed for serial-column sequences, and possibly other cases.

- Make sure **ALTER TABLE** preserves index tablespace assignments when rebuilding indexes (Tom Lane, Michael Paquier)

Previously, non-default settings of `default_tablespace` could result in broken indexes.

- Prevent dropping a foreign-key constraint if there are pending trigger events for the referenced relation (Tom Lane)

This avoids « could not find trigger *NNN* » or « relation *NNN* has no triggers » errors.

- Fix processing of OID column when a table with OIDs is associated to a parent with OIDs via **ALTER TABLE ... INHERIT** (Amit Langote)

The OID column should be treated the same as regular user columns in this case, but it wasn't, leading to odd behavior in later alliance changes.

- Check for serializability conflicts before reporting constraint-violation failures (Thomas Munro)

When using serializable transaction isolation, it is desirable that any error due to concurrent transactions should manifest as a serialization failure, thereby cueing the application that a retry might succeed. Unfortunately, this does not reliably happen for duplicate-key failures caused by concurrent insertions. This change ensures that such an error will be reported as a serialization error if the application explicitly checked for the presence of a conflicting key (and did not find it) earlier in the transaction.

- Ensure that column typmods are determined accurately for multi-row VALUES constructs (Tom Lane)

This fixes problems occurring when the first value in a column has a determinable typmod (e.g., length for a varchar value) but later values don't share the same limit.

- Throw error for an unfinished Unicode surrogate pair at the end of a Unicode string (Tom Lane)

Normally, a Unicode surrogate leading character must be followed by a Unicode surrogate trailing character, but the check for this was missed if the leading character was the last character in a Unicode string literal (`U& ' . . .'`) or Unicode identifier (`U& " . . ."`).

- Ensure that a purely negative text search query, such as `! foo`, matches empty tsvectors (Tom Dunstan)

Such matches were found by GIN index searches, but not by sequential scans or GiST index searches.

- Prevent crash when `ts_rewrite()` replaces a non-top-level subtree with an empty query (Artur Zakirov)
- Fix performance problems in `ts_rewrite()` (Tom Lane)
- Fix `ts_rewrite()`'s handling of nested NOT operators (Tom Lane)
- Fix `array_fill()` to handle empty arrays properly (Tom Lane)
- Fix one-byte buffer overrun in `quote_literal_cstr()` (Heikki Linnakangas)
The overrun occurred only if the input consisted entirely of single quotes and/or backslashes.
- Prevent multiple calls of `pg_start_backup()` and `pg_stop_backup()` from running concurrently (Michael Paquier)
This avoids an assertion failure, and possibly worse things, if someone tries to run these functions in parallel.
- Avoid discarding interval-to-interval casts that aren't really no-ops (Tom Lane)
In some cases, a cast that should result in zeroing out low-order interval fields was mistakenly deemed to be a no-op and discarded. An example is that casting from INTERVAL MONTH to INTERVAL YEAR failed to clear the months field.
- Fix pg_dump to dump user-defined casts and transforms that use built-in functions (Stephen Frost)
- Fix possible pg_basebackup failure on standby server when including WAL files (Amit Kapila, Robert Haas)
- Ensure that the Python exception objects we create for PL/Python are properly reference-counted (Rafa de la Torre, Tom Lane)
This avoids failures if the objects are used after a Python garbage collection cycle has occurred.
- Fix PL/Tcl to support triggers on tables that have `.tupno` as a column name (Tom Lane)
This matches the (previously undocumented) behavior of PL/Tcl's `spi_exec` and `spi_execp` commands, namely that a magic `.tupno` column is inserted only if there isn't a real column named that.
- Allow DOS-style line endings in `~/.pgpass` files, even on Unix (Vik Fearing)
This change simplifies use of the same password file across Unix and Windows machines.
- Fix one-byte buffer overrun if ecpg is given a file name that ends with a dot (Takayuki Tsunakawa)
- Fix psql's tab completion for **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** (Gilles Darold, Stephen Frost)
- In psql, treat an empty or all-blank setting of the PAGER environment variable as meaning « no pager » (Tom Lane)
Previously, such a setting caused output intended for the pager to vanish entirely.
- Improve contrib/dblink's reporting of low-level libpq errors, such as out-of-memory (Joe Conway)
- On Windows, ensure that environment variable changes are propagated to DLLs built with debug options (Christian Ullrich)
- Sync our copy of the timezone library with IANA release tzcode2016j (Tom Lane)
This fixes various issues, most notably that timezone data installation failed if the target directory didn't support hard links.
- Update time zone data files to tzdata release 2016j for DST law changes in northern Cyprus (adding a new zone Asia/Famagusta), Russia (adding a new zone Europe/Saratov), Tonga, and Antarctica/Casey. Historical corrections for Italy, Kazakhstan, Malta, and Palestine. Switch to preferring numeric zone abbreviations for Tonga.

E.56. Release 9.2.19

Release date: 2016-10-27

This release contains a variety of fixes from 9.2.18. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.56.1. Migration to Version 9.2.19

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.11, see Section E.64, « Release 9.2.11 ».

E.56.2. Changes

- Fix EvalPlanQual rechecks involving CTE scans (Tom Lane)

The recheck would always see the CTE as returning no rows, typically leading to failure to update rows that were recently updated.

- Fix improper repetition of previous results from hashed aggregation in a subquery (Andrew Gierth)

The test to see if we can reuse a previously-computed hash table of the aggregate state values neglected the possibility of an outer query reference appearing in an aggregate argument expression. A change in the value of such a reference should lead to recalculating the hash table, but did not.

- Fix **EXPLAIN** to emit valid XML when track_io_timing is on (Markus Winand)

Previously the XML output-format option produced syntactically invalid tags such as <I/O-Read-Time>. That is now rendered as <I-O-Read-Time>.

- Suppress printing of zeroes for unmeasured times in **EXPLAIN** (Maksim Milyutin)

Certain option combinations resulted in printing zero values for times that actually aren't ever measured in that combination. Our general policy in **EXPLAIN** is not to print such fields at all, so do that consistently in all cases.

- Fix timeout length when **VACUUM** is waiting for exclusive table lock so that it can truncate the table (Simon Riggs)

The timeout was meant to be 50 milliseconds, but it was actually only 50 microseconds, causing **VACUUM** to give up on truncation much more easily than intended. Set it to the intended value.

- Fix bugs in merging alled CHECK constraints while creating or altering a table (Tom Lane, Amit Langote)

Allow identical CHECK constraints to be added to a parent and child table in either order. Prevent merging of a valid constraint from the parent table with a NOT VALID constraint on the child. Likewise, prevent merging of a NO INHERIT child constraint with an alled constraint.

- Remove artificial restrictions on the values accepted by numeric_in() and numeric_recv() (Tom Lane)

We allow numeric values up to the limit of the storage format (more than 1e100000), so it seems fairly pointless that numeric_in() rejected scientific-notation exponents above 1000. Likewise, it was silly for numeric_recv() to reject more than 1000 digits in an input value.

- Avoid very-low-probability data corruption due to testing tuple visibility without holding buffer lock (Thomas Munro, Peter Geoghegan, Tom Lane)

- Fix file descriptor leakage when truncating a temporary relation of more than 1GB (Andres Freund)

- Disallow starting a standalone backend with standby_mode turned on (Michael Paquier)

This can't do anything useful, since there will be no WAL receiver process to fetch more WAL data; and it could result in misbehavior in code that wasn't designed with this situation in mind.

- Don't try to share SSL contexts across multiple connections in libpq (Heikki Linnakangas)

This led to assorted corner-case bugs, particularly when trying to use different SSL parameters for different connections.

- Avoid corner-case memory leak in libpq (Tom Lane)

The reported problem involved leaking an error report during PQreset(), but there might be related cases.

- Make ecpg's --help and --version options work consistently with our other executables (Haribabu Kommi)

- In pg_dump, never dump range constructor functions (Tom Lane)

This oversight led to pg_upgrade failures with extensions containing range types, due to duplicate creation of the constructor functions.

- Fix contrib/intarray/bench/bench.pl to print the results of the **EXPLAIN** it does when given the -e option (Daniel Gustafsson)

- Update Windows time zone mapping to recognize some time zone names added in recent Windows versions (Michael Paquier)

- Prevent failure of obsolete dynamic time zone abbreviations (Tom Lane)

If a dynamic time zone abbreviation does not match any entry in the referenced time zone, treat it as equivalent to the time zone name. This avoids unexpected failures when IANA removes abbreviations from their time zone database, as they did in

tzdata release 2016f and seem likely to do again in the future. The consequences were not limited to not recognizing the individual abbreviation; any mismatch caused the pg_timezone_abbrevs view to fail altogether.

- Update time zone data files to tzdata release 2016h for DST law changes in Palestine and Turkey, plus historical corrections for Turkey and some regions of Russia. Switch to numeric abbreviations for some time zones in Antarctica, the former Soviet Union, and Sri Lanka.

The IANA time zone database previously provided textual abbreviations for all time zones, sometimes making up abbreviations that have little or no currency among the local population. They are in process of reversing that policy in favor of using numeric UTC offsets in zones where there is no evidence of real-world use of an English abbreviation. At least for the time being, PostgreSQL™ will continue to accept such removed abbreviations for timestamp input. But they will not be shown in the pg_timezone_names view nor used for output.

In this update, AMT is no longer shown as being in use to mean Armenia Time. Therefore, we have changed the Default abbreviation set to interpret it as Amazon Time, thus UTC-4 not UTC+4.

E.57. Release 9.2.18

Release date: 2016-08-11

This release contains a variety of fixes from 9.2.17. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.57.1. Migration to Version 9.2.18

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.11, see Section E.64, « Release 9.2.11 ».

E.57.2. Changes

- Fix possible mis-evaluation of nested CASE-WHEN expressions (Heikki Linnakangas, Michael Paquier, Tom Lane)

A CASE expression appearing within the test value subexpression of another CASE could become confused about whether its own test value was null or not. Also, inlining of a SQL function implementing the equality operator used by a CASE expression could result in passing the wrong test value to functions called within a CASE expression in the SQL function's body. If the test values were of different data types, a crash might result; moreover such situations could be abused to allow disclosure of portions of server memory. (CVE-2016-5423)

- Fix client programs' handling of special characters in database and role names (Noah Misch, Nathan Bossart, Michael Paquier)

Numerous places in vacuumdb and other client programs could become confused by database and role names containing double quotes or backslashes. Tighten up quoting rules to make that safe. Also, ensure that when a conninfo string is used as a database name parameter to these programs, it is correctly treated as such throughout.

Fix handling of paired double quotes in psql's **\connect** and **\password** commands to match the documentation.

Introduce a new **-reuse-previous** option in psql's **\connect** command to allow explicit control of whether to re-use connection parameters from a previous connection. (Without this, the choice is based on whether the database name looks like a conninfo string, as before.) This allows secure handling of database names containing special characters in pg_dumpall scripts.

pg_dumpall now refuses to deal with database and role names containing carriage returns or newlines, as it seems impractical to quote those characters safely on Windows. In future we may reject such names on the server side, but that step has not been taken yet.

These are considered security fixes because crafted object names containing special characters could have been used to execute commands with superuser privileges the next time a superuser executes pg_dumpall or other routine maintenance operations. (CVE-2016-5424)

- Fix corner-case misbehaviors for **IS NULL/IS NOT NULL** applied to nested composite values (Andrew Gierth, Tom Lane)

The SQL standard specifies that **IS NULL** should return TRUE for a row of all null values (thus **ROW(NULL, NULL) IS NULL** yields TRUE), but this is not meant to apply recursively (thus **ROW(NULL, ROW(NULL, NULL)) IS NULL** yields FALSE). The core executor got this right, but certain planner optimizations treated the test as recursive (thus producing TRUE in both cases), and contrib/postgres_fdw could produce remote queries that misbehaved similarly.

- Make the inet and cidr data types properly reject IPv6 addresses with too many colon-separated fields (Tom Lane)

- Prevent crash in `close_ps()` (the point ## lseg operator) for NaN input coordinates (Tom Lane)
Make it return NULL instead of crashing.
- Fix several one-byte buffer over-reads in `to_number()` (Peter Eisentraut)
In several cases the `to_number()` function would read one more character than it should from the input string. There is a small chance of a crash, if the input happens to be adjacent to the end of memory.
- Avoid unsafe intermediate state during expensive paths through `heap_update()` (Masahiko Sawada, Andres Freund)
Previously, these cases locked the target tuple (by setting its XMAX) but did not WAL-log that action, thus risking data integrity problems if the page were spilled to disk and then a database crash occurred before the tuple update could be completed.
- Avoid crash in `postgres -C` when the specified variable has a null string value (Michael Paquier)
- Avoid consuming a transaction ID during **VACUUM** (Alexander Korotkov)
Some cases in **VACUUM** unnecessarily caused an XID to be assigned to the current transaction. Normally this is negligible, but if one is up against the XID wraparound limit, consuming more XIDs during anti-wraparound vacuums is a very bad thing.
- Avoid canceling hot-standby queries during **VACUUM FREEZE** (Simon Riggs, Álvaro Herrera)
VACUUM FREEZE on an otherwise-idle master server could result in unnecessary cancellations of queries on its standby servers.
- When a manual **ANALYZE** specifies a column list, don't reset the table's `changes_since_analyze` counter (Tom Lane)
If we're only analyzing some columns, we should not prevent routine auto-analyze from happening for the other columns.
- Fix **ANALYZE**'s overestimation of `n_distinct` for a unique or nearly-unique column with many null entries (Tom Lane)
The nulls could get counted as though they were themselves distinct values, leading to serious planner misestimates in some types of queries.
- Prevent autovacuum from starting multiple workers for the same shared catalog (Álvaro Herrera)
Normally this isn't much of a problem because the vacuum doesn't take long anyway; but in the case of a severely bloated catalog, it could result in all but one worker uselessly waiting instead of doing useful work on other tables.
- Prevent infinite loop in GiST index build for geometric columns containing NaN component values (Tom Lane)
- Fix `contrib/btree_gin` to handle the smallest possible bigint value correctly (Peter Eisentraut)
- Teach libpq to correctly decode server version from future servers (Peter Eisentraut)
It's planned to switch to two-part instead of three-part server version numbers for releases after 9.6. Make sure that `PQserverVersion()` returns the correct value for such cases.
- Fix ecpg's code for `unsigned long long` array elements (Michael Meskes)
- In `pg_dump` with both `-c` and `-C` options, avoid emitting an unwanted `CREATE SCHEMA public` command (David Johnston, Tom Lane)
- Make `pg_basebackup` accept `-Z 0` as specifying no compression (Fujii Masao)
- Fix makefiles' rule for building AIX shared libraries to be safe for parallel make (Noah Misch)
- Fix TAP tests and MSVC scripts to work when build directory's path name contains spaces (Michael Paquier, Kyotaro Horiguchi)
- Make regression tests safe for Danish and Welsh locales (Jeff Janes, Tom Lane)
Change some test data that triggered the unusual sorting rules of these locales.
- Update our copy of the timezone code to match IANA's tzcode release 2016c (Tom Lane)
This is needed to cope with anticipated future changes in the time zone data files. It also fixes some corner-case bugs in coping with unusual time zones.
- Update time zone data files to tzdata release 2016f for DST law changes in Kemerovo and Novosibirsk, plus historical corrections for Azerbaijan, Belarus, and Morocco.

E.58. Release 9.2.17

Release date: 2016-05-12

This release contains a variety of fixes from 9.2.16. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.58.1. Migration to Version 9.2.17

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.11, see Section E.64, « Release 9.2.11 ».

E.58.2. Changes

- Clear the OpenSSL error queue before OpenSSL calls, rather than assuming it's clear already; and make sure we leave it clear afterwards (Peter Geoghegan, Dave Vitek, Peter Eisentraut)

This change prevents problems when there are multiple connections using OpenSSL within a single process and not all the code involved follows the same rules for when to clear the error queue. Failures have been reported specifically when a client application uses SSL connections in libpq concurrently with SSL connections using the PHP, Python, or Ruby wrappers for OpenSSL. It's possible for similar problems to arise within the server as well, if an extension module establishes an outgoing SSL connection.

- Fix « failed to build any N -way joins » planner error with a full join enclosed in the right-hand side of a left join (Tom Lane)
- Fix incorrect handling of equivalence-class tests in multilevel nestloop plans (Tom Lane)

Given a three-or-more-way equivalence class of variables, such as $X.X = Y.Y = Z.Z$, it was possible for the planner to omit some of the tests needed to enforce that all the variables are actually equal, leading to join rows being output that didn't satisfy the WHERE clauses. For various reasons, erroneous plans were seldom selected in practice, so that this bug has gone undetected for a long time.

- Fix possible misbehavior of TH, th, and Y,YYY format codes in `to_timestamp()` (Tom Lane)

These could advance off the end of the input string, causing subsequent format codes to read garbage.

- Fix dumping of rules and views in which the `array` argument of a `value operator ANY (array)` construct is a sub-SELECT (Tom Lane)

- Make `pg_regress` use a startup timeout from the `PGCTL TIMEOUT` environment variable, if that's set (Tom Lane)

This is for consistency with a behavior recently added to `pg_ctl`; it eases automated testing on slow machines.

- Fix `pg_upgrade` to correctly restore extension membership for operator families containing only one operator class (Tom Lane)
In such a case, the operator family was restored into the new database, but it was no longer marked as part of the extension. This had no immediate ill effects, but would cause later `pg_dump` runs to emit output that would cause (harmless) errors on restore.

- Back-port 9.4-era memory-barrier code changes into 9.2 and 9.3 (Tom Lane)

These changes were not originally needed in pre-9.4 branches, but we recently back-patched a fix that expected the barrier code to work properly. Only IA64 (when using `icc`), HPPA, and Alpha platforms are affected.

- Reduce the number of SysV semaphores used by a build configured with `--disable-spinlocks` (Tom Lane)
- Rename internal function `strtoi()` to `strtoint()` to avoid conflict with a NetBSD library function (Thomas Munro)
- Fix reporting of errors from `bind()` and `listen()` system calls on Windows (Tom Lane)
- Reduce verbosity of compiler output when building with Microsoft Visual Studio (Christian Ullrich)
- Avoid possibly-unsafe use of Windows' `FormatMessage()` function (Christian Ullrich)

Use the `FORMAT_MESSAGE_IGNORE_INSERTS` flag where appropriate. No live bug is known to exist here, but it seems like a good idea to be careful.

- Update time zone data files to tzdata release 2016d for DST law changes in Russia and Venezuela. There are new zone names `Europe/Kirov` and `Asia/Tomsk` to reflect the fact that these regions now have different time zone histories from adjacent regions.

E.59. Release 9.2.16

Release date: 2016-03-31

This release contains a variety of fixes from 9.2.15. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.59.1. Migration to Version 9.2.16

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.11, see Section E.64, « Release 9.2.11 ».

E.59.2. Changes

- Fix incorrect handling of NULL index entries in indexed ROW() comparisons (Tom Lane)

An index search using a row comparison such as `ROW(a, b) > ROW('x', 'y')` would stop upon reaching a NULL entry in the `b` column, ignoring the fact that there might be non-NULL `b` values associated with later values of `a`.

- Avoid unlikely data-loss scenarios due to renaming files without adequate `fsync()` calls before and after (Michael Paquier, Tomas Vondra, Andres Freund)

- Correctly handle cases where `pg_subtrans` is close to XID wraparound during server startup (Jeff Janes)

- Fix corner-case crash due to trying to free `localeconv()` output strings more than once (Tom Lane)

- Fix parsing of affix files for `ispell` dictionaries (Tom Lane)

The code could go wrong if the affix file contained any characters whose byte length changes during case-folding, for example `I` in Turkish UTF8 locales.

- Avoid use of `sscanf()` to parse `ispell` dictionary files (Artur Zakirov)

This dodges a portability problem on FreeBSD-derived platforms (including macOS).

- Avoid a crash on old Windows versions (before 7SP1/2008R2SP1) with an AVX2-capable CPU and a Postgres build done with Visual Studio 2013 (Christian Ullrich)

This is a workaround for a bug in Visual Studio 2013's runtime library, which Microsoft have stated they will not fix in that version.

- Fix psql's tab completion logic to handle multibyte characters properly (Kyotaro Horiguchi, Robert Haas)

- Fix psql's tab completion for `SECURITY LABEL` (Tom Lane)

Pressing TAB after `SECURITY LABEL` might cause a crash or offering of inappropriate keywords.

- Make `pg_ctl` accept a wait timeout from the `PGCTLTIMEOUT` environment variable, if none is specified on the command line (Noah Misch)

This eases testing of slower buildfarm members by allowing them to globally specify a longer-than-normal timeout for postmaster startup and shutdown.

- Fix incorrect test for Windows service status in `pg_ctl` (Manuel Mathar)

The previous set of minor releases attempted to fix `pg_ctl` to properly determine whether to send log messages to Window's Event Log, but got the test backwards.

- Fix `pgbench` to correctly handle the combination of `-C` and `-M prepared` options (Tom Lane)

- In PL/Perl, properly translate empty Postgres arrays into empty Perl arrays (Alex Hunsaker)

- Make PL/Python cope with function names that aren't valid Python identifiers (Jim Nasby)

- Fix multiple mistakes in the statistics returned by `contrib/pgstattuple`'s `pgstatindex()` function (Tom Lane)

- Remove dependency on `psed` in MSVC builds, since it's no longer provided by core Perl (Michael Paquier, Andrew Dunstan)

Update time zone data files to tzdata release 2016c for DST law changes in Azerbaijan, Chile, Haiti, Palestine, and Russia (Altai, Astrakhan, Kirov, Sakhalin, Ulyanovsk regions), plus historical corrections for Lithuania, Moldova, and Russia (Kalininograd, Samara, Volgograd).

E.60. Release 9.2.15

Release date: 2016-02-11

This release contains a variety of fixes from 9.2.14. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.60.1. Migration to Version 9.2.15

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.11, see Section E.64, « Release 9.2.11 ».

E.60.2. Changes

- Fix infinite loops and buffer-overrun problems in regular expressions (Tom Lane)

Very large character ranges in bracket expressions could cause infinite loops in some cases, and memory overwrites in other cases. (CVE-2016-0773)

- Perform an immediate shutdown if the `postmaster.pid` file is removed (Tom Lane)

The postmaster now checks every minute or so that `postmaster.pid` is still there and still contains its own PID. If not, it performs an immediate shutdown, as though it had received `SIGQUIT`. The main motivation for this change is to ensure that failed buildfarm runs will get cleaned up without manual intervention; but it also serves to limit the bad effects if a DBA forcibly removes `postmaster.pid` and then starts a new postmaster.

- In `SERIALIZABLE` transaction isolation mode, serialization anomalies could be missed due to race conditions during insertions (Kevin Grittner, Thomas Munro)

- Fix failure to emit appropriate WAL records when doing `ALTER TABLE ... SET TABLESPACE` for unlogged relations (Michael Paquier, Andres Freund)

Even though the relation's data is unlogged, the move must be logged or the relation will be inaccessible after a standby is promoted to master.

- Fix possible misinitialization of unlogged relations at the end of crash recovery (Andres Freund, Michael Paquier)

- Fix `ALTER COLUMN TYPE` to reconstruct allied check constraints properly (Tom Lane)

- Fix `REASSIGN OWNED` to change ownership of composite types properly (Álvaro Herrera)

- Fix `REASSIGN OWNED` and `ALTER OWNER` to correctly update granted-permissions lists when changing owners of data types, foreign data wrappers, or foreign servers (Bruce Momjian, Álvaro Herrera)

- Fix `REASSIGN OWNED` to ignore foreign user mappings, rather than fail (Álvaro Herrera)

- Add more defenses against bad planner cost estimates for GIN index scans when the index's internal statistics are very out-of-date (Tom Lane)

- Make planner cope with hypothetical GIN indexes suggested by an index advisor plug-in (Julien Rouhaud)

- Fix dumping of whole-row Vars in `ROW()` and `VALUES()` lists (Tom Lane)

- Fix possible internal overflow in numeric division (Dean Rasheed)

- Fix enforcement of restrictions inside parentheses within regular expression lookahead constraints (Tom Lane)

Lookahead constraints aren't allowed to contain backrefs, and parentheses within them are always considered non-capturing, according to the manual. However, the code failed to handle these cases properly inside a parenthesized subexpression, and would give unexpected results.

- Conversion of regular expressions to indexscan bounds could produce incorrect bounds from regexps containing lookahead constraints (Tom Lane)

- Fix regular-expression compiler to handle loops of constraint arcs (Tom Lane)

The code added for CVE-2007-4772 was both incomplete, in that it didn't handle loops involving more than one state, and incorrect, in that it could cause assertion failures (though there seem to be no bad consequences of that in a non-assert build). Multi-state loops would cause the compiler to run until the query was canceled or it reached the too-many-states error condition.

- Improve memory-usage accounting in regular-expression compiler (Tom Lane)

This causes the code to emit « regular expression is too complex » errors in some cases that previously used unreasonable

amounts of time and memory.

- Improve performance of regular-expression compiler (Tom Lane)
- Make %h and %r escapes in `log_line_prefix` work for messages emitted due to `log_connections` (Tom Lane)
Previously, %h/%r started to work just after a new session had emitted the « connection received » log message; now they work for that message too.
- On Windows, ensure the shared-memory mapping handle gets closed in child processes that don't need it (Tom Lane, Amit Kapila)

This oversight resulted in failure to recover from crashes whenever `logging_collector` is turned on.

- Fix possible failure to detect socket EOF in non-blocking mode on Windows (Tom Lane)

It's not entirely clear whether this problem can happen in pre-9.5 branches, but if it did, the symptom would be that a walsender process would wait indefinitely rather than noticing a loss of connection.

- Avoid leaking a token handle during SSPI authentication (Christian Ullrich)
- In `psql`, ensure that libreadline's idea of the screen size is updated when the terminal window size changes (Merlin Moncure)
Previously, libreadline did not notice if the window was resized during query output, leading to strange behavior during later input of multiline queries.
- Fix `psql`'s `\det` command to interpret its pattern argument the same way as other `\d` commands with potentially schema-qualified patterns do (Reece Hart)
- Avoid possible crash in `psql`'s `\c` command when previous connection was via Unix socket and command specifies a new hostname and same username (Tom Lane)

- In `pg_ctl start -w`, test child process status directly rather than relying on heuristics (Tom Lane, Michael Paquier)

Previously, `pg_ctl` relied on an assumption that the new postmaster would always create `postmaster.pid` within five seconds. But that can fail on heavily-loaded systems, causing `pg_ctl` to report incorrectly that the postmaster failed to start.

Except on Windows, this change also means that a `pg_ctl start -w` done immediately after another such command will now reliably fail, whereas previously it would report success if done within two seconds of the first command.

- In `pg_ctl start -w`, don't attempt to use a wildcard listen address to connect to the postmaster (Kondo Yuta)

On Windows, `pg_ctl` would fail to detect postmaster startup if `listen_addresses` is set to `0.0.0.0` or `::`, because it would try to use that value verbatim as the address to connect to, which doesn't work. Instead assume that `127.0.0.1` or `::1`, respectively, is the right thing to use.

- In `pg_ctl` on Windows, check service status to decide where to send output, rather than checking if standard output is a terminal (Michael Paquier)

- In `pg_dump` and `pg_basebackup`, adopt the GNU convention for handling tar-archive members exceeding 8GB (Tom Lane)

The POSIX standard for `tar` file format does not allow archive member files to exceed 8GB, but most modern implementations of tar support an extension that fixes that. Adopt this extension so that `pg_dump` with `-Ft` no longer fails on tables with more than 8GB of data, and so that `pg_basebackup` can handle files larger than 8GB. In addition, fix some portability issues that could cause failures for members between 4GB and 8GB on some platforms. Potentially these problems could cause unrecoverable data loss due to unreadable backup files.

- Fix assorted corner-case bugs in `pg_dump`'s processing of extension member objects (Tom Lane)

- Make `pg_dump` mark a view's triggers as needing to be processed after its rule, to prevent possible failure during parallel `pg_restore` (Tom Lane)

- Ensure that relation option values are properly quoted in `pg_dump` (Kouhei Sutou, Tom Lane)

A reloption value that isn't a simple identifier or number could lead to dump/reload failures due to syntax errors in CREATE statements issued by `pg_dump`. This is not an issue with any reloptions currently supported by core PostgreSQL™, but extensions could allow reloptions that cause the problem.

- Fix `pg_upgrade`'s file-copying code to handle errors properly on Windows (Bruce Momjian)

- Install guards in `pgbench` against corner-case overflow conditions during evaluation of script-specified division or modulo operators (Fabien Coelho, Michael Paquier)

- Fix failure to localize messages emitted by `pg_receivexlog` and `pg_recvlogical` (Joseph Kim)

- Avoid dump/reload problems when using both plpython2 and plpython3 (Tom Lane)

In principle, both versions of PL/Python can be used in the same database, though not in the same session (because the two versions of libpython cannot safely be used concurrently). However, pg_restore and pg_upgrade both do things that can fall foul of the same-session restriction. Work around that by changing the timing of the check.

- Fix PL/Python regression tests to pass with Python 3.5 (Peter Eisentraut)
- Prevent certain PL/Java parameters from being set by non-superusers (Noah Misch)

This change mitigates a PL/Java security bug (CVE-2016-0766), which was fixed in PL/Java by marking these parameters as superuser-only. To fix the security hazard for sites that update PostgreSQL™ more frequently than PL/Java, make the core code aware of them also.

- Improve libpq's handling of out-of-memory situations (Michael Paquier, Amit Kapila, Heikki Linnakangas)
- Fix order of arguments in ecpg-generated `ttypedef` statements (Michael Meskes)
- Use %g not %f format in ecpg's `PGTYPESnumeric_from_double()` (Tom Lane)
- Fix ecpg-supplied header files to not contain comments continued from a preprocessor directive line onto the next line (Michael Meskes)

Such a comment is rejected by ecpg. It's not yet clear whether ecpg itself should be changed.

- Ensure that contrib/pgcrypto's `crypt()` function can be interrupted by query cancel (Andreas Karlsson)
- Accept flex versions later than 2.5.x (Tom Lane, Michael Paquier)

Now that flex 2.6.0 has been released, the version checks in our build scripts needed to be adjusted.

- Install our `missing` script where PGXS builds can find it (Jim Nasby)

This allows sane behavior in a PGXS build done on a machine where build tools such as bison are missing.

- Ensure that `dynloader.h` is included in the installed header files in MSVC builds (Bruce Momjian, Michael Paquier)
- Add variant regression test expected-output file to match behavior of current libxml2 (Tom Lane)

The fix for libxml2's CVE-2015-7499 causes it not to output error context reports in some cases where it used to do so. This seems to be a bug, but we'll probably have to live with it for some time, so work around it.

- Update time zone data files to tzdata release 2016a for DST law changes in Cayman Islands, Metlakatla, and Trans-Baikal Territory (Zabaykalsky Krai), plus historical corrections for Pakistan.

E.61. Release 9.2.14

Release date: 2015-10-08

This release contains a variety of fixes from 9.2.13. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.61.1. Migration to Version 9.2.14

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.11, see Section E.64, « Release 9.2.11 ».

E.61.2. Changes

- Fix contrib/pgcrypto to detect and report too-short `crypt()` salts (Josh Kupershmidt)

Certain invalid salt arguments crashed the server or disclosed a few bytes of server memory. We have not ruled out the viability of attacks that arrange for presence of confidential information in the disclosed bytes, but they seem unlikely. (CVE-2015-5288)

- Fix subtransaction cleanup after a portal (cursor) belonging to an outer subtransaction fails (Tom Lane, Michael Paquier)

A function executed in an outer-subtransaction cursor could cause an assertion failure or crash by referencing a relation created within an inner subtransaction.

- Fix insertion of relations into the relation cache « init file » (Tom Lane)

An oversight in a patch in the most recent minor releases caused pg_trigger_tgrelid_tgname_index to be omitted from the init file. Subsequent sessions detected this, then deemed the init file to be broken and silently ignored it, resulting in a significant degradation in session startup time. In addition to fixing the bug, install some guards so that any similar future mistake will be more obvious.

- Avoid O(N^2) behavior when inserting many tuples into a SPI query result (Neil Conway)
- Improve **LISTEN** startup time when there are many unread notifications (Matt Newell)
- Back-patch 9.3-era addition of per-resource-owner lock caches (Jeff Janes)

This substantially improves performance when pg_dump tries to dump a large number of tables.

- Disable SSL renegotiation by default (Michael Paquier, Andres Freund)

While use of SSL renegotiation is a good idea in theory, we have seen too many bugs in practice, both in the underlying OpenSSL library and in our usage of it. Renegotiation will be removed entirely in 9.5 and later. In the older branches, just change the default value of `ssl_renegotiation_limit` to zero (disabled).

- Lower the minimum values of the `*_freeze_max_age` parameters (Andres Freund)

This is mainly to make tests of related behavior less time-consuming, but it may also be of value for installations with limited disk space.

- Limit the maximum value of `wal_buffers` to 2GB to avoid server crashes (Josh Berkus)
- Fix rare internal overflow in multiplication of numeric values (Dean Rasheed)
- Guard against hard-to-reach stack overflows involving record types, range types, json, jsonb, tsquery, ltxtquery and `query_int` (Noah Misch)
- Fix handling of DOW and DOY in datetime input (Greg Stark)

These tokens aren't meant to be used in datetime values, but previously they resulted in opaque internal error messages rather than « invalid input syntax ».

- Add more query-cancel checks to regular expression matching (Tom Lane)

- Add recursion depth protections to regular expression, `SIMILAR TO`, and `LIKE` matching (Tom Lane)

Suitable search patterns and a low stack depth limit could lead to stack-overrun crashes.

- Fix potential infinite loop in regular expression execution (Tom Lane)

A search pattern that can apparently match a zero-length string, but actually doesn't match because of a back reference, could lead to an infinite loop.

- In regular expression execution, correctly record match data for capturing parentheses within a quantifier even when the match is zero-length (Tom Lane)

- Fix low-memory failures in regular expression compilation (Andreas Selteneich)

- Fix low-probability memory leak during regular expression execution (Tom Lane)

- Fix rare low-memory failure in lock cleanup during transaction abort (Tom Lane)

- Fix « unexpected out-of-memory situation during sort » errors when using tuplestores with small `work_mem` settings (Tom Lane)

- Fix very-low-probability stack overrun in `qsort` (Tom Lane)

- Fix « invalid memory alloc request size » failure in hash joins with large `work_mem` settings (Tomas Vondra, Tom Lane)

- Fix assorted planner bugs (Tom Lane)

These mistakes could lead to incorrect query plans that would give wrong answers, or to assertion failures in assert-enabled builds, or to odd planner errors such as « could not devise a query plan for the given query », « could not find pathkey item to sort », « plan should not reference subplan's variable », or « failed to assign all NestLoopParams to plan nodes ». Thanks are due to Andreas Selteneich and Piotr Stefaniak for fuzz testing that exposed these problems.

- Improve planner's performance for **UPDATE/DELETE** on large alliance sets (Tom Lane, Dean Rasheed)

- Ensure standby promotion trigger files are removed at postmaster startup (Michael Paquier, Fujii Masao)

This prevents unwanted promotion from occurring if these files appear in a database backup that is used to initialize a new

standby server.

- During postmaster shutdown, ensure that per-socket lock files are removed and listen sockets are closed before we remove the `postmaster.pid` file (Tom Lane)

This avoids race-condition failures if an external script attempts to start a new postmaster as soon as `pg_ctl stop` returns.

- Fix postmaster's handling of a startup-process crash during crash recovery (Tom Lane)

If, during a crash recovery cycle, the startup process crashes without having restored database consistency, we'd try to launch a new startup process, which typically would just crash again, leading to an infinite loop.

- Do not print a `WARNING` when an autovacuum worker is already gone when we attempt to signal it, and reduce log verbosity for such signals (Tom Lane)

- Prevent autovacuum launcher from sleeping unduly long if the server clock is moved backwards a large amount (Álvaro Herrera)

- Ensure that cleanup of a GIN index's pending-insertions list is interruptable by cancel requests (Jeff Janes)

- Allow all-zeroes pages in GIN indexes to be reused (Heikki Linnakangas)

Such a page might be left behind after a crash.

- Fix handling of all-zeroes pages in SP-GiST indexes (Heikki Linnakangas)

`VACUUM` attempted to recycle such pages, but did so in a way that wasn't crash-safe.

- Fix off-by-one error that led to otherwise-harmless warnings about « apparent wraparound » in subtrans/multixact truncation (Thomas Munro)

- Fix misreporting of `CONTINUE` and `MOVE` statement types in PL/pgSQL's error context messages (Pavel Stehule, Tom Lane)

- Fix PL/Perl to handle non-ASCII error message texts correctly (Alex Hunsaker)

- Fix PL/Python crash when returning the string representation of a record result (Tom Lane)

- Fix some places in PL/Tcl that neglected to check for failure of `malloc()` calls (Michael Paquier, Álvaro Herrera)

- In `contrib/isn`, fix output of ISBN-13 numbers that begin with 979 (Fabien Coelho)

EANs beginning with 979 (but not 9790) are considered ISBNs, but they must be printed in the new 13-digit format, not the 10-digit format.

- Fix `contrib/sepgsql`'s handling of `SELECT INTO` statements (Kohei KaiGai)

- Improve libpq's handling of out-of-memory conditions (Michael Paquier, Heikki Linnakangas)

- Fix memory leaks and missing out-of-memory checks in `ecpg` (Michael Paquier)

- Fix `psql`'s code for locale-aware formatting of numeric output (Tom Lane)

The formatting code invoked by `\pset numericlocale` on did the wrong thing for some uncommon cases such as numbers with an exponent but no decimal point. It could also mangle already-localized output from the `money` data type.

- Prevent crash in `psql`'s `\c` command when there is no current connection (Noah Misch)

- Make `pg_dump` handle allied NOT VALID check constraints correctly (Tom Lane)

- Fix selection of default zlib compression level in `pg_dump`'s directory output format (Andrew Dunstan)

- Ensure that temporary files created during a `pg_dump` run with tar-format output are not world-readable (Michael Paquier)

- Fix `pg_dump` and `pg_upgrade` to support cases where the `postgres` or `template1` database is in a non-default tablespace (Marti Raudsepp, Bruce Momjian)

- Fix `pg_dump` to handle object privileges sanely when dumping from a server too old to have a particular privilege type (Tom Lane)

When dumping data types from pre-9.2 servers, and when dumping functions or procedural languages from pre-7.3 servers, `pg_dump` would produce `GRANT/REVOKE` commands that revoked the owner's grantable privileges and instead granted all privileges to `PUBLIC`. Since the privileges involved are just `USAGE` and `EXECUTE`, this isn't a security problem, but it's certainly a surprising representation of the older systems' behavior. Fix it to leave the default privilege state alone in these cases.

- Fix `pg_dump` to dump shell types (Tom Lane)

Shell types (that is, not-yet-fully-defined types) aren't useful for much, but nonetheless pg_dump should dump them.

- Fix assorted minor memory leaks in pg_dump and other client-side programs (Michael Paquier)
- Fix spinlock assembly code for PPC hardware to be compatible with AIX's native assembler (Tom Lane)
Building with gcc didn't work if gcc had been configured to use the native assembler, which is becoming more common.
- On AIX, test the `-qlonglong` compiler option rather than just assuming it's safe to use (Noah Misch)
- On AIX, use `-Wl,-brtl1lib` link option to allow symbols to be resolved at runtime (Noah Misch)
Perl relies on this ability in 5.8.0 and later.
- Avoid use of inline functions when compiling with 32-bit xlc, due to compiler bugs (Noah Misch)
- Use `librt` for `sched_yield()` when necessary, which it is on some Solaris versions (Oskari Saarenmaa)
- Fix Windows `install.bat` script to handle target directory names that contain spaces (Heikki Linnakangas)
- Make the numeric form of the PostgreSQL™ version number (e.g., 90405) readily available to extension Makefiles, as a variable named `VERSION_NUM` (Michael Paquier)
- Update time zone data files to tzdata release 2015g for DST law changes in Cayman Islands, Fiji, Moldova, Morocco, Norfolk Island, North Korea, Turkey, and Uruguay. There is a new zone name `America/Fort_Nelson` for the Canadian Northern Rockies.

E.62. Release 9.2.13

Release date: 2015-06-12

This release contains a small number of fixes from 9.2.12. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.62.1. Migration to Version 9.2.13

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.11, see Section E.64, « Release 9.2.11 ».

E.62.2. Changes

- Fix rare failure to invalidate relation cache init file (Tom Lane)

With just the wrong timing of concurrent activity, a **VACUUM FULL** on a system catalog might fail to update the « init file » that's used to avoid cache-loading work for new sessions. This would result in later sessions being unable to access that catalog at all. This is a very ancient bug, but it's so hard to trigger that no reproducible case had been seen until recently.

- Avoid deadlock between incoming sessions and **CREATE / DROP DATABASE** (Tom Lane)

A new session starting in a database that is the target of a **DROP DATABASE** command, or is the template for a **CREATE DATABASE** command, could cause the command to wait for five seconds and then fail, even if the new session would have exited before that.

E.63. Release 9.2.12

Release date: 2015-06-04

This release contains a small number of fixes from 9.2.11. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.63.1. Migration to Version 9.2.12

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.11, see Section E.64, « Release 9.2.11 ».

E.63.2. Changes

- Avoid failures while `fsync`'ing data directory during crash restart (Abhijit Menon-Sen, Tom Lane)

In the previous minor releases we added a patch to `fsync` everything in the data directory after a crash. Unfortunately its response to any error condition was to fail, thereby preventing the server from starting up, even when the problem was quite harmless. An example is that an unwritable file in the data directory would prevent restart on some platforms; but it is common to make SSL certificate files unwritable by the server. Revise this behavior so that permissions failures are ignored altogether, and other types of failures are logged but do not prevent continuing.

- Fix `pg_get_functiondef()` to show functions' LEAKPROOF property, if set (Jeevan Chalke)
- Remove configure's check prohibiting linking to a threaded libpython on OpenBSD (Tom Lane)

The failure this restriction was meant to prevent seems to not be a problem anymore on current OpenBSD versions.

- Allow libpq to use TLS protocol versions beyond v1 (Noah Misch)

For a long time, libpq was coded so that the only SSL protocol it would allow was TLS v1. Now that newer TLS versions are becoming popular, allow it to negotiate the highest commonly-supported TLS version with the server. (PostgreSQL™ servers were already capable of such negotiation, so no change is needed on the server side.) This is a back-patch of a change already released in 9.4.0.

E.64. Release 9.2.11

Release date: 2015-05-22

This release contains a variety of fixes from 9.2.10. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.64.1. Migration to Version 9.2.11

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you use contrib/citext's `regexp_matches()` functions, see the changelog entry below about that.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.10, see Section E.65, « Release 9.2.10 ».

E.64.2. Changes

- Avoid possible crash when client disconnects just before the authentication timeout expires (Benkocs Norbert Attila)

If the timeout interrupt fired partway through the session shutdown sequence, SSL-related state would be freed twice, typically causing a crash and hence denial of service to other sessions. Experimentation shows that an unauthenticated remote attacker could trigger the bug somewhat consistently, hence treat as security issue. (CVE-2015-3165)

- Improve detection of system-call failures (Noah Misch)

Our replacement implementation of `snprintf()` failed to check for errors reported by the underlying system library calls; the main case that might be missed is out-of-memory situations. In the worst case this might lead to information exposure, due to our code assuming that a buffer had been overwritten when it hadn't been. Also, there were a few places in which security-relevant calls of other system library functions did not check for failure.

It remains possible that some calls of the `*printf()` family of functions are vulnerable to information disclosure if an out-of-memory error occurs at just the wrong time. We judge the risk to not be large, but will continue analysis in this area. (CVE-2015-3166)

- In contrib/pgcrypto, uniformly report decryption failures as « Wrong key or corrupt data » (Noah Misch)

Previously, some cases of decryption with an incorrect key could report other error message texts. It has been shown that such variance in error reports can aid attackers in recovering keys from other systems. While it's unknown whether pgcrypto's specific behaviors are likewise exploitable, it seems better to avoid the risk by using a one-size-fits-all message. (CVE-2015-3167)

- Fix incorrect declaration of contrib/citext's `regexp_matches()` functions (Tom Lane)

These functions should return `setof text[]`, like the core functions they are wrappers for; but they were incorrectly declared as returning just `text[]`. This mistake had two results: first, if there was no match you got a scalar null result, whereas what you should get is an empty set (zero rows). Second, the `g` flag was effectively ignored, since you would get only one result array even if there were multiple matches.

While the latter behavior is clearly a bug, there might be applications depending on the former behavior; therefore the function

declarations will not be changed by default until PostgreSQL™ 9.5. In pre-9.5 branches, the old behavior exists in version 1.0 of the `citext` extension, while we have provided corrected declarations in version 1.1 (which is *not* installed by default). To adopt the fix in pre-9.5 branches, execute `ALTER EXTENSION citext UPDATE TO '1.1'` in each database in which `citext` is installed. (You can also « update » back to 1.0 if you need to undo that.) Be aware that either update direction will require dropping and recreating any views or rules that use `citext`'s `regexp_matches()` functions.

- Fix incorrect checking of deferred exclusion constraints after a HOT update (Tom Lane)

If a new row that potentially violates a deferred exclusion constraint is HOT-updated (that is, no indexed columns change and the row can be stored back onto the same table page) later in the same transaction, the exclusion constraint would be reported as violated when the check finally occurred, even if the row(s) the new row originally conflicted with had been deleted.

- Fix planning of star-schema-style queries (Tom Lane)

Sometimes, efficient scanning of a large table requires that index parameters be provided from more than one other table (commonly, dimension tables whose keys are needed to index a large fact table). The planner should be able to find such plans, but an overly restrictive search heuristic prevented it.

- Prevent improper reordering of antijoins (NOT EXISTS joins) versus other outer joins (Tom Lane)

This oversight in the planner has been observed to cause « could not find RelOptInfo for given relids » errors, but it seems possible that sometimes an incorrect query plan might get past that consistency check and result in silently-wrong query output.

- Fix incorrect matching of subexpressions in outer-join plan nodes (Tom Lane)

Previously, if textually identical non-strict subexpressions were used both above and below an outer join, the planner might try to re-use the value computed below the join, which would be incorrect because the executor would force the value to NULL in case of an unmatched outer row.

- Fix GEQO planner to cope with failure of its join order heuristic (Tom Lane)

This oversight has been seen to lead to « failed to join all relations together » errors in queries involving `LATERAL`, and that might happen in other cases as well.

- Fix possible deadlock at startup when `max_prepared_transactions` is too small (Heikki Linnakangas)

- Don't archive useless preallocated WAL files after a timeline switch (Heikki Linnakangas)

- Avoid « cannot GetMultiXactIdMembers() during recovery » error (Álvaro Herrera)

- Recursively `fsync()` the data directory after a crash (Abhijit Menon-Sen, Robert Haas)

This ensures consistency if another crash occurs shortly later. (The second crash would have to be a system-level crash, not just a database crash, for there to be a problem.)

- Fix autovacuum launcher's possible failure to shut down, if an error occurs after it receives SIGTERM (Álvaro Herrera)

- Cope with unexpected signals in `LockBufferForCleanup()` (Andres Freund)

This oversight could result in spurious errors about « multiple backends attempting to wait for pincount 1 ».

- Fix crash when doing `COPY IN` to a table with check constraints that contain whole-row references (Tom Lane)

The known failure case only crashes in 9.4 and up, but there is very similar code in 9.3 and 9.2, so back-patch those branches as well.

- Avoid waiting for WAL flush or synchronous replication during commit of a transaction that was read-only so far as the user is concerned (Andres Freund)

Previously, a delay could occur at commit in transactions that had written WAL due to HOT page pruning, leading to undesirable effects such as sessions getting stuck at startup if all synchronous replicas are down. Sessions have also been observed to get stuck in catchup interrupt processing when using synchronous replication; this will fix that problem as well.

- Fix crash when manipulating hash indexes on temporary tables (Heikki Linnakangas)

- Fix possible failure during hash index bucket split, if other processes are modifying the index concurrently (Tom Lane)

- Check for interrupts while analyzing index expressions (Jeff Janes)

`ANALYZE` executes index expressions many times; if there are slow functions in such an expression, it's desirable to be able to cancel the `ANALYZE` before that loop finishes.

- Ensure `tableoid` of a foreign table is reported correctly when a `READ COMMITTED` recheck occurs after locking rows in

SELECT FOR UPDATE, UPDATE, or DELETE (Etsuro Fujita)

- Add the name of the target server to object description strings for foreign-server user mappings (Álvaro Herrera)
- Recommend setting `include_realm` to 1 when using Kerberos/GSSAPI/SSPI authentication (Stephen Frost)

Without this, identically-named users from different realms cannot be distinguished. For the moment this is only a documentation change, but it will become the default setting in PostgreSQL™ 9.5.

- Remove code for matching IPv4 `pg_hba.conf` entries to IPv4-in-IPv6 addresses (Tom Lane)

This hack was added in 2003 in response to a report that some Linux kernels of the time would report IPv4 connections as having IPv4-in-IPv6 addresses. However, the logic was accidentally broken in 9.0. The lack of any field complaints since then shows that it's not needed anymore. Now we have reports that the broken code causes crashes on some systems, so let's just remove it rather than fix it. (Had we chosen to fix it, that would make for a subtle and potentially security-sensitive change in the effective meaning of IPv4 `pg_hba.conf` entries, which does not seem like a good thing to do in minor releases.)

- Report WAL flush, not insert, position in `IDENTIFY_SYSTEM` replication command (Heikki Linnakangas)

This avoids a possible startup failure in `pg_recvexlog`.

- While shutting down service on Windows, periodically send status updates to the Service Control Manager to prevent it from killing the service too soon; and ensure that `pg_ctl` will wait for shutdown (Krystian Bigaj)
- Reduce risk of network deadlock when using libpq's non-blocking mode (Heikki Linnakangas)

When sending large volumes of data, it's important to drain the input buffer every so often, in case the server has sent enough response data to cause it to block on output. (A typical scenario is that the server is sending a stream of NOTICE messages during `COPY FROM STDIN`.) This worked properly in the normal blocking mode, but not so much in non-blocking mode. We've modified libpq to opportunistically drain input when it can, but a full defense against this problem requires application cooperation: the application should watch for socket read-ready as well as write-ready conditions, and be sure to call `PQconsumeInput()` upon read-ready.

- In libpq, fix misparsing of empty values in URI connection strings (Thomas Fanghaenel)
- Fix array handling in `ecpg` (Michael Meskes)
- Fix `psql` to sanely handle URIs and conninfo strings as the first parameter to `\connect` (David Fetter, Andrew Dunstan, Álvaro Herrera)

This syntax has been accepted (but undocumented) for a long time, but previously some parameters might be taken from the old connection instead of the given string, which was agreed to be undesirable.

- Suppress incorrect complaints from `psql` on some platforms that it failed to write `~/.pgsql_history` at exit (Tom Lane)

This misbehavior was caused by a workaround for a bug in very old (pre-2006) versions of libedit. We fixed it by removing the workaround, which will cause a similar failure to appear for anyone still using such versions of libedit. Recommendation: upgrade that library, or use libreadline.

- Fix `pg_dump`'s rule for deciding which casts are system-provided casts that should not be dumped (Tom Lane)
- In `pg_dump`, fix failure to honor `-Z` compression level option together with `-Fd` (Michael Paquier)
- Make `pg_dump` consider foreign key relationships between extension configuration tables while choosing dump order (Gilles Darold, Michael Paquier, Stephen Frost)

This oversight could result in producing dumps that fail to reload because foreign key constraints are transiently violated.

- Fix dumping of views that are just `VALUES(. . .)` but have column aliases (Tom Lane)
- In `pg_upgrade`, force timeline 1 in the new cluster (Bruce Momjian)

This change prevents upgrade failures caused by bogus complaints about missing WAL history files.

- In `pg_upgrade`, check for improperly non-connectable databases before proceeding (Bruce Momjian)
- In `pg_upgrade`, quote directory paths properly in the generated `delete_old_cluster` script (Bruce Momjian)
- In `pg_upgrade`, preserve database-level freezing info properly (Bruce Momjian)

This oversight could cause missing-clog-file errors for tables within the `postgres` and `template1` databases.

- Run `pg_upgrade` and `pg_resetxlog` with restricted privileges on Windows, so that they don't fail when run by an administrator (Muhammad Asif Naeem)

- Improve handling of `readdir()` failures when scanning directories in initdb and pg_basebackup (Marco Nenciarini)
- Fix failure in pg_recvexlog (Andres Freund)
A patch merge mistake in 9.2.10 led to « could not create archive status file » errors.
- Fix slow sorting algorithm in contrib/intarray (Tom Lane)
- Fix compile failure on Sparc V8 machines (Rob Rowan)
- Update time zone data files to tzdata release 2015d for DST law changes in Egypt, Mongolia, and Palestine, plus historical changes in Canada and Chile. Also adopt revised zone abbreviations for the America/Adak zone (HST/HDT not HAST/HADT).

E.65. Release 9.2.10

Release date: 2015-02-05

This release contains a variety of fixes from 9.2.9. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.65.1. Migration to Version 9.2.10

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are a Windows user and are using the « Norwegian (Bokmål) » locale, manual action is needed after the upgrade to replace any « Norwegian (Bokmål)_Norway » locale names stored in PostgreSQL™ system catalogs with the plain-ASCII alias « Norwegian_Norway ». For details see http://wiki.postgresql.org/wiki/changes_to_norwegian_locale

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.9, see Section E.66, « Release 9.2.9 ».

E.65.2. Changes

- Fix buffer overruns in `to_char()` (Bruce Momjian)

When `to_char()` processes a numeric formatting template calling for a large number of digits, PostgreSQL™ would read past the end of a buffer. When processing a crafted timestamp formatting template, PostgreSQL™ would write past the end of a buffer. Either case could crash the server. We have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation, though they seem unlikely. (CVE-2015-0241)

- Fix buffer overrun in replacement `*printf()` functions (Tom Lane)

PostgreSQL™ includes a replacement implementation of `printf` and related functions. This code will overrun a stack buffer when formatting a floating point number (conversion specifiers e, E, f, F, g or G) with requested precision greater than about 500. This will crash the server, and we have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation. A database user can trigger such a buffer overrun through the `to_char()` SQL function. While that is the only affected core PostgreSQL™ functionality, extension modules that use printf-family functions may be at risk as well.

This issue primarily affects PostgreSQL™ on Windows. PostgreSQL™ uses the system implementation of these functions where adequate, which it is on other modern platforms. (CVE-2015-0242)

- Fix buffer overruns in contrib/pgcrypto (Marko Tiikkaja, Noah Misch)

Errors in memory size tracking within the `pgcrypto` module permitted stack buffer overruns and improper dependence on the contents of uninitialized memory. The buffer overrun cases can crash the server, and we have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation. (CVE-2015-0243)

- Fix possible loss of frontend/backend protocol synchronization after an error (Heikki Linnakangas)

If any error occurred while the server was in the middle of reading a protocol message from the client, it could lose synchronization and incorrectly try to interpret part of the message's data as a new protocol message. An attacker able to submit crafted binary data within a command parameter might succeed in injecting his own SQL commands this way. Statement timeout and query cancellation are the most likely sources of errors triggering this scenario. Particularly vulnerable are applications that use a timeout and also submit arbitrary user-crafted data as binary query parameters. Disabling statement timeout will reduce, but not eliminate, the risk of exploit. Our thanks to Emil Lenngren for reporting this issue. (CVE-2015-0244)

- Fix information leak via constraint-violation error messages (Stephen Frost)

Some server error messages show the values of columns that violate a constraint, such as a unique constraint. If the user does not have SELECT privilege on all columns of the table, this could mean exposing values that the user should not be able to

see. Adjust the code so that values are displayed only when they came from the SQL command or could be selected by the user. (CVE-2014-8161)

- Lock down regression testing's temporary installations on Windows (Noah Misch)

Use SSPI authentication to allow connections only from the OS user who launched the test suite. This closes on Windows the same vulnerability previously closed on other platforms, namely that other users might be able to connect to the test postmaster. (CVE-2014-0067)

- Cope with the Windows locale named « Norwegian (Bokmål) » (Heikki Linnakangas)

Non-ASCII locale names are problematic since it's not clear what encoding they should be represented in. Map the troublesome locale name to a plain-ASCII alias, « Norwegian_Norway ».

- Avoid possible data corruption if **ALTER DATABASE SET TABLESPACE** is used to move a database to a new tablespace and then shortly later move it back to its original tablespace (Tom Lane)

- Avoid corrupting tables when **ANALYZE** inside a transaction is rolled back (Andres Freund, Tom Lane, Michael Paquier)

If the failing transaction had earlier removed the last index, rule, or trigger from the table, the table would be left in a corrupted state with the relevant pg_class flags not set though they should be.

- Ensure that unlogged tables are copied correctly during **CREATE DATABASE** or **ALTER DATABASE SET TABLESPACE** (Pavan Deolasee, Andres Freund)

- Fix **DROP**'s dependency searching to correctly handle the case where a table column is recursively visited before its table (Petr Jelinek, Tom Lane)

This case is only known to arise when an extension creates both a datatype and a table using that datatype. The faulty code might refuse a **DROP EXTENSION** unless **CASCADE** is specified, which should not be required.

- Fix use-of-already-freed-memory problem in EvalPlanQual processing (Tom Lane)

In **READ COMMITTED** mode, queries that lock or update recently-updated rows could crash as a result of this bug.

- Fix planning of **SELECT FOR UPDATE** when using a partial index on a child table (Kyotaro Horiguchi)

In **READ COMMITTED** mode, **SELECT FOR UPDATE** must also recheck the partial index's **WHERE** condition when rechecking a recently-updated row to see if it still satisfies the query's **WHERE** condition. This requirement was missed if the index belonged to an alliance child table, so that it was possible to incorrectly return rows that no longer satisfy the query condition.

- Fix corner case wherein **SELECT FOR UPDATE** could return a row twice, and possibly miss returning other rows (Tom Lane)

In **READ COMMITTED** mode, a **SELECT FOR UPDATE** that is scanning an alliance tree could incorrectly return a row from a prior child table instead of the one it should return from a later child table.

- Reject duplicate column names in the referenced-columns list of a **FOREIGN KEY** declaration (David Rowley)

This restriction is per SQL standard. Previously we did not reject the case explicitly, but later on the code would fail with bizarre-looking errors.

- Restore previous behavior of conversion of domains to JSON (Tom Lane)

This change causes domains over numeric and boolean to be treated like their base types for purposes of conversion to JSON. It worked like that before 9.3.5 and 9.2.9, but was unintentionally changed while fixing a related problem.

- Fix bugs in raising a numeric value to a large integral power (Tom Lane)

The previous code could get a wrong answer, or consume excessive amounts of time and memory before realizing that the answer must overflow.

- In **numeric_recv()**, truncate away any fractional digits that would be hidden according to the value's **dscale** field (Tom Lane)

A numeric value's display scale (**dscale**) should never be less than the number of nonzero fractional digits; but apparently there's at least one broken client application that transmits binary numeric values in which that's true. This leads to strange behavior since the extra digits are taken into account by arithmetic operations even though they aren't printed. The least risky fix seems to be to truncate away such « hidden » digits on receipt, so that the value is indeed what it prints as.

- Fix incorrect search for shortest-first regular expression matches (Tom Lane)

Matching would often fail when the number of allowed iterations is limited by a ? quantifier or a bound expression.

- Reject out-of-range numeric timezone specifications (Tom Lane)

Simple numeric timezone specifications exceeding +/- 168 hours (one week) would be accepted, but could then cause null-pointer dereference crashes in certain operations. There's no use-case for such large UTC offsets, so reject them.

- Fix bugs in tsquery @> tsquery operator (Heikki Linnakangas)

Two different terms would be considered to match if they had the same CRC. Also, if the second operand had more terms than the first, it would be assumed not to be contained in the first; which is wrong since it might contain duplicate terms.

- Improve ispell dictionary's defenses against bad affix files (Tom Lane)
- Allow more than 64K phrases in a thesaurus dictionary (David Boutin)

The previous coding could crash on an oversize dictionary, so this was deemed a back-patchable bug fix rather than a feature addition.

- Fix namespace handling in `xpath()` (Ali Akbar)

Previously, the xml value resulting from an `xpath()` call would not have namespace declarations if the namespace declarations were attached to an ancestor element in the input xml value, rather than to the specific element being returned. Propagate the ancestral declaration so that the result is correct when considered in isolation.

- Ensure that whole-row variables expose nonempty column names to functions that pay attention to column names within composite arguments (Tom Lane)

In some contexts, constructs like `row_to_json(tab.*)` may not produce the expected column names. This is fixed properly as of 9.4; in older branches, just ensure that we produce some nonempty name. (In some cases this will be the underlying table's column name rather than the query-assigned alias that should theoretically be visible.)

- Fix mishandling of system columns, particularly `tableoid`, in FDW queries (Etsuro Fujita)

- Avoid doing `indexed_column = ANY (array)` as an index qualifier if that leads to an inferior plan (Andrew Gierth)

In some cases, `= ANY` conditions applied to non-first index columns would be done as index conditions even though it would be better to use them as simple filter conditions.

- Fix planner problems with nested append relations, such as allied tables within `UNION ALL` subqueries (Tom Lane)

- Fail cleanly when a GiST index tuple doesn't fit on a page, rather than going into infinite recursion (Andrew Gierth)

- Exempt tables that have per-table `cost_limit` and/or `cost_delay` settings from autovacuum's global cost balancing rules (Álvaro Herrera)

The previous behavior resulted in basically ignoring these per-table settings, which was unintended. Now, a table having such settings will be vacuumed using those settings, independently of what is going on in other autovacuum workers. This may result in heavier total I/O load than before, so such settings should be re-examined for sanity.

- Avoid wholesale autovacuuming when autovacuum is nominally off (Tom Lane)

Even when autovacuum is nominally off, we will still launch autovacuum worker processes to vacuum tables that are at risk of XID wraparound. However, such a worker process then proceeded to vacuum all tables in the target database, if they met the usual thresholds for autovacuuming. This is at best pretty unexpected; at worst it delays response to the wraparound threat. Fix it so that if autovacuum is turned off, workers *only* do anti-wraparound vacuums and not any other work.

- During crash recovery, ensure that unlogged relations are rewritten as empty and are synced to disk before recovery is considered complete (Abhijit Menon-Sen, Andres Freund)

This prevents scenarios in which unlogged relations might contain garbage data following database crash recovery.

- Fix race condition between hot standby queries and replaying a full-page image (Heikki Linnakangas)

This mistake could result in transient errors in queries being executed in hot standby.

- Fix several cases where recovery logic improperly ignored WAL records for COMMIT/ABORT PREPARED (Heikki Linnakangas)

The most notable oversight was that `recovery_target_xid` could not be used to stop at a two-phase commit.

- Prevent latest WAL file from being archived a second time at completion of crash recovery (Fujii Masao)

- Avoid creating unnecessary `.ready` marker files for timeline history files (Fujii Masao)

- Fix possible null pointer dereference when an empty prepared statement is used and the `log_statement` setting is mod or ddl (Fujii Masao)

- Change « pgstat wait timeout » warning message to be LOG level, and rephrase it to be more understandable (Tom Lane)

This message was originally thought to be essentially a can't-happen case, but it occurs often enough on our slower buildfarm members to be a nuisance. Reduce it to LOG level, and expend a bit more effort on the wording: it now reads « using stale statistics instead of current ones because stats collector is not responding ».

- Fix SPARC spinlock implementation to ensure correctness if the CPU is being run in a non-TSO coherency mode, as some non-Solaris kernels do (Andres Freund)

- Warn if macOS's `setlocale()` starts an unwanted extra thread inside the postmaster (Noah Misch)

- Fix processing of repeated dbname parameters in `PQconnectdbParams()` (Alex Shulgin)

Unexpected behavior ensued if the first occurrence of dbname contained a connection string or URI to be expanded.

- Ensure that libpq reports a suitable error message on unexpected socket EOF (Marko Tiikkaja, Tom Lane)

Depending on kernel behavior, libpq might return an empty error string rather than something useful when the server unexpectedly closed the socket.

- Clear any old error message during `PQreset()` (Heikki Linnakangas)

If `PQreset()` is called repeatedly, and the connection cannot be re-established, error messages from the failed connection attempts kept accumulating in the PGconn's error string.

- Properly handle out-of-memory conditions while parsing connection options in libpq (Alex Shulgin, Heikki Linnakangas)

- Fix array overrun in ecpg's version of `ParseDateTime()` (Michael Paquier)

- In initdb, give a clearer error message if a password file is specified but is empty (Mats Erik Andersson)

- Fix psql's `\s` command to work nicely with libedit, and add pager support (Stepan Rutz, Tom Lane)

When using libedit rather than readline, `\s` printed the command history in a fairly unreadable encoded format, and on recent libedit versions might fail altogether. Fix that by printing the history ourselves rather than having the library do it. A pleasant side-effect is that the pager is used if appropriate.

This patch also fixes a bug that caused newline encoding to be applied inconsistently when saving the command history with libedit. Multiline history entries written by older psql versions will be read cleanly with this patch, but perhaps not vice versa, depending on the exact libedit versions involved.

- Improve consistency of parsing of psql's special variables (Tom Lane)

Allow variant spellings of on and off (such as 1/0) for ECHO_HIDDEN and ON_ERROR_ROLLBACK. Report a warning for unrecognized values for COMP_KEYWORD_CASE, ECHO, ECHO_HIDDEN, HISTCONTROL, ON_ERROR_ROLLBACK, and VERBOSITY. Recognize all values for all these variables case-insensitively; previously there was a mishmash of case-sensitive and case-insensitive behaviors.

- Fix psql's expanded-mode display to work consistently when using `border = 3` and `linestyle = ascii` or `unicode` (Stephen Frost)

- Improve performance of pg_dump when the database contains many instances of multiple dependency paths between the same two objects (Tom Lane)

- Fix pg_dumpall to restore its ability to dump from pre-8.1 servers (Gilles Darold)

- Fix possible deadlock during parallel restore of a schema-only dump (Robert Haas, Tom Lane)

- Fix core dump in pg_dump --binary-upgrade on zero-column composite type (Rushabh Lathia)

- Prevent WAL files created by pg_basebackup -x/-X from being archived again when the standby is promoted (Andres Freund)

- Fix failure of contrib/auto_explain to print per-node timing information when doing EXPLAIN ANALYZE (Tom Lane)

- Fix upgrade-from-unpackaged script for contrib/citext (Tom Lane)

- Fix block number checking in contrib/pageinspect's `get_raw_page()` (Tom Lane)

The incorrect checking logic could prevent access to some pages in non-main relation forks.

- Fix contrib/pgcrypto's `pgp_sym_decrypt()` to not fail on messages whose length is 6 less than a power of 2 (Marko Tiikkaja)

- Fix file descriptor leak in contrib/pg_test_fsync (Jeff Janes)

This could cause failure to remove temporary files on Windows.

- Handle unexpected query results, especially NULLs, safely in contrib/tablefunc's connectby() (Michael Paquier) connectby() previously crashed if it encountered a NULL key value. It now prints that row but doesn't recurse further.

- Avoid a possible crash in contrib/xml2's xsslt_process() (Mark Simonetti)

libxsqt seems to have an undocumented dependency on the order in which resources are freed; reorder our calls to avoid a crash.

- Mark some contrib I/O functions with correct volatility properties (Tom Lane)

The previous over-conservative marking was immaterial in normal use, but could cause optimization problems or rejection of valid index expression definitions. Since the consequences are not large, we've just adjusted the function definitions in the extension modules' scripts, without changing version numbers.

- Numerous cleanups of warnings from Coverity static code analyzer (Andres Freund, Tatsuo Ishii, Marko Kreen, Tom Lane, Michael Paquier)

These changes are mostly cosmetic but in some cases fix corner-case bugs, for example a crash rather than a proper error report after an out-of-memory failure. None are believed to represent security issues.

- Detect incompatible OpenLDAP versions during build (Noah Misch)

With OpenLDAP versions 2.4.24 through 2.4.31, inclusive, PostgreSQL™ backends can crash at exit. Raise a warning during configure based on the compile-time OpenLDAP version number, and test the crashing scenario in the contrib/dblink regression test.

- In non-MSVC Windows builds, ensure libpq.dll is installed with execute permissions (Noah Misch)

- Make pg_regress remove any temporary installation it created upon successful exit (Tom Lane)

This results in a very substantial reduction in disk space usage during make check-world, since that sequence involves creation of numerous temporary installations.

- Support time zone abbreviations that change UTC offset from time to time (Tom Lane)

Previously, PostgreSQL™ assumed that the UTC offset associated with a time zone abbreviation (such as EST) never changes in the usage of any particular locale. However this assumption fails in the real world, so introduce the ability for a zone abbreviation to represent a UTC offset that sometimes changes. Update the zone abbreviation definition files to make use of this feature in timezone locales that have changed the UTC offset of their abbreviations since 1970 (according to the IANA timezone database). In such timezones, PostgreSQL™ will now associate the correct UTC offset with the abbreviation depending on the given date.

- Update time zone abbreviations lists (Tom Lane)

Add CST (China Standard Time) to our lists. Remove references to ADT as « Arabia Daylight Time », an abbreviation that's been out of use since 2007; therefore, claiming there is a conflict with « Atlantic Daylight Time » doesn't seem especially helpful. Fix entirely incorrect GMT offsets for CKT (Cook Islands), FJT, and FJST (Fiji); we didn't even have them on the proper side of the date line.

- Update time zone data files to tzdata release 2015a.

The IANA timezone database has adopted abbreviations of the form AxST/AxDT for all Australian time zones, reflecting what they believe to be current majority practice Down Under. These names do not conflict with usage elsewhere (other than ACST for Acre Summer Time, which has been in disuse since 1994). Accordingly, adopt these names into our « Default » timezone abbreviation set. The « Australia » abbreviation set now contains only CST, EAST, EST, SAST, SAT, and WST, all of which are thought to be mostly historical usage. Note that SAST has also been changed to be South Africa Standard Time in the « Default » abbreviation set.

Also, add zone abbreviations SRET (Asia/Srednekolymsk) and XJT (Asia/Urumqi), and use WSST/WSDT for western Samoa. Also, there were DST law changes in Chile, Mexico, the Turks & Caicos Islands (America/Grand_Turk), and Fiji. There is a new zone Pacific/Bougainville for portions of Papua New Guinea. Also, numerous corrections for historical (pre-1970) time zone data.

E.66. Release 9.2.9

Release date: 2014-07-24

This release contains a variety of fixes from 9.2.8. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.66.1. Migration to Version 9.2.9

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, this release corrects an index corruption problem in some GiST indexes. See the first changelog entry below to find out whether your installation has been affected and what steps you should take if so.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.6, see Section E.69, « Release 9.2.6 ».

E.66.2. Changes

- Correctly initialize padding bytes in `contrib/btree_gist` indexes on bit columns (Heikki Linnakangas)
This error could result in incorrect query results due to values that should compare equal not being seen as equal. Users with GiST indexes on bit or bit varying columns should **REINDEX** those indexes after installing this update.
- Protect against torn pages when deleting GIN list pages (Heikki Linnakangas)
This fix prevents possible index corruption if a system crash occurs while the page update is being written to disk.
- Don't clear the right-link of a GiST index page while replaying updates from WAL (Heikki Linnakangas)
This error could lead to transiently wrong answers from GiST index scans performed in Hot Standby.
- Fix corner-case infinite loop during insertion into an SP-GiST text index (Tom Lane)
- Fix feedback status when `hot_standby` is turned off on-the-fly (Simon Riggs)
- Fix possibly-incorrect cache invalidation during nested calls to `ReceiveSharedInvalidMessages` (Andres Freund)
- Fix planner's mishandling of nested PlaceHolderVars generated in nested-nestloop plans (Tom Lane)
This oversight could result in « variable not found in subplan target lists » errors, or in silently wrong query results.
- Fix « could not find pathkey item to sort » planner failures with `UNION ALL` over subqueries reading from tables with alliance children (Tom Lane)
- Don't assume a subquery's output is unique if there's a set-returning function in its targetlist (David Rowley)
This oversight could lead to misoptimization of constructs like `WHERE x IN (SELECT y, generate_series(1,10) FROM t GROUP BY y)`.
- Improve planner to drop constant-NULL inputs of AND/OR when possible (Tom Lane)
This change fixes some cases where the more aggressive parameter substitution done by 9.2 and later can lead to a worse plan than older versions produced.
- Fix identification of input type category in `to_json()` and friends (Tom Lane)
This is known to have led to inadequate quoting of money fields in the JSON result, and there may have been wrong results for other data types as well.
- Fix failure to detoast fields in composite elements of structured types (Tom Lane)
This corrects cases where TOAST pointers could be copied into other tables without being dereferenced. If the original data is later deleted, it would lead to errors like « missing chunk number 0 for toast value ... » when the now-dangling pointer is used.
- Fix « record type has not been registered » failures with whole-row references to the output of Append plan nodes (Tom Lane)
- Fix possible crash when invoking a user-defined function while rewinding a cursor (Tom Lane)
- Fix query-lifespan memory leak while evaluating the arguments for a function in `FROM` (Tom Lane)
- Fix session-lifespan memory leaks in regular-expression processing (Tom Lane, Arthur O'Dwyer, Greg Stark)
- Fix data encoding error in `hungarian.stop` (Tom Lane)
- Prevent foreign tables from being created with OIDS when `default_with_oids` is true (Etsuro Fujita)
- Fix liveness checks for rows that were inserted in the current transaction and then deleted by a now-rolled-back subtransaction (Andres Freund)

This could cause problems (at least spurious warnings, and at worst an infinite loop) if **CREATE INDEX** or **CLUSTER** were done later in the same transaction.

- Clear pg_stat_activity.xact_start during **PREPARE TRANSACTION** (Andres Freund)

After the **PREPARE**, the originating session is no longer in a transaction, so it should not continue to display a transaction start time.

- Fix **REASSIGN OWNED** to not fail for text search objects (Álvaro Herrera)

- Block signals during postmaster startup (Tom Lane)

This ensures that the postmaster will properly clean up after itself if, for example, it receives SIGINT while still starting up.

- Fix client host name lookup when processing pg_hba.conf entries that specify host names instead of IP addresses (Tom Lane)

Ensure that reverse-DNS lookup failures are reported, instead of just silently not matching such entries. Also ensure that we make only one reverse-DNS lookup attempt per connection, not one per host name entry, which is what previously happened if the lookup attempts failed.

- Allow the root user to use postgres -C variable and postgres --describe-config (MauMau)

The prohibition on starting the server as root does not need to extend to these operations, and relaxing it prevents failure of pg_ctl in some scenarios.

- Secure Unix-domain sockets of temporary postmasters started during make check (Noah Misch)

Any local user able to access the socket file could connect as the server's bootstrap superuser, then proceed to execute arbitrary code as the operating-system user running the test, as we previously noted in CVE-2014-0067. This change defends against that risk by placing the server's socket in a temporary, mode 0700 subdirectory of /tmp. The hazard remains however on platforms where Unix sockets are not supported, notably Windows, because then the temporary postmaster must accept local TCP connections.

A useful side effect of this change is to simplify make check testing in builds that override DEFAULT_PGSOCKET_DIR. Popular non-default values like /var/run/postgresql are often not writable by the build user, requiring workarounds that will no longer be necessary.

- Fix tablespace creation WAL replay to work on Windows (MauMau)

- Fix detection of socket creation failures on Windows (Bruce Momjian)

- On Windows, allow new sessions to absorb values of PGC_BACKEND parameters (such as log_connections) from the configuration file (Amit Kapila)

Previously, if such a parameter were changed in the file post-startup, the change would have no effect.

- Properly quote executable path names on Windows (Nikhil Deshpande)

This oversight could cause initdb and pg_upgrade to fail on Windows, if the installation path contained both spaces and @ signs.

- Fix linking of libpython on macOS (Tom Lane)

The method we previously used can fail with the Python library supplied by Xcode 5.0 and later.

- Avoid buffer bloat in libpq when the server consistently sends data faster than the client can absorb it (Shin-ichi Morita, Tom Lane)

libpq could be coerced into enlarging its input buffer until it runs out of memory (which would be reported misleadingly as « lost synchronization with server »). Under ordinary circumstances it's quite far-fetched that data could be continuously transmitted more quickly than the recv() loop can absorb it, but this has been observed when the client is artificially slowed by scheduler constraints.

- Ensure that LDAP lookup attempts in libpq time out as intended (Laurenz Albe)

- Fix ecpg to do the right thing when an array of char * is the target for a FETCH statement returning more than one row, as well as some other array-handling fixes (Ashutosh Bapat)

- Fix pg_restore's processing of old-style large object comments (Tom Lane)

A direct-to-database restore from an archive file generated by a pre-9.0 version of pg_dump would usually fail if the archive contained more than a few comments for large objects.

- Fix pg_upgrade for cases where the new server creates a TOAST table but the old version did not (Bruce Momjian)
This rare situation would manifest as « relation OID mismatch » errors.
- Prevent contrib/auto_explain from changing the output of a user's EXPLAIN (Tom Lane)
If auto_explain is active, it could cause an EXPLAIN (ANALYZE, TIMING OFF) command to nonetheless print timing information.
- Fix query-lifespan memory leak in contrib/dblink (MauMau, Joe Conway)
- In contrib/pgcrypto functions, ensure sensitive information is cleared from stack variables before returning (Marko Kreen)
- Prevent use of already-freed memory in contrib/pgstattuple's pgstat_heap() (Noah Misch)
- In contrib/uuid-ossp, cache the state of the OSSP UUID library across calls (Tom Lane)
This improves the efficiency of UUID generation and reduces the amount of entropy drawn from /dev/urandom, on platforms that have that.
- Update time zone data files to tzdata release 2014e for DST law changes in Crimea, Egypt, and Morocco.

E.67. Release 9.2.8

Release date: 2014-03-20

This release contains a variety of fixes from 9.2.7. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.67.1. Migration to Version 9.2.8

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.6, see Section E.69, « Release 9.2.6 ».

E.67.2. Changes

- Restore GIN metapages unconditionally to avoid torn-page risk (Heikki Linnakangas)
Although this oversight could theoretically result in a corrupted index, it is unlikely to have caused any problems in practice, since the active part of a GIN metapage is smaller than a standard 512-byte disk sector.
- Avoid race condition in checking transaction commit status during receipt of a NOTIFY message (Marko Tiikkaja)
This prevents a scenario wherein a sufficiently fast client might respond to a notification before database updates made by the notifier have become visible to the recipient.
- Allow regular-expression operators to be terminated early by query cancel requests (Tom Lane)
This prevents scenarios wherein a pathological regular expression could lock up a server process uninterruptibly for a long time.
- Remove incorrect code that tried to allow OVERLAPS with single-element row arguments (Joshua Yanovski)
This code never worked correctly, and since the case is neither specified by the SQL standard nor documented, it seemed better to remove it than fix it.
- Avoid getting more than AccessShareLock when de-parsing a rule or view (Dean Rasheed)
This oversight resulted in pg_dump unexpectedly acquiring RowExclusiveLock locks on tables mentioned as the targets of INSERT/UPDATE/DELETE commands in rules. While usually harmless, that could interfere with concurrent transactions that tried to acquire, for example, ShareLock on those tables.
- Improve performance of index endpoint probes during planning (Tom Lane)
This change fixes a significant performance problem that occurred when there were many not-yet-committed rows at the end of the index, which is a common situation for indexes on sequentially-assigned values such as timestamps or sequence-generated identifiers.
- Fix walsender's failure to shut down cleanly when client is pg_recvexlog (Fujii Masao)

- Check WAL level and hot standby parameters correctly when doing crash recovery that will be followed by archive recovery (Heikki Linnakangas)

- Fix test to see if hot standby connections can be allowed immediately after a crash (Heikki Linnakangas)

- Prevent interrupts while reporting non-ERROR messages (Tom Lane)

This guards against rare server-process freezeups due to recursive entry to `syslog()`, and perhaps other related problems.

- Fix memory leak in PL/Perl when returning a composite result, including multiple-OUT-parameter cases (Alex Hunsaker)

- Fix tracking of psql script line numbers during `\copy` from out-of-line data (Kumar Rajeev Rastogi, Amit Khandekar)

`\copy ... from` incremented the script file line number for each data line, even if the data was not coming from the script file. This mistake resulted in wrong line numbers being reported for any errors occurring later in the same script file.

- Prevent intermittent « could not reserve shared memory region » failures on recent Windows versions (MauMau)

- Update time zone data files to tzdata release 2014a for DST law changes in Fiji and Turkey, plus historical changes in Israel and Ukraine.

E.68. Release 9.2.7

Release date: 2014-02-20

This release contains a variety of fixes from 9.2.6. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.68.1. Migration to Version 9.2.7

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.6, see Section E.69, « Release 9.2.6 ».

E.68.2. Changes

- Shore up `GRANT ... WITH ADMIN OPTION` restrictions (Noah Misch)

Granting a role without `ADMIN OPTION` is supposed to prevent the grantee from adding or removing members from the granted role, but this restriction was easily bypassed by doing `SET ROLE` first. The security impact is mostly that a role member can revoke the access of others, contrary to the wishes of his grantor. Unapproved role member additions are a lesser concern, since an uncooperative role member could provide most of his rights to others anyway by creating views or `SECURITY DEFINER` functions. (CVE-2014-0060)

- Prevent privilege escalation via manual calls to PL validator functions (Andres Freund)

The primary role of PL validator functions is to be called implicitly during `CREATE FUNCTION`, but they are also normal SQL functions that a user can call explicitly. Calling a validator on a function actually written in some other language was not checked for and could be exploited for privilege-escalation purposes. The fix involves adding a call to a privilege-checking function in each validator function. Non-core procedural languages will also need to make this change to their own validator functions, if any. (CVE-2014-0061)

- Avoid multiple name lookups during table and index DDL (Robert Haas, Andres Freund)

If the name lookups come to different conclusions due to concurrent activity, we might perform some parts of the DDL on a different table than other parts. At least in the case of `CREATE INDEX`, this can be used to cause the permissions checks to be performed against a different table than the index creation, allowing for a privilege escalation attack. (CVE-2014-0062)

- Prevent buffer overrun with long datetime strings (Noah Misch)

The `MAXDATELEN` constant was too small for the longest possible value of type interval, allowing a buffer overrun in `interval_out()`. Although the datetime input functions were more careful about avoiding buffer overrun, the limit was short enough to cause them to reject some valid inputs, such as input containing a very long timezone name. The `ecpg` library contained these vulnerabilities along with some of its own. (CVE-2014-0063)

- Prevent buffer overrun due to integer overflow in size calculations (Noah Misch, Heikki Linnakangas)

Several functions, mostly type input functions, calculated an allocation size without checking for overflow. If overflow did occur, a too-small buffer would be allocated and then written past. (CVE-2014-0064)

- Prevent overruns of fixed-size buffers (Peter Eisentraut, Jozef Mlich)

Use `strlcpy()` and related functions to provide a clear guarantee that fixed-size buffers are not overrun. Unlike the preceding items, it is unclear whether these cases really represent live issues, since in most cases there appear to be previous constraints on the size of the input string. Nonetheless it seems prudent to silence all Coverity warnings of this type. (CVE-2014-0065)

- Avoid crashing if `crypt()` returns NULL (Honza Horak, Bruce Momjian)

There are relatively few scenarios in which `crypt()` could return NULL, but `contrib/chkpass` would crash if it did. One practical case in which this could be an issue is if libc is configured to refuse to execute unapproved hashing algorithms (e.g., « FIPS mode »). (CVE-2014-0066)

- Document risks of `make check` in the regression testing instructions (Noah Misch, Tom Lane)

Since the temporary server started by `make check` uses « trust » authentication, another user on the same machine could connect to it as database superuser, and then potentially exploit the privileges of the operating-system user who started the tests. A future release will probably incorporate changes in the testing procedure to prevent this risk, but some public discussion is needed first. So for the moment, just warn people against using `make check` when there are untrusted users on the same machine. (CVE-2014-0067)

- Fix possible mis-replay of WAL records when some segments of a relation aren't full size (Greg Stark, Tom Lane)

The WAL update could be applied to the wrong page, potentially many pages past where it should have been. Aside from corrupting data, this error has been observed to result in significant « bloat » of standby servers compared to their masters, due to updates being applied far beyond where the end-of-file should have been. This failure mode does not appear to be a significant risk during crash recovery, only when initially synchronizing a standby created from a base backup taken from a quickly-changing master.

- Fix bug in determining when recovery has reached consistency (Tomonari Katsumata, Heikki Linnakangas)

In some cases WAL replay would mistakenly conclude that the database was already consistent at the start of replay, thus possibly allowing hot-standby queries before the database was really consistent. Other symptoms such as « PANIC: WAL contains references to invalid pages » were also possible.

- Fix improper locking of btree index pages while replaying a VACUUM operation in hot-standby mode (Andres Freund, Heikki Linnakangas, Tom Lane)

This error could result in « PANIC: WAL contains references to invalid pages » failures.

- Ensure that insertions into non-leaf GIN index pages write a full-page WAL record when appropriate (Heikki Linnakangas)

The previous coding risked index corruption in the event of a partial-page write during a system crash.

- When `pause_at_recovery_target` and `recovery_target_inclusive` are both set, ensure the target record is applied before pausing, not after (Heikki Linnakangas)

- Fix race conditions during server process exit (Robert Haas)

Ensure that signal handlers don't attempt to use the process's `MyProc` pointer after it's no longer valid.

- Fix race conditions in walsender shutdown logic and walreceiver SIGHUP signal handler (Tom Lane)

- Fix unsafe references to `errno` within error reporting logic (Christian Kruse)

This would typically lead to odd behaviors such as missing or inappropriate HINT fields.

- Fix possible crashes from using `ereport()` too early during server startup (Tom Lane)

The principal case we've seen in the field is a crash if the server is started in a directory it doesn't have permission to read.

- Clear retry flags properly in OpenSSL socket write function (Alexander Kukushkin)

This omission could result in a server lockup after unexpected loss of an SSL-encrypted connection.

- Fix length checking for Unicode identifiers (U& " . . ." syntax) containing escapes (Tom Lane)

A spurious truncation warning would be printed for such identifiers if the escaped form of the identifier was too long, but the identifier actually didn't need truncation after de-escaping.

- Allow keywords that are type names to be used in lists of roles (Stephen Frost)

A previous patch allowed such keywords to be used without quoting in places such as role identifiers; but it missed cases where a list of role identifiers was permitted, such as `DROP ROLE`.

- Fix parser crash for `EXISTS (SELECT * FROM zero_column_table)` (Tom Lane)
- Fix possible crash due to invalid plan for nested sub-selects, such as `WHERE (. . . x IN (SELECT . . .) . . .) IN (SELECT . . .)` (Tom Lane)
- Fix `UPDATE/DELETE` of an allied target table that has `UNION ALL` subqueries (Tom Lane)

Without this fix, `UNION ALL` subqueries aren't correctly inserted into the update plans for allance child tables after the first one, typically resulting in no update happening for those child table(s).

- Ensure that `ANALYZE` creates statistics for a table column even when all the values in it are « too wide » (Tom Lane)
`ANALYZE` intentionally omits very wide values from its histogram and most-common-values calculations, but it neglected to do something sane in the case that all the sampled entries are too wide.
- In `ALTER TABLE . . . SET TABLESPACE`, allow the database's default tablespace to be used without a permissions check (Stephen Frost)

`CREATE TABLE` has always allowed such usage, but `ALTER TABLE` didn't get the memo.

- Fix « cannot accept a set » error when some arms of a `CASE` return a set and others don't (Tom Lane)
- Properly distinguish numbers from non-numbers when generating JSON output (Andrew Dunstan)
- Fix checks for all-zero client addresses in `pgstat` functions (Kevin Grittner)
- Fix possible misclassification of multibyte characters by the text search parser (Tom Lane)

Non-ASCII characters could be misclassified when using C locale with a multibyte encoding. On Cygwin, non-C locales could fail as well.

- Fix possible misbehavior in `plainto_tsquery()` (Heikki Linnakangas)
Use `memmove()` not `memcpy()` for copying overlapping memory regions. There have been no field reports of this actually causing trouble, but it's certainly risky.
- Fix placement of permissions checks in `pg_start_backup()` and `pg_stop_backup()` (Andres Freund, Magnus Hagander)

The previous coding might attempt to do catalog access when it shouldn't.

- Accept `SHIFT_JIS` as an encoding name for locale checking purposes (Tatsuo Ishii)
- Fix `*-qualification` of named parameters in SQL-language functions (Tom Lane)

Given a composite-type parameter named `foo, $1.*` worked fine, but `foo.*` not so much.

- Fix misbehavior of `PQhost()` on Windows (Fujii Masao)
It should return `localhost` if no host has been specified.
- Improve error handling in `libpq` and `psql` for failures during `COPY TO STDOUT/FROM STDIN` (Tom Lane)

In particular this fixes an infinite loop that could occur in 9.2 and up if the server connection was lost during `COPY FROM STDIN`. Variants of that scenario might be possible in older versions, or with other client applications.

- Fix incorrect translation handling in some `psql \d` commands (Peter Eisentraut, Tom Lane)
- Ensure `pg_basebackup`'s background process is killed when exiting its foreground process (Magnus Hagander)
- Fix possible incorrect printing of filenames in `pg_basebackup`'s verbose mode (Magnus Hagander)
- Avoid including tablespaces inside PGDATA twice in base backups (Dimitri Fontaine, Magnus Hagander)
- Fix misaligned descriptors in `ecpg` (MauMau)
- In `ecpg`, handle lack of a hostname in the connection parameters properly (Michael Meskes)
- Fix performance regression in `contrib/dblink` connection startup (Joe Conway)
Avoid an unnecessary round trip when client and server encodings match.
- In `contrib/isbn`, fix incorrect calculation of the check digit for ISMN values (Fabien Coelho)
- Fix `contrib/pg_stat_statement`'s handling of `CURRENT_DATE` and related constructs (Kyotaro Horiguchi)
- Ensure client-code-only installation procedure works as documented (Peter Eisentraut)

- In Mingw and Cygwin builds, install the libpq DLL in the bin directory (Andrew Dunstan)

This duplicates what the MSVC build has long done. It should fix problems with programs like psql failing to start because they can't find the DLL.

- Avoid using the deprecated `dllwrap` tool in Cygwin builds (Marco Atzeri)

- Don't generate plain-text HISTORY and `src/test/regress/README` files anymore (Tom Lane)

These text files duplicated the main HTML and PDF documentation formats. The trouble involved in maintaining them greatly outweighs the likely audience for plain-text format. Distribution tarballs will still contain files by these names, but they'll just be stubs directing the reader to consult the main documentation. The plain-text `INSTALL` file will still be maintained, as there is arguably a use-case for that.

- Update time zone data files to tzdata release 2013i for DST law changes in Jordan and historical changes in Cuba.

In addition, the zones `Asia/Riyadh87`, `Asia/Riyadh88`, and `Asia/Riyadh89` have been removed, as they are no longer maintained by IANA, and never represented actual civil timekeeping practice.

E.69. Release 9.2.6

Release date: 2013-12-05

This release contains a variety of fixes from 9.2.5. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.69.1. Migration to Version 9.2.6

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, this release corrects a number of potential data corruption issues. See the first two changelog entries below to find out whether your installation has been affected and what steps you can take if so.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.4, see Section E.71, « Release 9.2.4 ».

E.69.2. Changes

- Fix `VACUUM`'s tests to see whether it can update `relfrozenxid` (Andres Freund)

In some cases `VACUUM` (either manual or autovacuum) could incorrectly advance a table's `relfrozenxid` value, allowing tuples to escape freezing, causing those rows to become invisible once 2^{31} transactions have elapsed. The probability of data loss is fairly low since multiple incorrect advancements would need to happen before actual loss occurs, but it's not zero. In 9.2.0 and later, the probability of loss is higher, and it's also possible to get « could not access status of transaction » errors as a consequence of this bug. Users upgrading from releases 9.0.4 or 8.4.8 or earlier are not affected, but all later versions contain the bug.

The issue can be ameliorated by, after upgrading, vacuuming all tables in all databases while having `vacuum_freeze_table_age` set to zero. This will fix any latent corruption but will not be able to fix all pre-existing data errors. However, an installation can be presumed safe after performing this vacuuming if it has executed fewer than 2^{31} update transactions in its lifetime (check this with `SELECT txid_current() < 2^{31}`).

- Fix initialization of `pg_clog` and `pg_subtrans` during hot standby startup (Andres Freund, Heikki Linnakangas)

This bug can cause data loss on standby servers at the moment they start to accept hot-standby queries, by marking committed transactions as uncommitted. The likelihood of such corruption is small unless, at the time of standby startup, the primary server has executed many updating transactions since its last checkpoint. Symptoms include missing rows, rows that should have been deleted being still visible, and obsolete versions of updated rows being still visible alongside their newer versions.

This bug was introduced in versions 9.3.0, 9.2.5, 9.1.10, and 9.0.14. Standby servers that have only been running earlier releases are not at risk. It's recommended that standby servers that have ever run any of the buggy releases be re-cloned from the primary (e.g., with a new base backup) after upgrading.

- Fix dangling-pointer problem in fast-path locking (Tom Lane)

This could lead to corruption of the lock data structures in shared memory, causing « lock already held » and other odd errors.

- Truncate `pg_multixact` contents during WAL replay (Andres Freund)

This avoids ever-increasing disk space consumption in standby servers.

- Ensure an anti-wraparound **VACUUM** counts a page as scanned when it's only verified that no tuples need freezing (Sergey Burladyan, Jeff Janes)

This bug could result in failing to advance *relfrozenxid*, so that the table would still be thought to need another anti-wraparound vacuum. In the worst case the database might even shut down to prevent wraparound.

- Fix race condition in GIN index posting tree page deletion (Heikki Linnakangas)

This could lead to transient wrong answers or query failures.

- Fix « unexpected spgdoinsert() failure » error during SP-GiST index creation (Teodor Sigaev)

- Avoid flattening a subquery whose SELECT list contains a volatile function wrapped inside a sub-SELECT (Tom Lane)

This avoids unexpected results due to extra evaluations of the volatile function.

- Fix planner's processing of non-simple-variable subquery outputs nested within outer joins (Tom Lane)

This error could lead to incorrect plans for queries involving multiple levels of subqueries within JOIN syntax.

- Fix incorrect planning in cases where the same non-strict expression appears in multiple WHERE and outer JOIN equality clauses (Tom Lane)

- Fix planner crash with whole-row reference to a subquery (Tom Lane)

- Fix incorrect generation of optimized MIN()/MAX() plans for alliance trees (Tom Lane)

The planner could fail in cases where the MIN()/MAX() argument was an expression rather than a simple variable.

- Fix premature deletion of temporary files (Andres Freund)

- Prevent intra-transaction memory leak when printing range values (Tom Lane)

This fix actually cures transient memory leaks in any datatype output function, but range types are the only ones known to have had a significant problem.

- Prevent incorrect display of dropped columns in NOT NULL and CHECK constraint violation messages (Michael Paquier and Tom Lane)

- Allow default arguments and named-argument notation for window functions (Tom Lane)

Previously, these cases were likely to crash.

- Fix possible read past end of memory in rule printing (Peter Eisentraut)

- Fix array slicing of int2vector and oidvector values (Tom Lane)

Expressions of this kind are now implicitly promoted to regular int2 or oid arrays.

- Fix incorrect behaviors when using a SQL-standard, simple GMT offset timezone (Tom Lane)

In some cases, the system would use the simple GMT offset value when it should have used the regular timezone setting that had prevailed before the simple offset was selected. This change also causes the `timeofday` function to honor the simple GMT offset zone.

- Prevent possible misbehavior when logging translations of Windows error codes (Tom Lane)

- Properly quote generated command lines in pg_ctl (Naoya Anzai and Tom Lane)

This fix applies only to Windows.

- Fix pg_dumpall to work when a source database sets `default_transaction_read_only` via **ALTER DATABASE SET** (Kevin Grittner)

Previously, the generated script would fail during restore.

- Make ecpg search for quoted cursor names case-sensitively (Zoltán Böszörnyi)

- Fix ecpg's processing of lists of variables declared varchar (Zoltán Böszörnyi)

- Make contrib/lo defend against incorrect trigger definitions (Marc Cousin)

• Update time zone data files to tzdata release 2013h for DST law changes in Argentina, Brazil, Jordan, Libya, Liechtenstein, Morocco, and Palestine. Also, new timezone abbreviations WIB, WIT, WITA for Indonesia.

E.70. Release 9.2.5

Release date: 2013-10-10

This release contains a variety of fixes from 9.2.4. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.70.1. Migration to Version 9.2.5

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.4, see Section E.71, « Release 9.2.4 ».

E.70.2. Changes

- Prevent corruption of multi-byte characters when attempting to case-fold identifiers (Andrew Dunstan)
PostgreSQL™ case-folds non-ASCII characters only when using a single-byte server encoding.
- Fix memory leak when creating B-tree indexes on range columns (Heikki Linnakangas)
- Fix checkpoint memory leak in background writer when `wal_level = hot_standby` (Naoya Anzai)
- Fix memory leak caused by `lo_open()` failure (Heikki Linnakangas)
- Fix memory overcommit bug when `work_mem` is using more than 24GB of memory (Stephen Frost)
- Serializable snapshot fixes (Kevin Grittner, Heikki Linnakangas)
- Fix deadlock bug in libpq when using SSL (Stephen Frost)
- Fix possible SSL state corruption in threaded libpq applications (Nick Phillips, Stephen Frost)
- Improve estimate of planner cost when choosing between generic and custom plans (Tom Lane)
This change will favor generic plans when planning cost is high.
- Properly compute row estimates for boolean columns containing many NULL values (Andrew Gierth)
Previously tests like `col IS NOT TRUE` and `col IS NOT FALSE` did not properly factor in NULL values when estimating plan costs.
- Fix accounting for qualifier evaluation costs in `UNION ALL` and allance queries (Tom Lane)
This fixes cases where suboptimal query plans could be chosen if some WHERE clauses are expensive to calculate.
- Prevent pushing down WHERE clauses into unsafe UNION/INTERSECT subqueries (Tom Lane)
Subqueries of a UNION or INTERSECT that contain set-returning functions or volatile functions in their SELECT lists could be improperly optimized, leading to run-time errors or incorrect query results.
- Fix rare case of « failed to locate grouping columns » planner failure (Tom Lane)
- Fix pg_dump of foreign tables with dropped columns (Andrew Dunstan)
Previously such cases could cause a pg_upgrade error.
- Reorder pg_dump processing of extension-related rules and event triggers (Joe Conway)
- Force dumping of extension tables if specified by `pg_dump -t` or `-n` (Joe Conway)
- Improve view dumping code's handling of dropped columns in referenced tables (Tom Lane)
- Fix `pg_restore -l` with the directory archive to display the correct format name (Fujii Masao)
- Properly record index comments created using UNIQUE and PRIMARY KEY syntax (Andres Freund)
This fixes a parallel pg_restore failure.
- Cause `pg_basebackup -x` with an empty xlog directory to throw an error rather than crashing (Magnus Hagander, Haruka Takanaka)
- Properly guarantee transmission of WAL files before clean switchover (Fujii Masao)
Previously, the streaming replication connection might close before all WAL files had been replayed on the standby.
- Fix WAL segment timeline handling during recovery (Mitsumasa Kondo, Heikki Linnakangas)
WAL file recycling during standby recovery could lead to premature recovery completion, resulting in data loss.

- Prevent errors in WAL replay due to references to uninitialized empty pages (Andres Freund)
- Fix **REINDEX TABLE** and **REINDEX DATABASE** to properly revalidate constraints and mark invalidated indexes as valid (Noah Misch)

REINDEX INDEX has always worked properly.

- Avoid deadlocks during insertion into SP-GiST indexes (Teodor Sigaev)
- Fix possible deadlock during concurrent **CREATE INDEX CONCURRENTLY** operations (Tom Lane)
- Fix GiST index lookup crash (Tom Lane)
- Fix `regexp_matches()` handling of zero-length matches (Jeevan Chalke)
Previously, zero-length matches like '^' could return too many matches.
- Fix crash for overly-complex regular expressions (Heikki Linnakangas)
- Fix regular expression match failures for back references combined with non-greedy quantifiers (Jeevan Chalke)
- Prevent **CREATE FUNCTION** from checking **SET** variables unless function body checking is enabled (Tom Lane)
- Allow **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** to operate on schemas without requiring CREATE permission (Tom Lane)
- Loosen restriction on keywords used in queries (Tom Lane)

Specifically, lessen keyword restrictions for role names, language names, **EXPLAIN** and **COPY** options, and **SET** values. This allows `COPY ... (FORMAT BINARY)` to work as expected; previously `BINARY` needed to be quoted.

- Print proper line number during **COPY** failure (Heikki Linnakangas)
- Fix `pgp_pub_decrypt()` so it works for secret keys with passwords (Marko Kreen)
- Make `pg_upgrade` use `pg_dump --quote-all-identifiers` to avoid problems with keyword changes between releases (Tom Lane)
- Remove rare inaccurate warning during vacuum of index-less tables (Heikki Linnakangas)
- Ensure that **VACUUM ANALYZE** still runs the ANALYZE phase if its attempt to truncate the file is cancelled due to lock conflicts (Kevin Grittner)
- Avoid possible failure when performing transaction control commands (e.g. **ROLLBACK**) in prepared queries (Tom Lane)
- Ensure that floating-point data input accepts standard spellings of « infinity » on all platforms (Tom Lane)

The C99 standard says that allowable spellings are `inf`, `+inf`, `-inf`, `infinity`, `+infinity`, and `-infinity`. Make sure we recognize these even if the platform's `strtod` function doesn't.

- Avoid unnecessary reporting when `track_activities` is off (Tom Lane)
- Expand ability to compare rows to records and arrays (Rafal Rzepecki, Tom Lane)
- Prevent crash when psql's `PSQLRC` variable contains a tilde (Bruce Momjian)
- Add spinlock support for ARM64 (Mark Salter)
- Update time zone data files to tzdata release 2013d for DST law changes in Israel, Morocco, Palestine, and Paraguay. Also, historical zone data corrections for Macquarie Island.

E.71. Release 9.2.4

Release date: 2013-04-04

This release contains a variety of fixes from 9.2.3. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.71.1. Migration to Version 9.2.4

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, this release corrects several errors in management of GiST indexes. After installing this update, it is advisable to **REINDEX** any GiST indexes that meet one or more of the conditions described below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.2, see Section E.73, « Release 9.2.2 ».

E.71.2. Changes

- Fix insecure parsing of server command-line switches (Mitsumasa Kondo, Kyotaro Horiguchi)

A connection request containing a database name that begins with « - » could be crafted to damage or destroy files within the server's data directory, even if the request is eventually rejected. (CVE-2013-1899)
- Reset OpenSSL randomness state in each postmaster child process (Marko Kreen)

This avoids a scenario wherein random numbers generated by contrib/pgcrypto functions might be relatively easy for another database user to guess. The risk is only significant when the postmaster is configured with `ssl = on` but most connections don't use SSL encryption. (CVE-2013-1900)
- Make `REPLICATION` privilege checks test current user not authenticated user (Noah Misch)

An unprivileged database user could exploit this mistake to call `pg_start_backup()` or `pg_stop_backup()`, thus possibly interfering with creation of routine backups. (CVE-2013-1901)
- Fix GiST indexes to not use « fuzzy » geometric comparisons when it's not appropriate to do so (Alexander Korotkov)

The core geometric types perform comparisons using « fuzzy » equality, but `gist_box_same` must do exact comparisons, else GiST indexes using it might become inconsistent. After installing this update, users should **REINDEX** any GiST indexes on box, polygon, circle, or point columns, since all of these use `gist_box_same`.
- Fix erroneous range-union and penalty logic in GiST indexes that use contrib/btree_gist for variable-width data types, that is text, bytea, bit, and numeric columns (Tom Lane)

These errors could result in inconsistent indexes in which some keys that are present would not be found by searches, and also in useless index bloat. Users are advised to **REINDEX** such indexes after installing this update.
- Fix bugs in GiST page splitting code for multi-column indexes (Tom Lane)

These errors could result in inconsistent indexes in which some keys that are present would not be found by searches, and also in indexes that are unnecessarily inefficient to search. Users are advised to **REINDEX** multi-column GiST indexes after installing this update.
- Fix `gist_point_consistent` to handle fuzziness consistently (Alexander Korotkov)

Index scans on GiST indexes on point columns would sometimes yield results different from a sequential scan, because `gist_point_consistent` disagreed with the underlying operator code about whether to do comparisons exactly or fuzzily.
- Fix buffer leak in WAL replay (Heikki Linnakangas)

This bug could result in « incorrect local pin count » errors during replay, making recovery impossible.
- Ensure we do crash recovery before entering archive recovery, if the database was not stopped cleanly and a `recovery.conf` file is present (Heikki Linnakangas, Kyotaro Horiguchi, Mitsumasa Kondo)

This is needed to ensure that the database is consistent in certain scenarios, such as initializing a standby server with a filesystem snapshot from a running server.
- Avoid deleting not-yet-archived WAL files during crash recovery (Heikki Linnakangas, Fujii Masao)
- Fix race condition in **DELETE RETURNING** (Tom Lane)

Under the right circumstances, **DELETE RETURNING** could attempt to fetch data from a shared buffer that the current process no longer has any pin on. If some other process changed the buffer meanwhile, this would lead to garbage RETURNING output, or even a crash.
- Fix infinite-loop risk in regular expression compilation (Tom Lane, Don Porter)
- Fix potential null-pointer dereference in regular expression compilation (Tom Lane)
- Fix `to_char()` to use ASCII-only case-folding rules where appropriate (Tom Lane)

This fixes misbehavior of some template patterns that should be locale-independent, but mishandled « I » and « i » in Turkish locales.
- Fix unwanted rejection of timestamp 1999-12-31 24:00:00 (Tom Lane)
- Fix SQL-language functions to be safely usable as support functions for range types (Tom Lane)
- Fix logic error when a single transaction does **UNLISTEN** then **LISTEN** (Tom Lane)

The session wound up not listening for notify events at all, though it surely should listen in this case.

- Fix possible planner crash after columns have been added to a view that's depended on by another view (Tom Lane)
- Fix performance issue in EXPLAIN (ANALYZE, TIMING OFF) (Pavel Stehule)
- Remove useless « picksplit doesn't support secondary split » log messages (Josh Hansen, Tom Lane)

This message seems to have been added in expectation of code that was never written, and probably never will be, since GiST's default handling of secondary splits is actually pretty good. So stop nagging end users about it.

- Remove vestigial secondary-split support in `gist_box_picksplit()` (Tom Lane)

Not only was this implementation of secondary-split not better than the default implementation, it's actually worse. So remove it and let the default code path handle the case.

- Fix possible failure to send a session's last few transaction commit/abort counts to the statistics collector (Tom Lane)
- Eliminate memory leaks in PL/Perl's `spi_prepare()` function (Alex Hunsaker, Tom Lane)
- Fix `pg_dumpall` to handle database names containing « = » correctly (Heikki Linnakangas)
- Avoid crash in `pg_dump` when an incorrect connection string is given (Heikki Linnakangas)
- Ignore invalid indexes in `pg_dump` and `pg_upgrade` (Michael Paquier, Bruce Momjian)

Dumping invalid indexes can cause problems at restore time, for example if the reason the index creation failed was because it tried to enforce a uniqueness condition not satisfied by the table's data. Also, if the index creation is in fact still in progress, it seems reasonable to consider it to be an uncommitted DDL change, which `pg_dump` wouldn't be expected to dump anyway. `pg_upgrade` now also skips invalid indexes rather than failing.

- In `pg_basebackup`, include only the current server version's subdirectory when backing up a tablespace (Heikki Linnakangas)
- Add a server version check in `pg_basebackup` and `pg_receivexlog`, so they fail cleanly with version combinations that won't work (Heikki Linnakangas)
- Fix `contrib/dblink` to handle inconsistent settings of `DateStyle` or `IntervalStyle` safely (Daniel Farina, Tom Lane)

Previously, if the remote server had different settings of these parameters, ambiguous dates might be read incorrectly. This fix ensures that datetime and interval columns fetched by a `dblink` query will be interpreted correctly. Note however that inconsistent settings are still risky, since literal values appearing in SQL commands sent to the remote server might be interpreted differently than they would be locally.

- Fix `contrib/pg_trgm`'s `similarity()` function to return zero for trigram-less strings (Tom Lane)

Previously it returned NaN due to internal division by zero.

- Enable building PostgreSQL™ with Microsoft Visual Studio 2012 (Brar Piening, Noah Misch)
- Update time zone data files to tzdata release 2013b for DST law changes in Chile, Haiti, Morocco, Paraguay, and some Russian areas. Also, historical zone data corrections for numerous places.

Also, update the time zone abbreviation files for recent changes in Russia and elsewhere: CHOT, GET, IRKT, KGT, KRAT, MAGT, MAWT, MSK, NOVT, OMST, TKT, VLAT, WST, YAKT, YEKT now follow their current meanings, and VOLT (Europe/Volgograd) and MIST (Antarctica/Macquarie) are added to the default abbreviations list.

E.72. Release 9.2.3

Release date: 2013-02-07

This release contains a variety of fixes from 9.2.2. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.72.1. Migration to Version 9.2.3

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.2.2, see Section E.73, « Release 9.2.2 ».

E.72.2. Changes

- Prevent execution of enum_recv from SQL (Tom Lane)

The function was misdeclared, allowing a simple SQL command to crash the server. In principle an attacker might be able to use it to examine the contents of server memory. Our thanks to Sumit Soni (via Secunia SVCRP) for reporting this issue. (CVE-2013-0255)

- Fix multiple problems in detection of when a consistent database state has been reached during WAL replay (Fujii Masao, Heikki Linnakangas, Simon Riggs, Andres Freund)

- Fix detection of end-of-backup point when no actual redo work is required (Heikki Linnakangas)

This mistake could result in incorrect « WAL ends before end of online backup » errors.

- Update minimum recovery point when truncating a relation file (Heikki Linnakangas)

Once data has been discarded, it's no longer safe to stop recovery at an earlier point in the timeline.

- Fix recycling of WAL segments after changing recovery target timeline (Heikki Linnakangas)

- Properly restore timeline history files from archive on cascading standby servers (Heikki Linnakangas)

- Fix lock conflict detection on hot-standby servers (Andres Freund, Robert Haas)

- Fix missing cancellations in hot standby mode (Noah Misch, Simon Riggs)

The need to cancel conflicting hot-standby queries would sometimes be missed, allowing those queries to see inconsistent data.

- Prevent recovery pause feature from pausing before users can connect (Tom Lane)

- Fix SQL grammar to allow subscripting or field selection from a sub-SELECT result (Tom Lane)

- Fix performance problems with autovacuum truncation in busy workloads (Jan Wieck)

Truncation of empty pages at the end of a table requires exclusive lock, but autovacuum was coded to fail (and release the table lock) when there are conflicting lock requests. Under load, it is easily possible that truncation would never occur, resulting in table bloat. Fix by performing a partial truncation, releasing the lock, then attempting to re-acquire the lock and continue. This fix also greatly reduces the average time before autovacuum releases the lock after a conflicting request arrives.

- Improve performance of SPI_execute and related functions, thereby improving PL/pgSQL's EXECUTE (Heikki Linnakangas, Tom Lane)

Remove some data-copying overhead that was added in 9.2 as a consequence of revisions in the plan caching mechanism. This eliminates a performance regression compared to 9.1, and also saves memory, especially when the query string to be executed contains many SQL statements.

A side benefit is that multi-statement query strings are now processed fully serially, that is we complete execution of earlier statements before running parse analysis and planning on the following ones. This eliminates a long-standing issue, in that DDL that should affect the behavior of a later statement will now behave as expected.

- Restore pre-9.2 cost estimates for index usage (Tom Lane)

An ill-considered change of a fudge factor led to undesirably high cost estimates for use of very large indexes.

- Fix intermittent crash in DROP INDEX CONCURRENTLY (Tom Lane)

- Fix potential corruption of shared-memory lock table during CREATE/DROP INDEX CONCURRENTLY (Tom Lane)

- Fix COPY's multiple-tuple-insertion code for the case of a tuple larger than page size minus fillfactor (Heikki Linnakangas)

The previous coding could get into an infinite loop.

- Protect against race conditions when scanning pg_tablespace (Stephen Frost, Tom Lane)

CREATE DATABASE and **DROP DATABASE** could misbehave if there were concurrent updates of pg_tablespace entries.

- Prevent **DROP OWNED** from trying to drop whole databases or tablespaces (Álvaro Herrera)

For safety, ownership of these objects must be reassigned, not dropped.

- Fix error in vacuum_freeze_table_age implementation (Andres Freund)

In installations that have existed for more than vacuum_freeze_min_age transactions, this mistake prevented autovacuum from using partial-table scans, so that a full-table scan would always happen instead.

- Prevent misbehavior when a RowExpr or XmlExpr is parse-analyzed twice (Andres Freund, Tom Lane)

This mistake could be user-visible in contexts such as `CREATE TABLE LIKE INCLUDING INDEXES`.

- Improve defenses against integer overflow in hashtable sizing calculations (Jeff Davis)
- Fix some bugs associated with privileges on datatypes (Tom Lane)

There were some issues with default privileges for types, and `pg_dump` failed to dump such privileges at all.

- Fix failure to ignore leftover temporary tables after a server crash (Tom Lane)
- Fix failure to rotate postmaster log files for size reasons on Windows (Jeff Janes, Heikki Linnakangas)
- Reject out-of-range dates in `to_date()` (Hitoshi Harada)
- Fix `pg_extension_config_dump()` to handle extension-update cases properly (Tom Lane)

This function will now replace any existing entry for the target table, making it usable in extension update scripts.

- Fix PL/pgSQL's reporting of plan-time errors in possibly-simple expressions (Tom Lane)

The previous coding resulted in sometimes omitting the first line in the `CONTEXT` traceback for the error.

- Fix PL/Python's handling of functions used as triggers on multiple tables (Andres Freund)
- Ensure that non-ASCII prompt strings are translated to the correct code page on Windows (Alexander Law, Noah Misch)

This bug affected `psql` and some other client programs.

- Fix possible crash in `psql`'s `\?` command when not connected to a database (Meng Qingzhong)
- Fix possible error if a relation file is removed while `pg_basebackup` is running (Heikki Linnakangas)
- Tolerate timeline switches while `pg_basebackup -X fetch` is backing up a standby server (Heikki Linnakangas)
- Make `pg_dump` exclude data of unlogged tables when running on a hot-standby server (Magnus Hagander)

This would fail anyway because the data is not available on the standby server, so it seems most convenient to assume `--no-unlogged-table-data` automatically.

- Fix `pg_upgrade` to deal with invalid indexes safely (Bruce Momjian)
- Fix `pg_upgrade`'s `-O/-o` options (Marti Raudsepp)
- Fix one-byte buffer overrun in `libpq's PQprintTuples` (Xi Wang)

This ancient function is not used anywhere by PostgreSQL™ itself, but it might still be used by some client code.

- Make `ecpglib` use translated messages properly (Chen Huajun)
- Properly install `ecpg_compat` and `pgtypes` libraries on MSVC (Jiang Guiqing)
- Include our version of `isinf()` in `libecpg` if it's not provided by the system (Jiang Guiqing)
- Rearrange `configure`'s tests for supplied functions so it is not fooled by bogus exports from `libedit/libreadline` (Christoph Berg)
- Ensure Windows build number increases over time (Magnus Hagander)
- Make `pgxs` build executables with the right `.exe` suffix when cross-compiling for Windows (Zoltan Boszormenyi)
- Add new timezone abbreviation FET (Tom Lane)

This is now used in some eastern-European time zones.

E.73. Release 9.2.2

Release date: 2012-12-06

This release contains a variety of fixes from 9.2.1. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.73.1. Migration to Version 9.2.2

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, you may need to perform **REINDEX** operations to correct problems in concurrently-built indexes, as described in the first changelog item below.

Also, if you are upgrading from version 9.2.0, see Section E.74, « Release 9.2.1 ».

E.73.2. Changes

- Fix multiple bugs associated with **CREATE/DROP INDEX CONCURRENTLY** (Andres Freund, Tom Lane, Simon Riggs, Pavan Deolasee)

An error introduced while adding **DROP INDEX CONCURRENTLY** allowed incorrect indexing decisions to be made during the initial phase of **CREATE INDEX CONCURRENTLY**; so that indexes built by that command could be corrupt. It is recommended that indexes built in 9.2.X with **CREATE INDEX CONCURRENTLY** be rebuilt after applying this update.

In addition, fix **CREATE/DROP INDEX CONCURRENTLY** to use in-place updates when changing the state of an index's pg_index row. This prevents race conditions that could cause concurrent sessions to miss updating the target index, thus again resulting in corrupt concurrently-created indexes.

Also, fix various other operations to ensure that they ignore invalid indexes resulting from a failed **CREATE INDEX CONCURRENTLY** command. The most important of these is **VACUUM**, because an auto-vacuum could easily be launched on the table before corrective action can be taken to fix or remove the invalid index.

Also fix **DROP INDEX CONCURRENTLY** to not disable insertions into the target index until all queries using it are done.

Also fix misbehavior if **DROP INDEX CONCURRENTLY** is canceled: the previous coding could leave an un-droppable index behind.

- Correct predicate locking for **DROP INDEX CONCURRENTLY** (Kevin Grittner)

Previously, SSI predicate locks were processed at the wrong time, possibly leading to incorrect behavior of serializable transactions executing in parallel with the **DROP**.

- Fix buffer locking during WAL replay (Tom Lane)

The WAL replay code was insufficiently careful about locking buffers when replaying WAL records that affect more than one page. This could result in hot standby queries transiently seeing inconsistent states, resulting in wrong answers or unexpected failures.

- Fix an error in WAL generation logic for GIN indexes (Tom Lane)

This could result in index corruption, if a torn-page failure occurred.

- Fix an error in WAL replay logic for SP-GiST indexes (Tom Lane)

This could result in index corruption after a crash, or on a standby server.

- Fix incorrect detection of end-of-base-backup location during WAL recovery (Heikki Linnakangas)

This mistake allowed hot standby mode to start up before the database reaches a consistent state.

- Properly remove startup process's virtual XID lock when promoting a hot standby server to normal running (Simon Riggs)

This oversight could prevent subsequent execution of certain operations such as **CREATE INDEX CONCURRENTLY**.

- Avoid bogus « out-of-sequence timeline ID » errors in standby mode (Heikki Linnakangas)

- Prevent the postmaster from launching new child processes after it's received a shutdown signal (Tom Lane)

This mistake could result in shutdown taking longer than it should, or even never completing at all without additional user action.

- Fix the syslogger process to not fail when log_rotation_age exceeds 2^31 milliseconds (about 25 days) (Tom Lane)

- Fix WaitLatch() to return promptly when the requested timeout expires (Jeff Janes, Tom Lane)

With the previous coding, a steady stream of non-wait-terminating interrupts could delay return from `WaitLatch()` indefinitely. This has been shown to be a problem for the autovacuum launcher process, and might cause trouble elsewhere as well.

- Avoid corruption of internal hash tables when out of memory (Hitoshi Harada)

- Prevent file descriptors for dropped tables from being held open past transaction end (Tom Lane)

This should reduce problems with long-since-dropped tables continuing to occupy disk space.

- Prevent database-wide crash and restart when a new child process is unable to create a pipe for its latch (Tom Lane)

Although the new process must fail, there is no good reason to force a database-wide restart, so avoid that. This improves robustness when the kernel is nearly out of file descriptors.

- Avoid planner crash with joins to unflattened subqueries (Tom Lane)
- Fix planning of non-strict equivalence clauses above outer joins (Tom Lane)

The planner could derive incorrect constraints from a clause equating a non-strict construct to something else, for example `WHERE COALESCE(foo, 0) = 0` when `foo` is coming from the nullable side of an outer join. 9.2 showed this type of error in more cases than previous releases, but the basic bug has been there for a long time.

- Fix **SELECT DISTINCT** with index-optimized MIN/MAX on an alliance tree (Tom Lane)

The planner would fail with « failed to re-find MinMaxAggInfo record » given this combination of factors.

- Make sure the planner sees implicit and explicit casts as equivalent for all purposes, except in the minority of cases where there's actually a semantic difference (Tom Lane)
- Include join clauses when considering whether partial indexes can be used for a query (Tom Lane)

A strict join clause can be sufficient to establish an `x IS NOT NULL` predicate, for example. This fixes a planner regression in 9.2, since previous versions could make comparable deductions.

- Limit growth of planning time when there are many indexable join clauses for the same index (Tom Lane)
- Improve planner's ability to prove exclusion constraints from equivalence classes (Tom Lane)
- Fix partial-row matching in hashed subplans to handle cross-type cases correctly (Tom Lane)

This affects multicolumn NOT IN subplans, such as `WHERE (a, b) NOT IN (SELECT x, y FROM ...)` when for instance `b` and `y` are `int4` and `int8` respectively. This mistake led to wrong answers or crashes depending on the specific data-types involved.

- Fix btree mark/restore functions to handle array keys (Tom Lane)

This oversight could result in wrong answers from merge joins whose inner side is an index scan using an `indexed_column = ANY(array)` condition.

- Revert patch for taking fewer snapshots (Tom Lane)

The 9.2 change to reduce the number of snapshots taken during query execution led to some anomalous behaviors not seen in previous releases, because execution would proceed with a snapshot acquired before locking the tables used by the query. Thus, for example, a query would not be guaranteed to see updates committed by a preceding transaction even if that transaction had exclusive lock. We'll probably revisit this in future releases, but meanwhile put it back the way it was before 9.2.

- Acquire buffer lock when re-fetching the old tuple for an AFTER ROW UPDATE/DELETE trigger (Andres Freund)

In very unusual circumstances, this oversight could result in passing incorrect data to a trigger WHEN condition, or to the pre-check logic for a foreign-key enforcement trigger. That could result in a crash, or in an incorrect decision about whether to fire the trigger.

- Fix **ALTER COLUMN TYPE** to handle allied check constraints properly (Pavan Deolasee)

This worked correctly in pre-8.4 releases, and now works correctly in 8.4 and later.

- Fix **ALTER EXTENSION SET SCHEMA**'s failure to move some subsidiary objects into the new schema (Álvaro Herrera, Dimitri Fontaine)

- Handle **CREATE TABLE AS EXECUTE** correctly in extended query protocol (Tom Lane)

- Don't modify the input parse tree in **DROP RULE IF NOT EXISTS** and **DROP TRIGGER IF NOT EXISTS** (Tom Lane)

This mistake would cause errors if a cached statement of one of these types was re-executed.

- Fix **REASSIGN OWNED** to handle grants on tablespaces (Álvaro Herrera)

- Ignore incorrect pg_attribute entries for system columns for views (Tom Lane)

Views do not have any system columns. However, we forgot to remove such entries when converting a table to a view. That's fixed properly for 9.3 and later, but in previous branches we need to defend against existing mis-converted views.

- Fix rule printing to dump `INSERT INTO table DEFAULT VALUES` correctly (Tom Lane)

- Guard against stack overflow when there are too many UNION/INTERSECT/EXCEPT clauses in a query (Tom Lane)

- Prevent platform-dependent failures when dividing the minimum possible integer value by -1 (Xi Wang, Tom Lane)

- Fix possible access past end of string in date parsing (Hitoshi Harada)

- Fix failure to advance XID epoch if XID wraparound happens during a checkpoint and `wal_level` is `hot_standby` (Tom Lane, Andres Freund)

While this mistake had no particular impact on PostgreSQL™ itself, it was bad for applications that rely on `txid_current()` and related functions: the TXID value would appear to go backwards.

- Fix `pg_terminate_backend()` and `pg_cancel_backend()` to not throw error for a non-existent target process (Josh Kupershmidt)

This case already worked as intended when called by a superuser, but not so much when called by ordinary users.

- Fix display of `pg_stat_replication.sync_state` at a page boundary (Kyotaro Horiguchi)

- Produce an understandable error message if the length of the path name for a Unix-domain socket exceeds the platform-specific limit (Tom Lane, Andrew Dunstan)

Formerly, this would result in something quite unhelpful, such as « Non-recoverable failure in name resolution ».

- Fix memory leaks when sending composite column values to the client (Tom Lane)

- Save some cycles by not searching for subtransaction locks at commit (Simon Riggs)

In a transaction holding many exclusive locks, this useless activity could be quite costly.

- Make `pg_ctl` more robust about reading the `postmaster.pid` file (Heikki Linnakangas)

This fixes race conditions and possible file descriptor leakage.

- Fix possible crash in `psql` if incorrectly-encoded data is presented and the `client_encoding` setting is a client-only encoding, such as SJIS (Jiang Guiqing)

- Make `pg_dump` dump `SEQUENCE SET` items in the data not pre-data section of the archive (Tom Lane)

This fixes an undesirable inconsistency between the meanings of `--data-only` and `--section=data`, and also fixes dumping of sequences that are marked as extension configuration tables.

- Fix `pg_dump`'s handling of **DROP DATABASE** commands in `--clean` mode (Guillaume Lelarge)

Beginning in 9.2.0, `pg_dump --clean` would issue a **DROP DATABASE** command, which was either useless or dangerous depending on the usage scenario. It no longer does that. This change also fixes the combination of `--clean` and `--create` to work sensibly, i.e., emit **DROP DATABASE** then **CREATE DATABASE** before reconnecting to the target database.

- Fix `pg_dump` for views with circular dependencies and no relation options (Tom Lane)

The previous fix to dump relation options when a view is involved in a circular dependency didn't work right for the case that the view has no options; it emitted `ALTER VIEW foo SET ()` which is invalid syntax.

- Fix bugs in the `restore.sql` script emitted by `pg_dump` in `tar` output format (Tom Lane)

The script would fail outright on tables whose names include upper-case characters. Also, make the script capable of restoring data in `--inserts` mode as well as the regular `COPY` mode.

- Fix `pg_restore` to accept POSIX-conformant `tar` files (Brian Weaver, Tom Lane)

The original coding of `pg_dump`'s `tar` output mode produced files that are not fully conformant with the POSIX standard. This has been corrected for version 9.3. This patch updates previous branches so that they will accept both the incorrect and the corrected formats, in hopes of avoiding compatibility problems when 9.3 comes out.

- Fix `tar` files emitted by `pg_basebackup` to be POSIX conformant (Brian Weaver, Tom Lane)

- Fix `pg_resetxlog` to locate `postmaster.pid` correctly when given a relative path to the data directory (Tom Lane)

This mistake could lead to `pg_resetxlog` not noticing that there is an active postmaster using the data directory.

- Fix `libpq`'s `lo_import()` and `lo_export()` functions to report file I/O errors properly (Tom Lane)

- Fix `ecpg`'s processing of nested structure pointer variables (Muhammad Usama)

- Fix `ecpg`'s `ecpg_get_data` function to handle arrays properly (Michael Meskes)

- Prevent `pg_upgrade` from trying to process TOAST tables for system catalogs (Bruce Momjian)

This fixes an error seen when the `information_schema` has been dropped and recreated. Other failures were also possible.

- Improve pg_upgrade performance by setting `synchronous_commit` to off in the new cluster (Bruce Momjian)
- Make contrib/pageinspect's btree page inspection functions take buffer locks while examining pages (Tom Lane)
- Work around unportable behavior of `malloc(0)` and `realloc(NULL, 0)` (Tom Lane)
On platforms where these calls return NULL, some code mistakenly thought that meant out-of-memory. This is known to have broken pg_dump for databases containing no user-defined aggregates. There might be other cases as well.
- Ensure that `make install` for an extension creates the `extension` installation directory (Cédric Villemain)
Previously, this step was missed if `MODULEDIR` was set in the extension's Makefile.
- Fix pgxs support for building loadable modules on AIX (Tom Lane)
Building modules outside the original source tree didn't work on AIX.
- Update time zone data files to tzdata release 2012j for DST law changes in Cuba, Israel, Jordan, Libya, Palestine, Western Samoa, and portions of Brazil.

E.74. Release 9.2.1

Release date: 2012-09-24

This release contains a variety of fixes from 9.2.0. For information about new features in the 9.2 major release, see Section E.75, « Release 9.2 ».

E.74.1. Migration to Version 9.2.1

A dump/restore is not required for those running 9.2.X.

However, you may need to perform **REINDEX** and/or **VACUUM** operations to recover from the effects of the data corruption bug described in the first changelog item below.

E.74.2. Changes

- Fix persistence marking of shared buffers during WAL replay (Jeff Davis)
This mistake can result in buffers not being written out during checkpoints, resulting in data corruption if the server later crashes without ever having written those buffers. Corruption can occur on any server following crash recovery, but it is significantly more likely to occur on standby slave servers since those perform much more WAL replay. There is a low probability of corruption of btree and GIN indexes. There is a much higher probability of corruption of table « visibility maps », which might lead to wrong answers from index-only scans. Table data proper cannot be corrupted by this bug.
While no index corruption due to this bug is known to have occurred in the field, as a precautionary measure it is recommended that production installations **REINDEX** all btree and GIN indexes at a convenient time after upgrading to 9.2.1.
Also, it is recommended to perform a **VACUUM** of all tables while having `vacuum_freeze_table_age` set to zero. This will fix any incorrect visibility map data. `vacuum_cost_delay` can be adjusted to reduce the performance impact of vacuuming, while causing it to take longer to finish.
- Fix possible incorrect sorting of output from queries involving `WHERE indexed_column IN (list_of_values)` (Tom Lane)
- Fix planner failure for queries involving GROUP BY expressions along with window functions and aggregates (Tom Lane)
- Fix planner's assignment of executor parameters (Tom Lane)
This error could result in wrong answers from queries that scan the same WITH subquery multiple times.
- Improve planner's handling of join conditions in index scans (Tom Lane)
- Improve selectivity estimation for text search queries involving prefixes, i.e. `word:*` patterns (Tom Lane)
- Fix delayed recognition of permissions changes (Tom Lane)
A command that needed no locks other than ones its transaction already had might fail to notice a concurrent **GRANT** or **REVOKE** that committed since the start of its transaction.
- Fix **ANALYZE** to not fail when a column is a domain over an array type (Tom Lane)
- Prevent PL/Perl from crashing if a recursive PL/Perl function is redefined while being executed (Tom Lane)

- Work around possible misoptimization in PL/Perl (Tom Lane)

Some Linux distributions contain an incorrect version of `pthread.h` that results in incorrect compiled code in PL/Perl, leading to crashes if a PL/Perl function calls another one that throws an error.

- Remove unnecessary dependency on `pg_config` from `pg_upgrade` (Peter Eisentraut)
- Update time zone data files to tzdata release 2012f for DST law changes in Fiji

E.75. Release 9.2

Release date: 2012-09-10

E.75.1. Overview

This release has been largely focused on performance improvements, though new SQL features are not lacking. Work also continues in the area of replication support. Major enhancements include:

- Allow queries to retrieve data only from indexes, avoiding heap access (*index-only scans*)
- Allow the planner to generate custom plans for specific parameter values even when using prepared statements
- Improve the planner's ability to use nested loops with inner index scans
- Allow streaming replication slaves to forward data to other slaves (*cascading replication*)
- Allow `pg_basebackup` to make base backups from standby servers
- Add a `pg_receivexlog` tool to archive WAL file changes as they are written
- Add the SP-GiST (Space-Partitioned GiST) index access method
- Add support for range data types
- Add a JSON data type
- Add a `security_barrier` option for views
- Allow libpq connection strings to have the format of a URI
- Add a single-row processing mode to libpq for better handling of large result sets

The above items are explained in more detail in the sections below.

E.75.2. Migration to Version 9.2

A dump/restore using `pg_dump`, or use of `pg_upgrade`, is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Version 9.2 contains a number of changes that may affect compatibility with previous releases. Observe the following incompatibilities:

E.75.2.1. System Catalogs

- Remove the `spclocation` field from `pg_tablespace` (Magnus Hagander)

This field was duplicative of the symbolic links that actually define tablespace locations, and thus risked errors of omission when moving a tablespace. This change allows tablespace directories to be moved while the server is down, by manually adjusting the symbolic links. To replace this field, we have added `pg_tablespace_location()` to allow querying of the symbolic links.

- Move tsvector most-common-element statistics to new `pg_stats` columns (Alexander Korotkov)

Consult `most_common_elems` and `most_common_elem_freqs` for the data formerly available in `most_common_vals` and `most_common_freqs` for a tsvector column.

E.75.2.2. Functions

- Remove `hstore`'s `=>` operator (Robert Haas)

Users should now use `hstore(text, text)`. Since PostgreSQL™ 9.0, a warning message has been emitted when an operator named `=>` is created because the SQL standard reserves that token for another use.

- Ensure that `xpath()` escapes special characters in string values (Florian Pflug)

Without this it is possible for the result not to be valid XML.

- Make `pg_relation_size()` and friends return NULL if the object does not exist (Phil Sorber)

This prevents queries that call these functions from returning errors immediately after a concurrent **DROP**.

- Make `EXTRACT(EPOCH FROM timestamp without time zone)` measure the epoch from local midnight, not UTC midnight (Tom Lane)

This change reverts an ill-considered change made in release 7.3. Measuring from UTC midnight was inconsistent because it made the result dependent on the `timezone` setting, which computations for timestamp without time zone should not be. The previous behavior remains available by casting the input value to timestamp with time zone.

- Properly parse time strings with trailing `yesterday`, `today`, and `tomorrow` (Dean Rasheed)

Previously, `SELECT '04:00:00 yesterday'::timestamp` returned yesterday's date at midnight.

- Fix `to_date()` and `to_timestamp()` to wrap incomplete dates toward 2020 (Bruce Momjian)

Previously, supplied years and year masks of less than four digits wrapped inconsistently.

E.75.2.3. Object Modification

- Prevent **ALTER DOMAIN** from working on non-domain types (Peter Eisentraut)

Owner and schema changes were previously possible on non-domain types.

- No longer forcibly lowercase procedural language names in **CREATE FUNCTION** (Robert Haas)

While unquoted language identifiers are still lowercased, strings and quoted identifiers are no longer forcibly down-cased. Thus for example `CREATE FUNCTION ... LANGUAGE 'C'` will no longer work; it must be spelled '`c`', or better omit the quotes.

- Change system-generated names of foreign key enforcement triggers (Tom Lane)

This change ensures that the triggers fire in the correct order in some corner cases involving self-referential foreign key constraints.

E.75.2.4. Command-Line Tools

- Provide consistent backquote, variable expansion, and quoted substring behavior in `psql` meta-command arguments (Tom Lane)

Previously, such references were treated oddly when not separated by whitespace from adjacent text. For example '`FOO'BAR`' was output as `FOO BAR` (unexpected insertion of a space) and `FOO'BAR'BAZ` was output unchanged (not removing the quotes as most would expect).

- No longer treat `clusterdb` table names as double-quoted; no longer treat `reindexdb` table and index names as double-quoted (Bruce Momjian)

Users must now include double-quotes in the command arguments if quoting is wanted.

- `createuser` no longer prompts for option settings by default (Peter Eisentraut)

Use `--interactive` to obtain the old behavior.

- Disable prompting for the user name in `dropuser` unless `--interactive` is specified (Peter Eisentraut)

E.75.2.5. Server Settings

- Add server parameters for specifying the locations of server-side SSL files (Peter Eisentraut)

This allows changing the names and locations of the files that were previously hard-coded as `server.crt`, `server.key`, `root.crt`, and `root.crl` in the data directory. *The server will no longer examine `root.crt` or `root.crl` by default; to load these files, the associated parameters must be set to non-default values.*

- Remove the `silent_mode` parameter (Heikki Linnakangas)
Similar behavior can be obtained with `pg_ctl start -l postmaster.log`.
- Remove the `wal_sender_delay` parameter, as it is no longer needed (Tom Lane)
- Remove the `custom_variable_classes` parameter (Tom Lane)
The checking provided by this setting was dubious. Now any setting can be prefixed by any class name.

E.75.2.6. Monitoring

- Rename `pg_stat_activity.procpid` to `pid`, to match other system tables (Magnus Hagander)
- Create a separate `pg_stat_activity` column to report process state (Scott Mead, Magnus Hagander)
The previous `query` and `query_start` values now remain available for an idle session, allowing enhanced analysis.
- Rename `pg_stat_activity.current_query` to `query` because it is not cleared when the query completes (Magnus Hagander)
- Change all SQL-level statistics timing values to be float8 columns measured in milliseconds (Tom Lane)
This change eliminates the designed-in assumption that the values are accurate to microseconds and no more (since the float8 values can be fractional). The columns affected are `pg_stat_user_functions.total_time`, `pg_stat_user_functions.self_time`, `pg_stat_xact_user_functions.total_time`, and `pg_stat_xact_user_functions.self_time`. The statistics functions underlying these columns now also return float8 milliseconds, rather than bigint microseconds. `contrib/pg_stat_statements' total_time` column is now also measured in milliseconds.

E.75.3. Changes

Below you will find a detailed account of the changes between PostgreSQL™ 9.2 and the previous major release.

E.75.3.1. Server

E.75.3.1.1. Performance

- Allow queries to retrieve data only from indexes, avoiding heap access (Robert Haas, Ibrar Ahmed, Heikki Linnakangas, Tom Lane)
This feature is often called *index-only scans*. Heap access can be skipped for heap pages containing only tuples that are visible to all sessions, as reported by the visibility map; so the benefit applies mainly to mostly-static data. The visibility map was made crash-safe as a necessary part of implementing this feature.
- Add the SP-GiST (Space-Partitioned GiST) index access method (Teodor Sigaev, Oleg Bartunov, Tom Lane)
SP-GiST is comparable to GiST in flexibility, but supports unbalanced partitioned search structures rather than balanced trees. For suitable problems, SP-GiST can be faster than GiST in both index build time and search time.
- Allow group commit to work effectively under heavy load (Peter Geoghegan, Simon Riggs, Heikki Linnakangas)
Previously, batching of commits became ineffective as the write workload increased, because of internal lock contention.
- Allow uncontended locks to be managed using a new fast-path lock mechanism (Robert Haas)
- Reduce overhead of creating virtual transaction ID locks (Robert Haas)
- Reduce the overhead of serializable isolation level locks (Dan Ports)
- Improve PowerPC and Itanium spinlock performance (Manabu Ori, Robert Haas, Tom Lane)
- Reduce overhead for shared invalidation cache messages (Robert Haas)
- Move the frequently accessed members of the PGPROC shared memory array to a separate array (Pavan Deolasee, Heikki Linnakangas, Robert Haas)
- Improve **COPY** performance by adding tuples to the heap in batches (Heikki Linnakangas)
- Improve GiST index performance for geometric data types by producing better trees with less memory allocation overhead (Alexander Korotkov)

- Improve GiST index build times (Alexander Korotkov, Heikki Linnakangas)
- Allow hint bits to be set sooner for temporary and unlogged tables (Robert Haas)
- Allow sorting to be performed by inlined, non-SQL-callable comparison functions (Peter Geoghegan, Robert Haas, Tom Lane)
- Make the number of CLOG buffers scale based on `shared_buffers` (Robert Haas, Simon Riggs, Tom Lane)
- Improve performance of buffer pool scans that occur when tables or databases are dropped (Jeff Janes, Simon Riggs)
- Improve performance of checkpointer's fsync-request queue when many tables are being dropped or truncated (Tom Lane)
- Pass the safe number of file descriptors to child processes on Windows (Heikki Linnakangas)

This allows Windows sessions to use more open file descriptors than before.

E.75.3.1.2. Process Management

- Create a dedicated background process to perform checkpoints (Simon Riggs)

Formerly the background writer did both dirty-page writing and checkpointing. Separating this into two processes allows each goal to be accomplished more predictably.

- Improve asynchronous commit behavior by waking the walwriter sooner (Simon Riggs)

Previously, only `wal_writer_delay` triggered WAL flushing to disk; now filling a WAL buffer also triggers WAL writes.

- Allow the bgwriter, walwriter, checkpoint, statistics collector, log collector, and archiver background processes to sleep more efficiently during periods of inactivity (Peter Geoghegan, Tom Lane)

This series of changes reduces the frequency of process wake-ups when there is nothing to do, dramatically reducing power consumption on idle servers.

E.75.3.1.3. Optimizer

- Allow the planner to generate custom plans for specific parameter values even when using prepared statements (Tom Lane)

In the past, a prepared statement always had a single « generic » plan that was used for all parameter values, which was frequently much inferior to the plans used for non-prepared statements containing explicit constant values. Now, the planner attempts to generate custom plans for specific parameter values. A generic plan will only be used after custom plans have repeatedly proven to provide no benefit. This change should eliminate the performance penalties formerly seen from use of prepared statements (including non-dynamic statements in PL/pgSQL).

- Improve the planner's ability to use nested loops with inner index scans (Tom Lane)

The new « parameterized path » mechanism allows inner index scans to use values from relations that are more than one join level up from the scan. This can greatly improve performance in situations where semantic restrictions (such as outer joins) limit the allowed join orderings.

- Improve the planning API for foreign data wrappers (Etsuro Fujita, Shigeru Hanada, Tom Lane)

Wrappers can now provide multiple access « paths » for their tables, allowing more flexibility in join planning.

- Recognize self-contradictory restriction clauses for non-table relations (Tom Lane)

This check is only performed when `constraint_exclusion` is on.

- Allow `indexed_col op ANY(ARRAY[. . .])` conditions to be used in plain index scans and index-only scans (Tom Lane)

Formerly such conditions could only be used in bitmap index scans.

- Support MIN/MAX index optimizations on boolean columns (Marti Raudsepp)

- Account for set-returning functions in **SELECT** target lists when setting row count estimates (Tom Lane)

- Fix planner to handle indexes with duplicated columns more reliably (Tom Lane)

- Collect and use element-frequency statistics for arrays (Alexander Korotkov, Tom Lane)

This change improves selectivity estimation for the array <@, &&, and @> operators (array containment and overlaps).

- Allow statistics to be collected for foreign tables (Etsuro Fujita)

- Improve cost estimates for use of partial indexes (Tom Lane)
- Improve the planner's ability to use statistics for columns referenced in subqueries (Tom Lane)
- Improve statistical estimates for subqueries using DISTINCT (Tom Lane)

E.75.3.1.4. Authentication

- Do not treat role names and `samerole` specified in `pg_hba.conf` as automatically including superusers (Andrew Dunstan)
This makes it easier to use `reject` lines with group roles.
- Adjust `pg_hba.conf` processing to handle token parsing more consistently (Brendan Jurd, Álvaro Herrera)
- Disallow empty `pg_hba.conf` files (Tom Lane)
This was done to more quickly detect misconfiguration.
- Make superuser privilege imply replication privilege (Noah Misch)
This avoids the need to explicitly assign such privileges.

E.75.3.1.5. Monitoring

- Attempt to log the current query string during a backend crash (Marti Raudsepp)
- Make logging of autovacuum I/O activity more verbose (Greg Smith, Noah Misch)
This logging is triggered by `log_autovacuum_min_duration`.
- Make WAL replay report failures sooner (Fujii Masao)
There were some cases where failures were only reported once the server went into master mode.
- Add `pg_xlog_location_diff()` to simplify WAL location comparisons (Euler Taveira de Oliveira)
This is useful for computing replication lag.
- Support configurable event log application names on Windows (MauMau, Magnus Hagander)
This allows different instances to use the event log with different identifiers, by setting the `event_source` server parameter, which is similar to how `syslog_ident` works.
- Change « unexpected EOF » messages to DEBUG1 level, except when there is an open transaction (Magnus Hagander)
This change reduces log chatter caused by applications that close database connections ungracefully.

E.75.3.1.6. Statistical Views

- Track temporary file sizes and file counts in the `pg_stat_database` system view (Tomas Vondra)
- Add a deadlock counter to the `pg_stat_database` system view (Magnus Hagander)
- Add a server parameter `track_io_timing` to track I/O timings (Ants Aasma, Robert Haas)
- Report checkpoint timing information in `pg_stat_bgwriter` (Greg Smith, Peter Geoghegan)

E.75.3.1.7. Server Settings

- Silently ignore nonexistent schemas specified in `search_path` (Tom Lane)
This makes it more convenient to use generic path settings, which might include some schemas that don't exist in all databases.
- Allow superusers to set `deadlock_timeout` per-session, not just per-cluster (Noah Misch)
This allows `deadlock_timeout` to be reduced for transactions that are likely to be involved in a deadlock, thus detecting the failure more quickly. Alternatively, increasing the value can be used to reduce the chances of a session being chosen for cancellation due to a deadlock.
- Add a server parameter `temp_file_limit` to constrain temporary file space usage per session (Mark Kirkwood)
- Allow a superuser to `SET` an extension's superuser-only custom variable before loading the associated extension (Tom Lane)

The system now remembers whether a **SET** was performed by a superuser, so that proper privilege checking can be done when the extension is loaded.

- Add postmaster –C option to query configuration parameters (Bruce Momjian)

This allows pg_ctl to better handle cases where PGDATA or –D points to a configuration-only directory.

- Replace an empty locale name with the implied value in **CREATE DATABASE** (Tom Lane)

This prevents cases where pg_database.datcollate or datctype could be interpreted differently after a server restart.

E.75.3.1.7.1. postgresql.conf

- Allow multiple errors in postgresql.conf to be reported, rather than just the first one (Alexey Klyukin, Tom Lane)
- Allow a reload of postgresql.conf to be processed by all sessions, even if there are some settings that are invalid for particular sessions (Alexey Klyukin)

Previously, such not-valid-within-session values would cause all setting changes to be ignored by that session.
- Add an `include_if_exists` facility for configuration files (Greg Smith)

This works the same as `include`, except that an error is not thrown if the file is missing.
- Identify the server time zone during initdb, and set postgresql.conf entries `timezone` and `log_timezone` accordingly (Tom Lane)

This avoids expensive time zone probes during server start.
- Fix pg_settings to report postgresql.conf line numbers on Windows (Tom Lane)

E.75.3.2. Replication and Recovery

- Allow streaming replication slaves to forward data to other slaves (*cascading replication*) (Fujii Masao)

Previously, only the master server could supply streaming replication log files to standby servers.
- Add new `synchronous_commit` mode `remote_write` (Fujii Masao, Simon Riggs)

This mode waits for the standby server to write transaction data to its own operating system, but does not wait for the data to be flushed to the standby's disk.
- Add a pg_receivexlog tool to archive WAL file changes as they are written, rather than waiting for completed WAL files (Magnus Hagander)
- Allow pg_basebackup to make base backups from standby servers (Jun Ishizuka, Fujii Masao)

This feature lets the work of making new base backups be off-loaded from the primary server.
- Allow streaming of WAL files while pg_basebackup is performing a backup (Magnus Hagander)

This allows passing of WAL files to the standby before they are discarded on the primary.

E.75.3.3. Queries

- Cancel the running query if the client gets disconnected (Florian Pflug)

If the backend detects loss of client connection during a query, it will now cancel the query rather than attempting to finish it.

- Retain column names at run time for row expressions (Andrew Dunstan, Tom Lane)

This change allows better results when a row value is converted to hstore or json type: the fields of the resulting value will now have the expected names.

- Improve column labels used for sub-**SELECT** results (Marti Raudsepp)

Previously, the generic label `?column?` was used.

- Improve heuristics for determining the types of unknown values (Tom Lane)

The longstanding rule that an unknown constant might have the same type as the value on the other side of the operator using it is now applied when considering polymorphic operators, not only for simple operator matches.

- Warn about creating casts to or from domain types (Robert Haas)
Such casts have no effect.
- When a row fails a CHECK or NOT NULL constraint, show the row's contents as error detail (Jan Kundrát)
This should make it easier to identify which row is problematic when an insert or update is processing many rows.

E.75.3.4. Object Manipulation

- Provide more reliable operation during concurrent DDL (Robert Haas, Noah Misch)

This change adds locking that should eliminate « cache lookup failed » errors in many scenarios. Also, it is no longer possible to add relations to a schema that is being concurrently dropped, a scenario that formerly led to inconsistent system catalog contents.

- Add CONCURRENTLY option to **DROP INDEX** (Simon Riggs)

This allows index removal without blocking other sessions.

- Allow foreign data wrappers to have per-column options (Shigeru Hanada)

- Improve pretty-printing of view definitions (Andrew Dunstan)

E.75.3.4.1. Constraints

- Allow CHECK constraints to be declared NOT VALID (Álvaro Herrera)

Adding a NOT VALID constraint does not cause the table to be scanned to verify that existing rows meet the constraint. Subsequently, newly added or updated rows are checked. Such constraints are ignored by the planner when considering constraint_exclusion, since it is not certain that all rows meet the constraint.

The new **ALTER TABLE VALIDATE** command allows NOT VALID constraints to be checked for existing rows, after which they are converted into ordinary constraints.

- Allow CHECK constraints to be declared NO INHERIT (Nikhil Sontakke, Alex Hunsaker, Álvaro Herrera)

This makes them enforceable only on the parent table, not on child tables.

- Add the ability to rename constraints (Peter Eisentraut)

E.75.3.4.2. ALTER

- Reduce need to rebuild tables and indexes for certain **ALTER TABLE ... ALTER COLUMN TYPE** operations (Noah Misch)

Increasing the length limit for a varchar or varbit column, or removing the limit altogether, no longer requires a table rewrite. Similarly, increasing the allowable precision of a numeric column, or changing a column from constrained numeric to unconstrained numeric, no longer requires a table rewrite. Table rewrites are also avoided in similar cases involving the interval, timestamp, and timestampz types.

- Avoid having **ALTER TABLE** revalidate foreign key constraints in some cases where it is not necessary (Noah Misch)

- Add IF EXISTS options to some **ALTER** commands (Pavel Stehule)

For example, **ALTER FOREIGN TABLE IF EXISTS foo RENAME TO bar**.

- Add **ALTER FOREIGN DATA WRAPPER ... RENAME** and **ALTER SERVER ... RENAME** (Peter Eisentraut)

- Add **ALTER DOMAIN ... RENAME** (Peter Eisentraut)

You could already rename domains using **ALTER TYPE**.

- Throw an error for **ALTER DOMAIN ... DROP CONSTRAINT** on a nonexistent constraint (Peter Eisentraut)

An IF EXISTS option has been added to provide the previous behavior.

E.75.3.4.3. CREATE TABLE

- Allow **CREATE TABLE (LIKE ...)** from foreign tables, views, and composite types (Peter Eisentraut)

For example, this allows a table to be created whose schema matches a view.

- Fix **CREATE TABLE (LIKE ...)** to avoid index name conflicts when copying index comments (Tom Lane)
- Fix **CREATE TABLE ... AS EXECUTE** to handle **WITH NO DATA** and column name specifications (Tom Lane)

E.75.3.4.4. Object Permissions

- Add a **security_barrier** option for views (KaiGai Kohei, Robert Haas)

This option prevents optimizations that might allow view-protected data to be exposed to users, for example pushing a clause involving an insecure function into the **WHERE** clause of the view. Such views can be expected to perform more poorly than ordinary views.

- Add a new **LEAKPROOF** function attribute to mark functions that can safely be pushed down into **security_barrier** views (KaiGai Kohei)
- Add support for privileges on data types (Peter Eisentraut)

This adds support for the SQL-conforming **USAGE** privilege on types and domains. The intent is to be able to restrict which users can create dependencies on types, since such dependencies limit the owner's ability to alter the type.

- Check for **INSERT** privileges in **SELECT INTO / CREATE TABLE AS** (KaiGai Kohei)

Because the object is being created by **SELECT INTO** or **CREATE TABLE AS**, the creator would ordinarily have insert permissions; but there are corner cases where this is not true, such as when **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** has removed such permissions.

E.75.3.5. Utility Operations

- Allow **VACUUM** to more easily skip pages that cannot be locked (Simon Riggs, Robert Haas)

This change should greatly reduce the incidence of **VACUUM** getting « stuck » waiting for other sessions.

- Make **EXPLAIN (BUFFERS)** count blocks dirtied and written (Robert Haas)
- Make **EXPLAIN ANALYZE** report the number of rows rejected by filter steps (Marko Tiikkaja)
- Allow **EXPLAIN ANALYZE** to avoid timing overhead when time values are not wanted (Tomas Vondra)

This is accomplished by setting the new **TIMING** option to **FALSE**.

E.75.3.6. Data Types

- Add support for range data types (Jeff Davis, Tom Lane, Alexander Korotkov)

A range data type stores a lower and upper bound belonging to its base data type. It supports operations like contains, overlaps, and intersection.

- Add a JSON data type (Robert Haas)

This type stores JSON (JavaScript Object Notation) data with proper validation.

- Add **array_to_json()** and **row_to_json()** (Andrew Dunstan)

- Add a **SMALLSERIAL** data type (Mike Pultz)

This is like **SERIAL**, except it stores the sequence in a two-byte integer column (**int2**).

- Allow domains to be declared **NOT VALID** (Álvaro Herrera)

This option can be set at domain creation time, or via **ALTER DOMAIN ... ADD CONSTRAINT ... NOT VALID**. **ALTER DOMAIN ... VALIDATE CONSTRAINT** fully validates the constraint.

- Support more locale-specific formatting options for the money data type (Tom Lane)

Specifically, honor all the POSIX options for ordering of the value, sign, and currency symbol in monetary output. Also, make sure that the thousands separator is only inserted to the left of the decimal point, as required by POSIX.

- Add bitwise « and », « or », and « not » operators for the macaddr data type (Brendan Jurd)

- Allow `xpath()` to return a single-element XML array when supplied a scalar value (Florian Pflug)
Previously, it returned an empty array. This change will also cause `xpath_exists()` to return true, not false, for such expressions.
- Improve XML error handling to be more robust (Florian Pflug)

E.75.3.7. Functions

- Allow non-superusers to use `pg_cancel_backend()` and `pg_terminate_backend()` on other sessions belonging to the same user (Magnus Hagander, Josh Kupershmidt, Dan Farina)

Previously only superusers were allowed to use these functions.

- Allow importing and exporting of transaction snapshots (Joachim Wieland, Tom Lane)

This allows multiple transactions to share identical views of the database state. Snapshots are exported via `pg_export_snapshot()` and imported via **SET TRANSACTION SNAPSHOT**. Only snapshots from currently-running transactions can be imported.

- Support `COLLATION FOR` on expressions (Peter Eisentraut)

This returns a string representing the collation of the expression.

- Add `pg_opfamily_is_visible()` (Josh Kupershmidt)

- Add a numeric variant of `pg_size.pretty()` for use with `pg_xlog_location_diff()` (Fujii Masao)

- Add a `pg_trigger_depth()` function (Kevin Grittner)

This reports the current trigger call depth.

- Allow `string_agg()` to process bytea values (Pavel Stehule)

- Fix regular expressions in which a back-reference occurs within a larger quantified subexpression (Tom Lane)

For example, `^(\w+) (\1) +$`. Previous releases did not check that the back-reference actually matched the first occurrence.

E.75.3.8. Information Schema

- Add information schema views `role_udt_grants`, `udt_privileges`, and `user_defined_types` (Peter Eisentraut)

- Add composite-type attributes to the information schema `element_types` view (Peter Eisentraut)

- Implement `interval_type` columns in the information schema (Peter Eisentraut)

Formerly these columns read as nulls.

- Implement collation-related columns in the information schema `attributes`, `columns`, `domains`, and `element_types` views (Peter Eisentraut)

- Implement the `with_hierarchy` column in the information schema `table_privileges` view (Peter Eisentraut)

- Add display of sequence `USAGE` privileges to information schema (Peter Eisentraut)

- Make the information schema show default privileges (Peter Eisentraut)

Previously, non-empty default permissions were not represented in the views.

E.75.3.9. Server-Side Languages

E.75.3.9.1. PL/pgSQL Server-Side Language

- Allow the PL/pgSQL `OPEN` cursor command to supply parameters by name (Yeb Havinga)
- Add a **GET STACKED DIAGNOSTICS** PL/pgSQL command to retrieve exception info (Pavel Stehule)
- Speed up PL/pgSQL array assignment by caching type information (Pavel Stehule)
- Improve performance and memory consumption for long chains of `ELSIF` clauses (Tom Lane)

- Output the function signature, not just the name, in PL/pgSQL error messages (Pavel Stehule)

E.75.3.9.2. PL/Python Server-Side Language

- Add PL/Python SPI cursor support (Jan Urbanski)

This allows PL/Python to read partial result sets.

- Add result metadata functions to PL/Python (Peter Eisentraut)

Specifically, this adds result object functions `.colnames`, `.coltypes`, and `.coltypmod`.

- Remove support for Python 2.2 (Peter Eisentraut)

E.75.3.9.3. SQL Server-Side Language

- Allow SQL-language functions to reference parameters by name (Matthew Draper)

To use this, simply name the function arguments and then reference the argument names in the SQL function body.

E.75.3.10. Client Applications

- Add initdb options `--auth-local` and `--auth-host` (Peter Eisentraut)

This allows separate control of `local` and `host` `pg_hba.conf` authentication settings. `--auth` still controls both.

- Add `--replication`/`--no-replication` flags to `createuser` to control replication permission (Fujii Masao)

- Add the `--if-exists` option to `dropdb` and `dropuser` (Josh Kupershmidt)

- Give command-line tools the ability to specify the name of the database to connect to, and fall back to `template1` if a `postgres` database connection fails (Robert Haas)

E.75.3.10.1. psql

- Add a display mode to auto-expand output based on the display width (Peter Eisentraut)

This adds the `auto` option to the `\x` command, which switches to the expanded mode when the normal output would be wider than the screen.

- Allow inclusion of a script file that is named relative to the directory of the file from which it was invoked (Gurjeet Singh)

This is done with a new command `\ir`.

- Add support for non-ASCII characters in psql variable names (Tom Lane)

- Add support for major-version-specific `.psqlrc` files (Bruce Momjian)

psql already supported minor-version-specific `.psqlrc` files.

- Provide environment variable overrides for psql history and startup file locations (Andrew Dunstan)

`PSQL_HISTORY` and `PSQLRC` now determine these file names if set.

- Add a `\setenv` command to modify the environment variables passed to child processes (Andrew Dunstan)

- Name psql's temporary editor files with a `.sql` extension (Peter Eisentraut)

This allows extension-sensitive editors to select the right mode.

- Allow psql to use zero-byte field and record separators (Peter Eisentraut)

Various shell tools use zero-byte (NUL) separators, e.g. `find`.

- Make the `\timing` option report times for failed queries (Magnus Hagander)

Previously times were reported only for successful queries.

- Unify and tighten psql's treatment of `\copy` and SQL `COPY` (Noah Misch)

This fix makes failure behavior more predictable and honors `\set ON_ERROR_ROLLBACK`.

E.75.3.10.2. Informational Commands

- Make `\d` on a sequence show the table/column name owning it (Magnus Hagander)
- Show statistics target for columns in `\d+` (Magnus Hagander)
- Show role password expiration dates in `\du` (Fabrício de Royes Mello)
- Display comments for casts, conversions, domains, and languages (Josh Kupershmidt)

These are included in the output of `\dC+`, `\dc+`, `\dD+`, and `\dL` respectively.

- Display comments for SQL/MED objects (Josh Kupershmidt)

These are included in the output of `\des+`, `\det+`, and `\dew+` for foreign servers, foreign tables, and foreign data wrappers respectively.

- Change `\dd` to display comments only for object types without their own backslash command (Josh Kupershmidt)

E.75.3.10.3. Tab Completion

- In psql tab completion, complete SQL keywords in either upper or lower case according to the new `COMP_KEYWORD_CASE` setting (Peter Eisentraut)
- Add tab completion support for **EXECUTE** (Andreas Karlsson)
- Allow tab completion of role references in **GRANT/REVOKE** (Peter Eisentraut)
- Allow tab completion of file names to supply quotes, when necessary (Noah Misch)
- Change tab completion support for **TABLE** to also include views (Magnus Hagander)

E.75.3.10.4. pg_dump

- Add an `--exclude-table-data` option to `pg_dump` (Andrew Dunstan)

This allows dumping of a table's definition but not its data, on a per-table basis.

- Add a `--section` option to `pg_dump` and `pg_restore` (Andrew Dunstan)

Valid values are `pre-data`, `data`, and `post-data`. The option can be given more than once to select two or more sections.

- Make `pg_dumpall` dump all roles first, then all configuration settings on roles (Phil Sorber)

This allows a role's configuration settings to mention other roles without generating an error.

- Allow `pg_dumpall` to avoid errors if the `postgres` database is missing in the new cluster (Robert Haas)

- Dump foreign server user mappings in user name order (Peter Eisentraut)

This helps produce deterministic dump files.

- Dump operators in a predictable order (Peter Eisentraut)

Tighten rules for when extension configuration tables are dumped by `pg_dump` (Tom Lane)

- Make `pg_dump` emit more useful dependency information (Tom Lane)

The dependency links included in archive-format dumps were formerly of very limited use, because they frequently referenced objects that appeared nowhere in the dump. Now they represent actual dependencies (possibly indirect) among the dumped objects.

- Improve `pg_dump`'s performance when dumping many database objects (Tom Lane)

E.75.3.11. libpq

- Allow libpq connection strings to have the format of a URI (Alexander Shulgin)

The syntax begins with `postgres://`. This can allow applications to avoid implementing their own parser for URIs representing database connections.

- Add a connection option to disable SSL compression (Laurenz Albe)
This can be used to remove the overhead of SSL compression on fast networks.
- Add a single-row processing mode for better handling of large result sets (Kyotaro Horiguchi, Marko Kreen)
Previously, libpq always collected the entire query result in memory before passing it back to the application.
- Add `const` qualifiers to the declarations of the functions `PQconnectdbParams`, `PQconnectStartParams`, and `PQpingParams` (Lionel Elie Mamane)
- Allow the `.pgpass` file to include escaped characters in the password field (Robert Haas)
- Make library functions use `abort()` instead of `exit()` when it is necessary to terminate the process (Peter Eisentraut)
This choice does not interfere with the normal exit codes used by the program, and generates a signal that can be caught by the caller.

E.75.3.12. Source Code

- Remove dead ports (Peter Eisentraut)
The following platforms are no longer supported: dgux, nextstep, sunos4, svr4, ultrix4, univel, bsd1.
- Add support for building with MS Visual Studio 2010 (Brar Piening)
- Enable compiling with the MinGW-w64 32-bit compiler (Lars Kanis)
- Install `plpgsql.h` into `include/server` during installation (Heikki Linnakangas)
- Improve the latch facility to include detection of postmaster death (Peter Geoghegan, Heikki Linnakangas, Tom Lane)
This eliminates one of the main reasons that background processes formerly had to wake up to poll for events.
- Use C flexible array members, where supported (Peter Eisentraut)
- Improve the concurrent transaction regression tests (`isolationtester`) (Noah Misch)
- Modify `thread_test` to create its test files in the current directory, rather than `/tmp` (Bruce Momjian)
- Improve flex and bison warning and error reporting (Tom Lane)
- Add memory barrier support (Robert Haas)
This is currently unused.
- Modify `pgindent` to use a `typedef` file (Bruce Momjian)
- Add a hook for processing messages due to be sent to the server log (Martin Pihlak)
- Add object access hooks for **DROP** commands (KaiGai Kohei)
- Centralize **DROP** handling for some object types (KaiGai Kohei)
- Add a `pg_upgrade` test suite (Peter Eisentraut)
- Sync regular expression code with TCL 8.5.11 and improve internal processing (Tom Lane)
- Move CRC tables to `libpgport`, and provide them in a separate include file (Daniel Farina)
- Add options to `git_changelog` for use in major release note creation (Bruce Momjian)
- Support Linux's `/proc/self/oom_score_adj` API (Tom Lane)

E.75.3.13. Additional Modules

- Improve efficiency of `dblink` by using libpq's new single-row processing mode (Kyotaro Horiguchi, Marko Kreen)
This improvement does not apply to `dblink_send_query()`/`dblink_get_result()`.
- Support `force_not_null` option in `file_fdw` (Shigeru Hanada)
- Implement dry-run mode for `pg_archivecleanup` (Gabriele Bartolini)
This only outputs the names of files to be deleted.

- Add new pgbench switches `--unlogged-tables`, `--tablespace`, and `--index-tablespace` (Robert Haas)
- Change `pg_test_fsync` to test for a fixed amount of time, rather than a fixed number of cycles (Bruce Momjian)
The `-o/cycles` option was removed, and `-s/seconds` added.
- Add a `pg_test_timing` utility to measure clock monotonicity and timing overhead (Ants Aasma, Greg Smith)
- Add a tcn (triggered change notification) module to generate **NOTIFY** events on table changes (Kevin Grittner)

E.75.3.13.1. **pg_upgrade**

- Adjust `pg_upgrade` environment variables (Bruce Momjian)
Rename data, bin, and port environment variables to begin with PG, and support PGPORTOLD/PGPORTNEW, to replace PG-PORt.
 - Overhaul `pg_upgrade` logging and failure reporting (Bruce Momjian)
Create four append-only log files, and delete them on success. Add `-r/-retain` option to unconditionally retain these files. Also remove `pg_upgrade` options `-g/-G/-l` options as unnecessary, and tighten log file permissions.
 - Make `pg_upgrade` create a script to incrementally generate more accurate optimizer statistics (Bruce Momjian)
This reduces the time needed to generate minimal cluster statistics after an upgrade.
 - Allow `pg_upgrade` to upgrade an old cluster that does not have a `postgres` database (Bruce Momjian)
 - Allow `pg_upgrade` to handle cases where some old or new databases are missing, as long as they are empty (Bruce Momjian)
 - Allow `pg_upgrade` to handle configuration-only directory installations (Bruce Momjian)
 - In `pg_upgrade`, add `-o/-O` options to pass parameters to the servers (Bruce Momjian)
This is useful for configuration-only directory installs.
 - Change `pg_upgrade` to use port 50432 by default (Bruce Momjian)
This helps avoid unintended client connections during the upgrade.
 - Reduce cluster locking in `pg_upgrade` (Bruce Momjian)
Specifically, only lock the old cluster if link mode is used, and do it right after the schema is restored.

E.75.3.13.2. **pg_stat_statements**

- Allow `pg_stat_statements` to aggregate similar queries via SQL text normalization (Peter Geoghegan, Tom Lane)
Users with applications that use non-parameterized SQL will now be able to monitor query performance without detailed log analysis.
- Add dirtied and written block counts and read/write times to `pg_stat_statements` (Robert Haas, Ants Aasma)
- Prevent `pg_stat_statements` from double-counting **PREPARE** and **EXECUTE** commands (Tom Lane)

E.75.3.13.3. **sepgsql**

- Support `SECURITY LABEL` on global objects (KaiGai Kohei, Robert Haas)
Specifically, add security labels to databases, tablespaces, and roles.
- Allow `sepgsql` to honor database labels (KaiGai Kohei)
- Perform `sepgsql` permission checks during the creation of various objects (KaiGai Kohei)
- Add `sepgsql_setcon()` and related functions to control the `sepgsql` security domain (KaiGai Kohei)
- Add a user space access cache to `sepgsql` to improve performance (KaiGai Kohei)

E.75.3.14. **Documentation**

- Add a rule to optionally build HTML documentation using the stylesheet from the website (Magnus Hagander)

Use **gmake STYLE=website draft**.

- Improve **EXPLAIN** documentation (Tom Lane)
- Document that user/database names are preserved with double-quoting by command-line tools like `vacuumdb` (Bruce Momjian)
- Document the actual string returned by the client for MD5 authentication (Cyan Ogilvie)
- Deprecate use of `GLOBAL` and `LOCAL` in **CREATE TEMP TABLE** (Noah Misch)

PostgreSQL™ has long treated these keyword as no-ops, and continues to do so; but in future they might mean what the SQL standard says they mean, so applications should avoid using them.

E.76. Release 9.1.24

Release date: 2016-10-27

This release contains a variety of fixes from 9.1.23. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

This is expected to be the last PostgreSQL™ release in the 9.1.X series. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

E.76.1. Migration to Version 9.1.24

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.16, see Section E.84, « Release 9.1.16 ».

E.76.2. Changes

- Fix `EvalPlanQual` rechecks involving CTE scans (Tom Lane)

The recheck would always see the CTE as returning no rows, typically leading to failure to update rows that were recently updated.

- Fix improper repetition of previous results from hashed aggregation in a subquery (Andrew Gierth)

The test to see if we can reuse a previously-computed hash table of the aggregate state values neglected the possibility of an outer query reference appearing in an aggregate argument expression. A change in the value of such a reference should lead to recalculating the hash table, but did not.

- Fix timeout length when **VACUUM** is waiting for exclusive table lock so that it can truncate the table (Simon Riggs)

The timeout was meant to be 50 milliseconds, but it was actually only 50 microseconds, causing **VACUUM** to give up on truncation much more easily than intended. Set it to the intended value.

- Remove artificial restrictions on the values accepted by `numeric_in()` and `numeric_recv()` (Tom Lane)

We allow numeric values up to the limit of the storage format (more than $1e100000$), so it seems fairly pointless that `numeric_in()` rejected scientific-notation exponents above 1000. Likewise, it was silly for `numeric_recv()` to reject more than 1000 digits in an input value.

- Avoid very-low-probability data corruption due to testing tuple visibility without holding buffer lock (Thomas Munro, Peter Geoghegan, Tom Lane)

Fix file descriptor leakage when truncating a temporary relation of more than 1GB (Andres Freund)

- Disallow starting a standalone backend with `standby_mode` turned on (Michael Paquier)

This can't do anything useful, since there will be no WAL receiver process to fetch more WAL data; and it could result in misbehavior in code that wasn't designed with this situation in mind.

- Don't try to share SSL contexts across multiple connections in libpq (Heikki Linnakangas)

This led to assorted corner-case bugs, particularly when trying to use different SSL parameters for different connections.

- Avoid corner-case memory leak in libpq (Tom Lane)

The reported problem involved leaking an error report during `PQreset()`, but there might be related cases.

- Make ecpg's `--help` and `--version` options work consistently with our other executables (Haribabu Kommi)
- Fix `contrib/intarray/bench/bench.pl` to print the results of the **EXPLAIN** it does when given the `-e` option (Daniel Gustafsson)
- Prevent failure of obsolete dynamic time zone abbreviations (Tom Lane)

If a dynamic time zone abbreviation does not match any entry in the referenced time zone, treat it as equivalent to the time zone name. This avoids unexpected failures when IANA removes abbreviations from their time zone database, as they did in tzdata release 2016f and seem likely to do again in the future. The consequences were not limited to not recognizing the individual abbreviation; any mismatch caused the `pg_timezone_abbrevs` view to fail altogether.

- Update time zone data files to tzdata release 2016h for DST law changes in Palestine and Turkey, plus historical corrections for Turkey and some regions of Russia. Switch to numeric abbreviations for some time zones in Antarctica, the former Soviet Union, and Sri Lanka.

The IANA time zone database previously provided textual abbreviations for all time zones, sometimes making up abbreviations that have little or no currency among the local population. They are in process of reversing that policy in favor of using numeric UTC offsets in zones where there is no evidence of real-world use of an English abbreviation. At least for the time being, PostgreSQL™ will continue to accept such removed abbreviations for timestamp input. But they will not be shown in the `pg_timezone_names` view nor used for output.

In this update, AMT is no longer shown as being in use to mean Armenia Time. Therefore, we have changed the `Default` abbreviation set to interpret it as Amazon Time, thus UTC-4 not UTC+4.

E.77. Release 9.1.23

Release date: 2016-08-11

This release contains a variety of fixes from 9.1.22. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 9.1.X release series in September 2016. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

E.77.1. Migration to Version 9.1.23

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.16, see Section E.84, « Release 9.1.16 ».

E.77.2. Changes

- Fix possible mis-evaluation of nested CASE-WHEN expressions (Heikki Linnakangas, Michael Paquier, Tom Lane)

A CASE expression appearing within the test value subexpression of another CASE could become confused about whether its own test value was null or not. Also, inlining of a SQL function implementing the equality operator used by a CASE expression could result in passing the wrong test value to functions called within a CASE expression in the SQL function's body. If the test values were of different data types, a crash might result; moreover such situations could be abused to allow disclosure of portions of server memory. (CVE-2016-5423)

- Fix client programs' handling of special characters in database and role names (Noah Misch, Nathan Bossart, Michael Paquier)

Numerous places in `vacuumdb` and other client programs could become confused by database and role names containing double quotes or backslashes. Tighten up quoting rules to make that safe. Also, ensure that when a `conninfo` string is used as a database name parameter to these programs, it is correctly treated as such throughout.

Fix handling of paired double quotes in `psql`'s `\connect` and `\password` commands to match the documentation.

Introduce a new `-reuse-previous` option in `psql`'s `\connect` command to allow explicit control of whether to re-use connection parameters from a previous connection. (Without this, the choice is based on whether the database name looks like a `conninfo` string, as before.) This allows secure handling of database names containing special characters in `pg_dumpall` scripts.

`pg_dumpall` now refuses to deal with database and role names containing carriage returns or newlines, as it seems impractical to quote those characters safely on Windows. In future we may reject such names on the server side, but that step has not been taken yet.

These are considered security fixes because crafted object names containing special characters could have been used to exe-

cute commands with superuser privileges the next time a superuser executes pg_dumpall or other routine maintenance operations. (CVE-2016-5424)

- Fix corner-case misbehaviors for IS NULL/IS NOT NULL applied to nested composite values (Andrew Gierth, Tom Lane)

The SQL standard specifies that IS NULL should return TRUE for a row of all null values (thus ROW(NULL,NULL) IS NULL yields TRUE), but this is not meant to apply recursively (thus ROW(NULL, ROW(NULL,NULL)) IS NULL yields FALSE). The core executor got this right, but certain planner optimizations treated the test as recursive (thus producing TRUE in both cases), and contrib/postgres_fdw could produce remote queries that misbehaved similarly.

- Make the inet and cidr data types properly reject IPv6 addresses with too many colon-separated fields (Tom Lane)

- Prevent crash in close_ps() (the point ## lseg operator) for NaN input coordinates (Tom Lane)

Make it return NULL instead of crashing.

- Fix several one-byte buffer over-reads in to_number() (Peter Eisentraut)

In several cases the to_number() function would read one more character than it should from the input string. There is a small chance of a crash, if the input happens to be adjacent to the end of memory.

- Avoid unsafe intermediate state during expensive paths through heap_update() (Masahiko Sawada, Andres Freund)

Previously, these cases locked the target tuple (by setting its XMAX) but did not WAL-log that action, thus risking data integrity problems if the page were spilled to disk and then a database crash occurred before the tuple update could be completed.

- Avoid consuming a transaction ID during VACUUM (Alexander Korotkov)

Some cases in VACUUM unnecessarily caused an XID to be assigned to the current transaction. Normally this is negligible, but if one is up against the XID wraparound limit, consuming more XIDs during anti-wraparound vacuums is a very bad thing.

- Avoid canceling hot-standby queries during VACUUM FREEZE (Simon Riggs, Álvaro Herrera)

VACUUM FREEZE on an otherwise-idle master server could result in unnecessary cancellations of queries on its standby servers.

- When a manual ANALYZE specifies a column list, don't reset the table's changes_since_analyze counter (Tom Lane)
If we're only analyzing some columns, we should not prevent routine auto-analyze from happening for the other columns.

- Fix ANALYZE's overestimation of n_distinct for a unique or nearly-unique column with many null entries (Tom Lane)

The nulls could get counted as though they were themselves distinct values, leading to serious planner misestimates in some types of queries.

- Prevent autovacuum from starting multiple workers for the same shared catalog (Álvaro Herrera)

Normally this isn't much of a problem because the vacuum doesn't take long anyway; but in the case of a severely bloated catalog, it could result in all but one worker uselessly waiting instead of doing useful work on other tables.

- Fix contrib/btree_gin to handle the smallest possible bigint value correctly (Peter Eisentraut)

- Teach libpq to correctly decode server version from future servers (Peter Eisentraut)

It's planned to switch to two-part instead of three-part server version numbers for releases after 9.6. Make sure that PQserverVersion() returns the correct value for such cases.

- Fix ecpg's code for unsigned long long array elements (Michael Meskes)

- Make pg_basebackup accept -Z 0 as specifying no compression (Fujii Masao)

- Revert to the old heuristic timeout for pg_ctl start -w (Tom Lane)

The new method adopted as of release 9.1.20 does not work when silent_mode is enabled, so go back to the old way.

- Fix makefiles' rule for building AIX shared libraries to be safe for parallel make (Noah Misch)

- Fix TAP tests and MSVC scripts to work when build directory's path name contains spaces (Michael Paquier, Kyotaro Horiguchi)

- Make regression tests safe for Danish and Welsh locales (Jeff Janes, Tom Lane)

Change some test data that triggered the unusual sorting rules of these locales.

- Update our copy of the timezone code to match IANA's tzcode release 2016c (Tom Lane)

This is needed to cope with anticipated future changes in the time zone data files. It also fixes some corner-case bugs in coping with unusual time zones.

- Update time zone data files to tzdata release 2016f for DST law changes in Kemerovo and Novosibirsk, plus historical corrections for Azerbaijan, Belarus, and Morocco.

E.78. Release 9.1.22

Release date: 2016-05-12

This release contains a variety of fixes from 9.1.21. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 9.1.X release series in September 2016. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

E.78.1. Migration to Version 9.1.22

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.16, see Section E.84, « Release 9.1.16 ».

E.78.2. Changes

- Clear the OpenSSL error queue before OpenSSL calls, rather than assuming it's clear already; and make sure we leave it clear afterwards (Peter Geoghegan, Dave Vitek, Peter Eisentraut)

This change prevents problems when there are multiple connections using OpenSSL within a single process and not all the code involved follows the same rules for when to clear the error queue. Failures have been reported specifically when a client application uses SSL connections in libpq concurrently with SSL connections using the PHP, Python, or Ruby wrappers for OpenSSL. It's possible for similar problems to arise within the server as well, if an extension module establishes an outgoing SSL connection.

- Fix « failed to build any *N*-way joins » planner error with a full join enclosed in the right-hand side of a left join (Tom Lane)
- Fix possible misbehavior of TH, th, and Y, YYYY format codes in `to_timestamp()` (Tom Lane)

These could advance off the end of the input string, causing subsequent format codes to read garbage.

- Fix dumping of rules and views in which the `array` argument of a `value operator ANY (array)` construct is a sub-SELECT (Tom Lane)
- Make `pg_regress` use a startup timeout from the `PGCTLTIMEOUT` environment variable, if that's set (Tom Lane)
This is for consistency with a behavior recently added to `pg_ctl`; it eases automated testing on slow machines.
- Fix `pg_upgrade` to correctly restore extension membership for operator families containing only one operator class (Tom Lane)

In such a case, the operator family was restored into the new database, but it was no longer marked as part of the extension. This had no immediate ill effects, but would cause later `pg_dump` runs to emit output that would cause (harmless) errors on restore.

- Rename internal function `strtoi()` to `strtoint()` to avoid conflict with a NetBSD library function (Thomas Munro)
- Fix reporting of errors from `bind()` and `listen()` system calls on Windows (Tom Lane)
- Reduce verbosity of compiler output when building with Microsoft Visual Studio (Christian Ullrich)
- Avoid possibly-unsafe use of Windows' `FormatMessage()` function (Christian Ullrich)
Use the `FORMAT_MESSAGE_IGNORE_INSERTS` flag where appropriate. No live bug is known to exist here, but it seems like a good idea to be careful.
- Update time zone data files to tzdata release 2016d for DST law changes in Russia and Venezuela. There are new zone names Europe/Kirov and Asia/Tomsk to reflect the fact that these regions now have different time zone histories from adjacent regions.

E.79. Release 9.1.21

Release date: 2016-03-31

This release contains a variety of fixes from 9.1.20. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.79.1. Migration to Version 9.1.21

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.16, see Section E.84, « Release 9.1.16 ».

E.79.2. Changes

- Fix incorrect handling of NULL index entries in indexed ROW() comparisons (Tom Lane)

An index search using a row comparison such as `ROW(a, b) > ROW('x', 'y')` would stop upon reaching a NULL entry in the `b` column, ignoring the fact that there might be non-NULL `b` values associated with later values of `a`.

- Avoid unlikely data-loss scenarios due to renaming files without adequate `fsync()` calls before and after (Michael Paquier, Tomas Vondra, Andres Freund)

- Correctly handle cases where `pg_subtrans` is close to XID wraparound during server startup (Jeff Janes)

- Fix corner-case crash due to trying to free `localeconv()` output strings more than once (Tom Lane)

- Fix parsing of affix files for `ispell` dictionaries (Tom Lane)

The code could go wrong if the affix file contained any characters whose byte length changes during case-folding, for example `I` in Turkish UTF8 locales.

- Avoid use of `sscanf()` to parse `ispell` dictionary files (Artur Zakirov)

This dodges a portability problem on FreeBSD-derived platforms (including macOS).

- Avoid a crash on old Windows versions (before 7SP1/2008R2SP1) with an AVX2-capable CPU and a Postgres build done with Visual Studio 2013 (Christian Ullrich)

This is a workaround for a bug in Visual Studio 2013's runtime library, which Microsoft have stated they will not fix in that version.

- Fix psql's tab completion logic to handle multibyte characters properly (Kyotaro Horiguchi, Robert Haas)

- Fix psql's tab completion for `SECURITY LABEL` (Tom Lane)

Pressing TAB after `SECURITY LABEL` might cause a crash or offering of inappropriate keywords.

- Make `pg_ctl` accept a wait timeout from the `PGCTLTIMEOUT` environment variable, if none is specified on the command line (Noah Misch)

This eases testing of slower buildfarm members by allowing them to globally specify a longer-than-normal timeout for postmaster startup and shutdown.

- Fix incorrect test for Windows service status in `pg_ctl` (Manuel Mathar)

The previous set of minor releases attempted to fix `pg_ctl` to properly determine whether to send log messages to Window's Event Log, but got the test backwards.

- Fix `pgbench` to correctly handle the combination of `-C` and `-M prepared` options (Tom Lane)

- In PL/Perl, properly translate empty Postgres arrays into empty Perl arrays (Alex Hunsaker)

- Make PL/Python cope with function names that aren't valid Python identifiers (Jim Nasby)

- Fix multiple mistakes in the statistics returned by `contrib/pgstattuple`'s `pgstatindex()` function (Tom Lane)

- Remove dependency on `psed` in MSVC builds, since it's no longer provided by core Perl (Michael Paquier, Andrew Dunstan)

Update time zone data files to tzdata release 2016c for DST law changes in Azerbaijan, Chile, Haiti, Palestine, and Russia (Altai, Astrakhan, Kirov, Sakhalin, Ulyanovsk regions), plus historical corrections for Lithuania, Moldova, and Russia (Kalininograd, Samara, Volgograd).

E.80. Release 9.1.20

Release date: 2016-02-11

This release contains a variety of fixes from 9.1.19. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.80.1. Migration to Version 9.1.20

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.16, see Section E.84, « Release 9.1.16 ».

E.80.2. Changes

- Fix infinite loops and buffer-overrun problems in regular expressions (Tom Lane)

Very large character ranges in bracket expressions could cause infinite loops in some cases, and memory overwrites in other cases. (CVE-2016-0773)

- Perform an immediate shutdown if the `postmaster.pid` file is removed (Tom Lane)

The postmaster now checks every minute or so that `postmaster.pid` is still there and still contains its own PID. If not, it performs an immediate shutdown, as though it had received SIGQUIT. The main motivation for this change is to ensure that failed buildfarm runs will get cleaned up without manual intervention; but it also serves to limit the bad effects if a DBA forcibly removes `postmaster.pid` and then starts a new postmaster.

- In SERIALIZABLE transaction isolation mode, serialization anomalies could be missed due to race conditions during insertions (Kevin Grittner, Thomas Munro)

- Fix failure to emit appropriate WAL records when doing `ALTER TABLE ... SET TABLESPACE` for unlogged relations (Michael Paquier, Andres Freund)

Even though the relation's data is unlogged, the move must be logged or the relation will be inaccessible after a standby is promoted to master.

- Fix possible misinitialization of unlogged relations at the end of crash recovery (Andres Freund, Michael Paquier)

- Fix `ALTER COLUMN TYPE` to reconstruct all check constraints properly (Tom Lane)

- Fix `REASSIGN OWNED` to change ownership of composite types properly (Álvaro Herrera)

- Fix `REASSIGN OWNED` and `ALTER OWNER` to correctly update granted-permissions lists when changing owners of data types, foreign data wrappers, or foreign servers (Bruce Momjian, Álvaro Herrera)

- Fix `REASSIGN OWNED` to ignore foreign user mappings, rather than fail (Álvaro Herrera)

- Add more defenses against bad planner cost estimates for GIN index scans when the index's internal statistics are very out-of-date (Tom Lane)

- Make planner cope with hypothetical GIN indexes suggested by an index advisor plug-in (Julien Rouhaud)

- Fix dumping of whole-row Vars in `ROW()` and `VALUES()` lists (Tom Lane)

- Fix possible internal overflow in numeric division (Dean Rasheed)

- Fix enforcement of restrictions inside parentheses within regular expression lookahead constraints (Tom Lane)

Lookahead constraints aren't allowed to contain backrefs, and parentheses within them are always considered non-capturing, according to the manual. However, the code failed to handle these cases properly inside a parenthesized subexpression, and would give unexpected results.

- Conversion of regular expressions to indexscan bounds could produce incorrect bounds from regexps containing lookahead constraints (Tom Lane)

- Fix regular-expression compiler to handle loops of constraint arcs (Tom Lane)

The code added for CVE-2007-4772 was both incomplete, in that it didn't handle loops involving more than one state, and incorrect, in that it could cause assertion failures (though there seem to be no bad consequences of that in a non-assert build). Multi-state loops would cause the compiler to run until the query was canceled or it reached the too-many-states error condition.

- Improve memory-usage accounting in regular-expression compiler (Tom Lane)

This causes the code to emit « regular expression is too complex » errors in some cases that previously used unreasonable

amounts of time and memory.

- Improve performance of regular-expression compiler (Tom Lane)
- Make %h and %r escapes in `log_line_prefix` work for messages emitted due to `log_connections` (Tom Lane)
Previously, %h/%r started to work just after a new session had emitted the « connection received » log message; now they work for that message too.
- On Windows, ensure the shared-memory mapping handle gets closed in child processes that don't need it (Tom Lane, Amit Kapila)

This oversight resulted in failure to recover from crashes whenever `logging_collector` is turned on.

- Fix possible failure to detect socket EOF in non-blocking mode on Windows (Tom Lane)

It's not entirely clear whether this problem can happen in pre-9.5 branches, but if it did, the symptom would be that a walsender process would wait indefinitely rather than noticing a loss of connection.

- Avoid leaking a token handle during SSPI authentication (Christian Ullrich)
- In `psql`, ensure that libreadline's idea of the screen size is updated when the terminal window size changes (Merlin Moncure)
Previously, libreadline did not notice if the window was resized during query output, leading to strange behavior during later input of multiline queries.
- Fix `psql`'s `\det` command to interpret its pattern argument the same way as other `\d` commands with potentially schema-qualified patterns do (Reece Hart)
- Avoid possible crash in `psql`'s `\c` command when previous connection was via Unix socket and command specifies a new hostname and same username (Tom Lane)

- In `pg_ctl start -w`, test child process status directly rather than relying on heuristics (Tom Lane, Michael Paquier)

Previously, `pg_ctl` relied on an assumption that the new postmaster would always create `postmaster.pid` within five seconds. But that can fail on heavily-loaded systems, causing `pg_ctl` to report incorrectly that the postmaster failed to start.

Except on Windows, this change also means that a `pg_ctl start -w` done immediately after another such command will now reliably fail, whereas previously it would report success if done within two seconds of the first command.

- In `pg_ctl start -w`, don't attempt to use a wildcard listen address to connect to the postmaster (Kondo Yuta)

On Windows, `pg_ctl` would fail to detect postmaster startup if `listen_addresses` is set to `0.0.0.0` or `::`, because it would try to use that value verbatim as the address to connect to, which doesn't work. Instead assume that `127.0.0.1` or `::1`, respectively, is the right thing to use.

- In `pg_ctl` on Windows, check service status to decide where to send output, rather than checking if standard output is a terminal (Michael Paquier)

- In `pg_dump` and `pg_basebackup`, adopt the GNU convention for handling tar-archive members exceeding 8GB (Tom Lane)

The POSIX standard for `tar` file format does not allow archive member files to exceed 8GB, but most modern implementations of tar support an extension that fixes that. Adopt this extension so that `pg_dump` with `-Ft` no longer fails on tables with more than 8GB of data, and so that `pg_basebackup` can handle files larger than 8GB. In addition, fix some portability issues that could cause failures for members between 4GB and 8GB on some platforms. Potentially these problems could cause unrecoverable data loss due to unreadable backup files.

- Fix assorted corner-case bugs in `pg_dump`'s processing of extension member objects (Tom Lane)

- Make `pg_dump` mark a view's triggers as needing to be processed after its rule, to prevent possible failure during parallel `pg_restore` (Tom Lane)

- Ensure that relation option values are properly quoted in `pg_dump` (Kouhei Sutou, Tom Lane)

A reloption value that isn't a simple identifier or number could lead to dump/reload failures due to syntax errors in CREATE statements issued by `pg_dump`. This is not an issue with any reloptions currently supported by core PostgreSQL™, but extensions could allow reloptions that cause the problem.

- Fix `pg_upgrade`'s file-copying code to handle errors properly on Windows (Bruce Momjian)

- Install guards in `pgbench` against corner-case overflow conditions during evaluation of script-specified division or modulo operators (Fabien Coelho, Michael Paquier)

- Prevent certain PL/Java parameters from being set by non-superusers (Noah Misch)

This change mitigates a PL/Java security bug (CVE-2016-0766), which was fixed in PL/Java by marking these parameters as superuser-only. To fix the security hazard for sites that update PostgreSQL™ more frequently than PL/Java, make the core code aware of them also.

- Improve libpq's handling of out-of-memory situations (Michael Paquier, Amit Kapila, Heikki Linnakangas)
- Fix order of arguments in ecpg-generated `typedef` statements (Michael Meskes)
- Use `%g` not `%f` format in ecpg's `PGTYPESnumeric_from_double()` (Tom Lane)
- Fix ecpg-supplied header files to not contain comments continued from a preprocessor directive line onto the next line (Michael Meskes)

Such a comment is rejected by ecpg. It's not yet clear whether ecpg itself should be changed.

- Ensure that `contrib/pgcrypto`'s `crypt()` function can be interrupted by query cancel (Andreas Karlsson)
- Accept flex versions later than 2.5.x (Tom Lane, Michael Paquier)

Now that flex 2.6.0 has been released, the version checks in our build scripts needed to be adjusted.

- Install our `missing` script where PGXS builds can find it (Jim Nasby)

This allows sane behavior in a PGXS build done on a machine where build tools such as bison are missing.

- Ensure that `dynloader.h` is included in the installed header files in MSVC builds (Bruce Momjian, Michael Paquier)
- Add variant regression test expected-output file to match behavior of current libxml2 (Tom Lane)

The fix for libxml2's CVE-2015-7499 causes it not to output error context reports in some cases where it used to do so. This seems to be a bug, but we'll probably have to live with it for some time, so work around it.

- Update time zone data files to tzdata release 2016a for DST law changes in Cayman Islands, Metlakatla, and Trans-Baikal Territory (Zabaykalsky Krai), plus historical corrections for Pakistan.

E.81. Release 9.1.19

Release date: 2015-10-08

This release contains a variety of fixes from 9.1.18. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.81.1. Migration to Version 9.1.19

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.16, see Section E.84, « Release 9.1.16 ».

E.81.2. Changes

- Fix `contrib/pgcrypto` to detect and report too-short `crypt()` salts (Josh Kupershmidt)

Certain invalid salt arguments crashed the server or disclosed a few bytes of server memory. We have not ruled out the viability of attacks that arrange for presence of confidential information in the disclosed bytes, but they seem unlikely. (CVE-2015-5288)

- Fix subtransaction cleanup after a portal (cursor) belonging to an outer subtransaction fails (Tom Lane, Michael Paquier)

A function executed in an outer-subtransaction cursor could cause an assertion failure or crash by referencing a relation created within an inner subtransaction.

- Fix insertion of relations into the relation cache « init file » (Tom Lane)

An oversight in a patch in the most recent minor releases caused `pg_trigger_tgrelid_tgname_index` to be omitted from the init file. Subsequent sessions detected this, then deemed the init file to be broken and silently ignored it, resulting in a significant degradation in session startup time. In addition to fixing the bug, install some guards so that any similar future mistake will be more obvious.

- Avoid $O(N^2)$ behavior when inserting many tuples into a SPI query result (Neil Conway)

- Improve `LISTEN` startup time when there are many unread notifications (Matt Newell)

- Back-patch 9.3-era addition of per-resource-owner lock caches (Jeff Janes)

This substantially improves performance when `pg_dump` tries to dump a large number of tables.

- Disable SSL renegotiation by default (Michael Paquier, Andres Freund)

While use of SSL renegotiation is a good idea in theory, we have seen too many bugs in practice, both in the underlying OpenSSL library and in our usage of it. Renegotiation will be removed entirely in 9.5 and later. In the older branches, just change the default value of `ssl_renegotiation_limit` to zero (disabled).

- Lower the minimum values of the `*_freeze_max_age` parameters (Andres Freund)

This is mainly to make tests of related behavior less time-consuming, but it may also be of value for installations with limited disk space.

- Limit the maximum value of `wal_buffers` to 2GB to avoid server crashes (Josh Berkus)

- Fix rare internal overflow in multiplication of numeric values (Dean Rasheed)

- Guard against hard-to-reach stack overflows involving record types, range types, json, jsonb, tsquery, ltxtquery and `query_int` (Noah Misch)

- Fix handling of DOW and DOY in datetime input (Greg Stark)

These tokens aren't meant to be used in datetime values, but previously they resulted in opaque internal error messages rather than « invalid input syntax ».

- Add more query-cancel checks to regular expression matching (Tom Lane)

- Add recursion depth protections to regular expression, `SIMILAR TO`, and `LIKE` matching (Tom Lane)

Suitable search patterns and a low stack depth limit could lead to stack-overrun crashes.

- Fix potential infinite loop in regular expression execution (Tom Lane)

A search pattern that can apparently match a zero-length string, but actually doesn't match because of a back reference, could lead to an infinite loop.

- Fix low-memory failures in regular expression compilation (Andreas Selteneich)

- Fix low-probability memory leak during regular expression execution (Tom Lane)

- Fix rare low-memory failure in lock cleanup during transaction abort (Tom Lane)

- Fix « unexpected out-of-memory situation during sort » errors when using tuplestores with small `work_mem` settings (Tom Lane)

- Fix very-low-probability stack overrun in `qsort` (Tom Lane)

- Fix « invalid memory alloc request size » failure in hash joins with large `work_mem` settings (Tomas Vondra, Tom Lane)

- Fix assorted planner bugs (Tom Lane)

These mistakes could lead to incorrect query plans that would give wrong answers, or to assertion failures in assert-enabled builds, or to odd planner errors such as « could not devise a query plan for the given query », « could not find pathkey item to sort », « plan should not reference subplan's variable », or « failed to assign all NestLoopParams to plan nodes ». Thanks are due to Andreas Selteneich and Piotr Stefaniak for fuzz testing that exposed these problems.

- Use fuzzy path cost tiebreaking rule in all supported branches (Tom Lane)

This change is meant to avoid platform-specific behavior when alternative plan choices have effectively-identical estimated costs.

- Ensure standby promotion trigger files are removed at postmaster startup (Michael Paquier, Fujii Masao)

This prevents unwanted promotion from occurring if these files appear in a database backup that is used to initialize a new standby server.

- During postmaster shutdown, ensure that per-socket lock files are removed and listen sockets are closed before we remove the `postmaster.pid` file (Tom Lane)

This avoids race-condition failures if an external script attempts to start a new postmaster as soon as `pg_ctl stop` returns.

- Fix postmaster's handling of a startup-process crash during crash recovery (Tom Lane)

If, during a crash recovery cycle, the startup process crashes without having restored database consistency, we'd try to launch a

new startup process, which typically would just crash again, leading to an infinite loop.

- Do not print a **WARNING** when an autovacuum worker is already gone when we attempt to signal it, and reduce log verbosity for such signals (Tom Lane)
- Prevent autovacuum launcher from sleeping unduly long if the server clock is moved backwards a large amount (Álvaro Herrera)

- Ensure that cleanup of a GIN index's pending-insertions list is interruptable by cancel requests (Jeff Janes)
- Allow all-zeroes pages in GIN indexes to be reused (Heikki Linnakangas)

Such a page might be left behind after a crash.

- Fix off-by-one error that led to otherwise-harmless warnings about « apparent wraparound » in subtrans/multixact truncation (Thomas Munro)

- Fix misreporting of **CONTINUE** and **MOVE** statement types in PL/pgSQL's error context messages (Pavel Stehule, Tom Lane)

- Fix PL/Perl to handle non-ASCII error message texts correctly (Alex Hunsaker)

- Fix PL/Python crash when returning the string representation of a record result (Tom Lane)

- Fix some places in PL/Tcl that neglected to check for failure of `malloc()` calls (Michael Paquier, Álvaro Herrera)

- In `contrib/isbn`, fix output of ISBN-13 numbers that begin with 979 (Fabien Coelho)

EANs beginning with 979 (but not 9790) are considered ISBNs, but they must be printed in the new 13-digit format, not the 10-digit format.

- Improve libpq's handling of out-of-memory conditions (Michael Paquier, Heikki Linnakangas)

- Fix memory leaks and missing out-of-memory checks in `ecpg` (Michael Paquier)

- Fix `psql`'s code for locale-aware formatting of numeric output (Tom Lane)

The formatting code invoked by `\pset numericlocale` on did the wrong thing for some uncommon cases such as numbers with an exponent but no decimal point. It could also mangle already-localized output from the money data type.

- Prevent crash in `psql`'s `\c` command when there is no current connection (Noah Misch)

- Fix selection of default zlib compression level in `pg_dump`'s directory output format (Andrew Dunstan)

- Ensure that temporary files created during a `pg_dump` run with tar-format output are not world-readable (Michael Paquier)

- Fix `pg_dump` and `pg_upgrade` to support cases where the `postgres` or `template1` database is in a non-default tablespace (Marti Raudsepp, Bruce Momjian)

- Fix `pg_dump` to handle object privileges sanely when dumping from a server too old to have a particular privilege type (Tom Lane)

When dumping functions or procedural languages from pre-7.3 servers, `pg_dump` would produce **GRANT/REVOKE** commands that revoked the owner's grantable privileges and instead granted all privileges to `PUBLIC`. Since the privileges involved are just `USAGE` and `EXECUTE`, this isn't a security problem, but it's certainly a surprising representation of the older systems' behavior. Fix it to leave the default privilege state alone in these cases.

- Fix `pg_dump` to dump shell types (Tom Lane)

Shell types (that is, not-yet-fully-defined types) aren't useful for much, but nonetheless `pg_dump` should dump them.

- Fix assorted minor memory leaks in `pg_dump` and other client-side programs (Michael Paquier)

- Fix spinlock assembly code for PPC hardware to be compatible with AIX's native assembler (Tom Lane)

Building with `gcc` didn't work if `gcc` had been configured to use the native assembler, which is becoming more common.

- On AIX, test the `-qlonglong` compiler option rather than just assuming it's safe to use (Noah Misch)

- On AIX, use `-Wl,-brtl1lib` link option to allow symbols to be resolved at runtime (Noah Misch)

Perl relies on this ability in 5.8.0 and later.

- Avoid use of inline functions when compiling with 32-bit `xlc`, due to compiler bugs (Noah Misch)

- Use `librt` for `sched_yield()` when necessary, which it is on some Solaris versions (Oskari Saarenmaa)

- Fix Windows `install.bat` script to handle target directory names that contain spaces (Heikki Linnakangas)
- Make the numeric form of the PostgreSQL™ version number (e.g., 90405) readily available to extension Makefiles, as a variable named `VERSION_NUM` (Michael Paquier)
- Update time zone data files to tzdata release 2015g for DST law changes in Cayman Islands, Fiji, Moldova, Morocco, Norfolk Island, North Korea, Turkey, and Uruguay. There is a new zone name `America/Fort_Nelson` for the Canadian Northern Rockies.

E.82. Release 9.1.18

Release date: 2015-06-12

This release contains a small number of fixes from 9.1.17. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.82.1. Migration to Version 9.1.18

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.16, see Section E.84, « Release 9.1.16 ».

E.82.2. Changes

- Fix rare failure to invalidate relation cache init file (Tom Lane)

With just the wrong timing of concurrent activity, a **VACUUM FULL** on a system catalog might fail to update the « init file » that's used to avoid cache-loading work for new sessions. This would result in later sessions being unable to access that catalog at all. This is a very ancient bug, but it's so hard to trigger that no reproducible case had been seen until recently.

- Avoid deadlock between incoming sessions and `CREATE/DROP DATABASE` (Tom Lane)

A new session starting in a database that is the target of a **DROP DATABASE** command, or is the template for a **CREATE DATABASE** command, could cause the command to wait for five seconds and then fail, even if the new session would have exited before that.

E.83. Release 9.1.17

Release date: 2015-06-04

This release contains a small number of fixes from 9.1.16. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.83.1. Migration to Version 9.1.17

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.16, see Section E.84, « Release 9.1.16 ».

E.83.2. Changes

- Avoid failures while `fsync`'ing data directory during crash restart (Abhijit Menon-Sen, Tom Lane)

In the previous minor releases we added a patch to `fsync` everything in the data directory after a crash. Unfortunately its response to any error condition was to fail, thereby preventing the server from starting up, even when the problem was quite harmless. An example is that an unwritable file in the data directory would prevent restart on some platforms; but it is common to make SSL certificate files unwritable by the server. Revise this behavior so that permissions failures are ignored altogether, and other types of failures are logged but do not prevent continuing.

- Remove configure's check prohibiting linking to a threaded libpython on OpenBSD (Tom Lane)

The failure this restriction was meant to prevent seems to not be a problem anymore on current OpenBSD versions.

- Allow libpq to use TLS protocol versions beyond v1 (Noah Misch)

For a long time, libpq was coded so that the only SSL protocol it would allow was TLS v1. Now that newer TLS versions are becoming popular, allow it to negotiate the highest commonly-supported TLS version with the server. (PostgreSQL™ servers

were already capable of such negotiation, so no change is needed on the server side.) This is a back-patch of a change already released in 9.4.0.

E.84. Release 9.1.16

Release date: 2015-05-22

This release contains a variety of fixes from 9.1.15. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.84.1. Migration to Version 9.1.16

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you use contrib/citext's `regexp_matches()` functions, see the changelog entry below about that.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.14, see Section E.86, « Release 9.1.14 ».

E.84.2. Changes

- Avoid possible crash when client disconnects just before the authentication timeout expires (Benkocs Norbert Attila)

If the timeout interrupt fired partway through the session shutdown sequence, SSL-related state would be freed twice, typically causing a crash and hence denial of service to other sessions. Experimentation shows that an unauthenticated remote attacker could trigger the bug somewhat consistently, hence treat as security issue. (CVE-2015-3165)

- Improve detection of system-call failures (Noah Misch)

Our replacement implementation of `sprintf()` failed to check for errors reported by the underlying system library calls; the main case that might be missed is out-of-memory situations. In the worst case this might lead to information exposure, due to our code assuming that a buffer had been overwritten when it hadn't been. Also, there were a few places in which security-relevant calls of other system library functions did not check for failure.

It remains possible that some calls of the `*printf()` family of functions are vulnerable to information disclosure if an out-of-memory error occurs at just the wrong time. We judge the risk to not be large, but will continue analysis in this area. (CVE-2015-3166)

- In contrib/pgcrypto, uniformly report decryption failures as « Wrong key or corrupt data » (Noah Misch)

Previously, some cases of decryption with an incorrect key could report other error message texts. It has been shown that such variance in error reports can aid attackers in recovering keys from other systems. While it's unknown whether pgcrypto's specific behaviors are likewise exploitable, it seems better to avoid the risk by using a one-size-fits-all message. (CVE-2015-3167)

- Fix incorrect declaration of contrib/citext's `regexp_matches()` functions (Tom Lane)

These functions should return `setof text[]`, like the core functions they are wrappers for; but they were incorrectly declared as returning just `text[]`. This mistake had two results: first, if there was no match you got a scalar null result, whereas what you should get is an empty set (zero rows). Second, the `g` flag was effectively ignored, since you would get only one result array even if there were multiple matches.

While the latter behavior is clearly a bug, there might be applications depending on the former behavior; therefore the function declarations will not be changed by default until PostgreSQL™ 9.5. In pre-9.5 branches, the old behavior exists in version 1.0 of the citext extension, while we have provided corrected declarations in version 1.1 (which is *not* installed by default). To adopt the fix in pre-9.5 branches, execute `ALTER EXTENSION citext UPDATE TO '1.1'` in each database in which citext is installed. (You can also « update » back to 1.0 if you need to undo that.) Be aware that either update direction will require dropping and recreating any views or rules that use citext's `regexp_matches()` functions.

- Fix incorrect checking of deferred exclusion constraints after a HOT update (Tom Lane)

If a new row that potentially violates a deferred exclusion constraint is HOT-updated (that is, no indexed columns change and the row can be stored back onto the same table page) later in the same transaction, the exclusion constraint would be reported as violated when the check finally occurred, even if the row(s) the new row originally conflicted with had been deleted.

- Prevent improper reordering of antijoins (NOT EXISTS joins) versus other outer joins (Tom Lane)

This oversight in the planner has been observed to cause « could not find RelOptInfo for given relids » errors, but it seems possible that sometimes an incorrect query plan might get past that consistency check and result in silently-wrong query output.

- Fix incorrect matching of subexpressions in outer-join plan nodes (Tom Lane)

Previously, if textually identical non-strict subexpressions were used both above and below an outer join, the planner might try to re-use the value computed below the join, which would be incorrect because the executor would force the value to NULL in case of an unmatched outer row.

- Fix GEQO planner to cope with failure of its join order heuristic (Tom Lane)

This oversight has been seen to lead to « failed to join all relations together » errors in queries involving LATERAL, and that might happen in other cases as well.

- Fix possible deadlock at startup when `max_prepared_transactions` is too small (Heikki Linnakangas)
- Don't archive useless preallocated WAL files after a timeline switch (Heikki Linnakangas)
- Avoid « cannot GetMultiXactIdMembers() during recovery » error (Álvaro Herrera)
- Recursively `fsync()` the data directory after a crash (Abhijit Menon-Sen, Robert Haas)

This ensures consistency if another crash occurs shortly later. (The second crash would have to be a system-level crash, not just a database crash, for there to be a problem.)

- Fix autovacuum launcher's possible failure to shut down, if an error occurs after it receives SIGTERM (Álvaro Herrera)
 - Cope with unexpected signals in `LockBufferForCleanup()` (Andres Freund)
- This oversight could result in spurious errors about « multiple backends attempting to wait for pincount 1 ».
- Avoid waiting for WAL flush or synchronous replication during commit of a transaction that was read-only so far as the user is concerned (Andres Freund)

Previously, a delay could occur at commit in transactions that had written WAL due to HOT page pruning, leading to undesirable effects such as sessions getting stuck at startup if all synchronous replicas are down. Sessions have also been observed to get stuck in catchup interrupt processing when using synchronous replication; this will fix that problem as well.

- Fix crash when manipulating hash indexes on temporary tables (Heikki Linnakangas)
- Fix possible failure during hash index bucket split, if other processes are modifying the index concurrently (Tom Lane)
- Check for interrupts while analyzing index expressions (Jeff Janes)

ANALYZE executes index expressions many times; if there are slow functions in such an expression, it's desirable to be able to cancel the **ANALYZE** before that loop finishes.

- Ensure `tableoid` of a foreign table is reported correctly when a READ COMMITTED recheck occurs after locking rows in **SELECT FOR UPDATE**, **UPDATE**, or **DELETE** (Etsuro Fujita)
- Add the name of the target server to object description strings for foreign-server user mappings (Álvaro Herrera)
- Recommend setting `include_realm` to 1 when using Kerberos/GSSAPI/SSPI authentication (Stephen Frost)

Without this, identically-named users from different realms cannot be distinguished. For the moment this is only a documentation change, but it will become the default setting in PostgreSQL™ 9.5.

- Remove code for matching IPv4 `pg_hba.conf` entries to IPv4-in-IPv6 addresses (Tom Lane)

This hack was added in 2003 in response to a report that some Linux kernels of the time would report IPv4 connections as having IPv4-in-IPv6 addresses. However, the logic was accidentally broken in 9.0. The lack of any field complaints since then shows that it's not needed anymore. Now we have reports that the broken code causes crashes on some systems, so let's just remove it rather than fix it. (Had we chosen to fix it, that would make for a subtle and potentially security-sensitive change in the effective meaning of IPv4 `pg_hba.conf` entries, which does not seem like a good thing to do in minor releases.)

- Report WAL flush, not insert, position in **IDENTIFY_SYSTEM** replication command (Heikki Linnakangas)

This avoids a possible startup failure in `pg_recvexlog`.

- While shutting down service on Windows, periodically send status updates to the Service Control Manager to prevent it from killing the service too soon; and ensure that `pg_ctl` will wait for shutdown (Krystian Bigaj)
- Reduce risk of network deadlock when using libpq's non-blocking mode (Heikki Linnakangas)

When sending large volumes of data, it's important to drain the input buffer every so often, in case the server has sent enough response data to cause it to block on output. (A typical scenario is that the server is sending a stream of NOTICE messages during `COPY FROM STDIN`.) This worked properly in the normal blocking mode, but not so much in non-blocking mode. We've modified libpq to opportunistically drain input when it can, but a full defense against this problem requires application

cooperation: the application should watch for socket read-ready as well as write-ready conditions, and be sure to call `PQconsumeInput()` upon read-ready.

- Fix array handling in `ecpg` (Michael Meskes)
- Fix `psql` to sanely handle URIs and `conninfo` strings as the first parameter to `\connect` (David Fetter, Andrew Dunstan, Álvaro Herrera)

This syntax has been accepted (but undocumented) for a long time, but previously some parameters might be taken from the old connection instead of the given string, which was agreed to be undesirable.

- Suppress incorrect complaints from `psql` on some platforms that it failed to write `~/.pgsql_history` at exit (Tom Lane)
This misbehavior was caused by a workaround for a bug in very old (pre-2006) versions of libedit. We fixed it by removing the workaround, which will cause a similar failure to appear for anyone still using such versions of libedit. Recommendation: upgrade that library, or use libreadline.
- Fix `pg_dump`'s rule for deciding which casts are system-provided casts that should not be dumped (Tom Lane)
- In `pg_dump`, fix failure to honor `-Z` compression level option together with `-Fd` (Michael Paquier)
- Make `pg_dump` consider foreign key relationships between extension configuration tables while choosing dump order (Gilles Darold, Michael Paquier, Stephen Frost)

This oversight could result in producing dumps that fail to reload because foreign key constraints are transiently violated.

- Fix dumping of views that are just `VALUES(. . .)` but have column aliases (Tom Lane)
- In `pg_upgrade`, force timeline 1 in the new cluster (Bruce Momjian)
This change prevents upgrade failures caused by bogus complaints about missing WAL history files.
- In `pg_upgrade`, check for improperly non-connectable databases before proceeding (Bruce Momjian)
- In `pg_upgrade`, quote directory paths properly in the generated `delete_old_cluster` script (Bruce Momjian)
- In `pg_upgrade`, preserve database-level freezing info properly (Bruce Momjian)
This oversight could cause missing-clog-file errors for tables within the `postgres` and `template1` databases.
- Run `pg_upgrade` and `pg_resetxlog` with restricted privileges on Windows, so that they don't fail when run by an administrator (Muhammad Asif Naeem)
- Improve handling of `readdir()` failures when scanning directories in `initdb` and `pg_basebackup` (Marco Nenciarini)
- Fix slow sorting algorithm in `contrib/intarray` (Tom Lane)
- Fix compile failure on Sparc V8 machines (Rob Rowan)
- Update time zone data files to tzdata release 2015d for DST law changes in Egypt, Mongolia, and Palestine, plus historical changes in Canada and Chile. Also adopt revised zone abbreviations for the America/Adak zone (HST/HDT not HAST/HADT).

E.85. Release 9.1.15

Release date: 2015-02-05

This release contains a variety of fixes from 9.1.14. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.85.1. Migration to Version 9.1.15

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.14, see Section E.86, « Release 9.1.14 ».

E.85.2. Changes

- Fix buffer overruns in `to_char()` (Bruce Momjian)

When `to_char()` processes a numeric formatting template calling for a large number of digits, PostgreSQL™ would read past the end of a buffer. When processing a crafted timestamp formatting template, PostgreSQL™ would write past the end of

a buffer. Either case could crash the server. We have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation, though they seem unlikely. (CVE-2015-0241)

- Fix buffer overrun in replacement `*printf()` functions (Tom Lane)

PostgreSQL™ includes a replacement implementation of `printf` and related functions. This code will overrun a stack buffer when formatting a floating point number (conversion specifiers e, E, f, F, g or G) with requested precision greater than about 500. This will crash the server, and we have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation. A database user can trigger such a buffer overrun through the `to_char()` SQL function. While that is the only affected core PostgreSQL™ functionality, extension modules that use printf-family functions may be at risk as well.

This issue primarily affects PostgreSQL™ on Windows. PostgreSQL™ uses the system implementation of these functions where adequate, which it is on other modern platforms. (CVE-2015-0242)

- Fix buffer overruns in `contrib/pgcrypto` (Marko Tiikkaja, Noah Misch)

Errors in memory size tracking within the `pgcrypto` module permitted stack buffer overruns and improper dependence on the contents of uninitialized memory. The buffer overrun cases can crash the server, and we have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation. (CVE-2015-0243)

- Fix possible loss of frontend/backend protocol synchronization after an error (Heikki Linnakangas)

If any error occurred while the server was in the middle of reading a protocol message from the client, it could lose synchronization and incorrectly try to interpret part of the message's data as a new protocol message. An attacker able to submit crafted binary data within a command parameter might succeed in injecting his own SQL commands this way. Statement timeout and query cancellation are the most likely sources of errors triggering this scenario. Particularly vulnerable are applications that use a timeout and also submit arbitrary user-crafted data as binary query parameters. Disabling statement timeout will reduce, but not eliminate, the risk of exploit. Our thanks to Emil Lenngren for reporting this issue. (CVE-2015-0244)

- Fix information leak via constraint-violation error messages (Stephen Frost)

Some server error messages show the values of columns that violate a constraint, such as a unique constraint. If the user does not have `SELECT` privilege on all columns of the table, this could mean exposing values that the user should not be able to see. Adjust the code so that values are displayed only when they came from the `SQL` command or could be selected by the user. (CVE-2014-8161)

- Lock down regression testing's temporary installations on Windows (Noah Misch)

Use SSPI authentication to allow connections only from the OS user who launched the test suite. This closes on Windows the same vulnerability previously closed on other platforms, namely that other users might be able to connect to the test postmaster. (CVE-2014-0067)

- Avoid possible data corruption if **ALTER DATABASE SET TABLESPACE** is used to move a database to a new tablespace and then shortly later move it back to its original tablespace (Tom Lane)

- Avoid corrupting tables when **ANALYZE** inside a transaction is rolled back (Andres Freund, Tom Lane, Michael Paquier)

If the failing transaction had earlier removed the last index, rule, or trigger from the table, the table would be left in a corrupted state with the relevant pg_class flags not set though they should be.

- Ensure that unlogged tables are copied correctly during **CREATE DATABASE** or **ALTER DATABASE SET TABLESPACE** (Pavan Deolasee, Andres Freund)

- Fix **DROP**'s dependency searching to correctly handle the case where a table column is recursively visited before its table (Petr Jelinek, Tom Lane)

This case is only known to arise when an extension creates both a datatype and a table using that datatype. The faulty code might refuse a **DROP EXTENSION** unless `CASCADE` is specified, which should not be required.

- Fix use-of-already-freed-memory problem in `EvalPlanQual` processing (Tom Lane)

In `READ COMMITTED` mode, queries that lock or update recently-updated rows could crash as a result of this bug.

- Fix planning of **SELECT FOR UPDATE** when using a partial index on a child table (Kyotaro Horiguchi)

In `READ COMMITTED` mode, **SELECT FOR UPDATE** must also recheck the partial index's `WHERE` condition when rechecking a recently-updated row to see if it still satisfies the query's `WHERE` condition. This requirement was missed if the index belonged to an alliance child table, so that it was possible to incorrectly return rows that no longer satisfy the query condition.

- Fix corner case wherein **SELECT FOR UPDATE** could return a row twice, and possibly miss returning other rows (Tom Lane)

In `READ COMMITTED` mode, a **SELECT FOR UPDATE** that is scanning an alliance tree could incorrectly return a row from

a prior child table instead of the one it should return from a later child table.

- Reject duplicate column names in the referenced-columns list of a FOREIGN KEY declaration (David Rowley)

This restriction is per SQL standard. Previously we did not reject the case explicitly, but later on the code would fail with bizarre-looking errors.

- Fix bugs in raising a numeric value to a large integral power (Tom Lane)

The previous code could get a wrong answer, or consume excessive amounts of time and memory before realizing that the answer must overflow.

- In numeric_recv(), truncate away any fractional digits that would be hidden according to the value's dscale field (Tom Lane)

A numeric value's display scale (dscale) should never be less than the number of nonzero fractional digits; but apparently there's at least one broken client application that transmits binary numeric values in which that's true. This leads to strange behavior since the extra digits are taken into account by arithmetic operations even though they aren't printed. The least risky fix seems to be to truncate away such « hidden » digits on receipt, so that the value is indeed what it prints as.

- Reject out-of-range numeric timezone specifications (Tom Lane)

Simple numeric timezone specifications exceeding +/- 168 hours (one week) would be accepted, but could then cause null-pointer dereference crashes in certain operations. There's no use-case for such large UTC offsets, so reject them.

- Fix bugs in tsquery @> tsquery operator (Heikki Linnakangas)

Two different terms would be considered to match if they had the same CRC. Also, if the second operand had more terms than the first, it would be assumed not to be contained in the first; which is wrong since it might contain duplicate terms.

- Improve ispell dictionary's defenses against bad affix files (Tom Lane)

- Allow more than 64K phrases in a thesaurus dictionary (David Boutin)

The previous coding could crash on an oversize dictionary, so this was deemed a back-patchable bug fix rather than a feature addition.

- Fix namespace handling in xpath() (Ali Akbar)

Previously, the xml value resulting from an xpath() call would not have namespace declarations if the namespace declarations were attached to an ancestor element in the input xml value, rather than to the specific element being returned. Propagate the ancestral declaration so that the result is correct when considered in isolation.

- Fix planner problems with nested append relations, such as all tables within UNION ALL subqueries (Tom Lane)

- Fail cleanly when a GiST index tuple doesn't fit on a page, rather than going into infinite recursion (Andrew Gierth)

- Exempt tables that have per-table cost_limit and/or cost_delay settings from autovacuum's global cost balancing rules (Álvaro Herrera)

The previous behavior resulted in basically ignoring these per-table settings, which was unintended. Now, a table having such settings will be vacuumed using those settings, independently of what is going on in other autovacuum workers. This may result in heavier total I/O load than before, so such settings should be re-examined for sanity.

- Avoid wholesale autovacuuming when autovacuum is nominally off (Tom Lane)

Even when autovacuum is nominally off, we will still launch autovacuum worker processes to vacuum tables that are at risk of XID wraparound. However, such a worker process then proceeded to vacuum all tables in the target database, if they met the usual thresholds for autovacuuming. This is at best pretty unexpected; at worst it delays response to the wraparound threat. Fix it so that if autovacuum is turned off, workers *only* do anti-wraparound vacuums and not any other work.

- During crash recovery, ensure that unlogged relations are rewritten as empty and are synced to disk before recovery is considered complete (Abhijit Menon-Sen, Andres Freund)

This prevents scenarios in which unlogged relations might contain garbage data following database crash recovery.

- Fix race condition between hot standby queries and replaying a full-page image (Heikki Linnakangas)

This mistake could result in transient errors in queries being executed in hot standby.

- Fix several cases where recovery logic improperly ignored WAL records for COMMIT/ABORT PREPARED (Heikki Linnakangas)

The most notable oversight was that recovery_target_xid could not be used to stop at a two-phase commit.

- Avoid creating unnecessary `.ready` marker files for timeline history files (Fujii Masao)
- Fix possible null pointer dereference when an empty prepared statement is used and the `log_statement` setting is `mod` or `ddl` (Fujii Masao)
- Change « pgstat wait timeout » warning message to be LOG level, and rephrase it to be more understandable (Tom Lane)

This message was originally thought to be essentially a can't-happen case, but it occurs often enough on our slower buildfarm members to be a nuisance. Reduce it to LOG level, and expend a bit more effort on the wording: it now reads « using stale statistics instead of current ones because stats collector is not responding ».

- Fix SPARC spinlock implementation to ensure correctness if the CPU is being run in a non-TSO coherency mode, as some non-Solaris kernels do (Andres Freund)
- Warn if macOS's `setlocale()` starts an unwanted extra thread inside the postmaster (Noah Misch)
- Fix processing of repeated dbname parameters in `PQconnectdbParams()` (Alex Shulgin)
Unexpected behavior ensued if the first occurrence of `dbname` contained a connection string or URI to be expanded.
- Ensure that libpq reports a suitable error message on unexpected socket EOF (Marko Tiikkaja, Tom Lane)

Depending on kernel behavior, libpq might return an empty error string rather than something useful when the server unexpectedly closed the socket.

- Clear any old error message during `PQreset()` (Heikki Linnakangas)

If `PQreset()` is called repeatedly, and the connection cannot be re-established, error messages from the failed connection attempts kept accumulating in the PGconn's error string.

- Properly handle out-of-memory conditions while parsing connection options in libpq (Alex Shulgin, Heikki Linnakangas)
- Fix array overrun in ecpg's version of `ParseDateTime()` (Michael Paquier)
- In initdb, give a clearer error message if a password file is specified but is empty (Mats Erik Andersson)
- Fix psql's `\s` command to work nicely with libedit, and add pager support (Stepan Rutz, Tom Lane)

When using libedit rather than readline, `\s` printed the command history in a fairly unreadable encoded format, and on recent libedit versions might fail altogether. Fix that by printing the history ourselves rather than having the library do it. A pleasant side-effect is that the pager is used if appropriate.

This patch also fixes a bug that caused newline encoding to be applied inconsistently when saving the command history with libedit. Multiline history entries written by older psql versions will be read cleanly with this patch, but perhaps not vice versa, depending on the exact libedit versions involved.

- Improve consistency of parsing of psql's special variables (Tom Lane)

Allow variant spellings of `on` and `off` (such as `1/0`) for `ECHO_HIDDEN` and `ON_ERROR_ROLLBACK`. Report a warning for unrecognized values for `COMP_KEYWORD_CASE`, `ECHO`, `ECHO_HIDDEN`, `HISTCONTROL`, `ON_ERROR_ROLLBACK`, and `VERBOSITY`. Recognize all values for all these variables case-insensitively; previously there was a mishmash of case-sensitive and case-insensitive behaviors.

- Fix psql's expanded-mode display to work consistently when using `border = 3` and `linestyle = ascii` or `unicode` (Stephen Frost)
- Improve performance of `pg_dump` when the database contains many instances of multiple dependency paths between the same two objects (Tom Lane)
- Fix possible deadlock during parallel restore of a schema-only dump (Robert Haas, Tom Lane)
- Fix core dump in `pg_dump --binary-upgrade` on zero-column composite type (Rushabh Lathia)
- Prevent WAL files created by `pg_basebackup -x/-X` from being archived again when the standby is promoted (Andres Freund)
- Fix upgrade-from-unpackaged script for `contrib/citext` (Tom Lane)
- Fix block number checking in `contrib/pageinspect`'s `get_raw_page()` (Tom Lane)
The incorrect checking logic could prevent access to some pages in non-main relation forks.
- Fix `contrib/pgcrypto`'s `pgp_sym_decrypt()` to not fail on messages whose length is 6 less than a power of 2 (Marko Tiikkaja)

- Fix file descriptor leak in contrib/pg_test_fsync (Jeff Janes)

This could cause failure to remove temporary files on Windows.

- Handle unexpected query results, especially NULLs, safely in contrib/tablefunc's connectby() (Michael Paquier) connectby() previously crashed if it encountered a NULL key value. It now prints that row but doesn't recurse further.

- Avoid a possible crash in contrib/xml2's xsslt_process() (Mark Simonetti)

libxslt seems to have an undocumented dependency on the order in which resources are freed; reorder our calls to avoid a crash.

- Mark some contrib I/O functions with correct volatility properties (Tom Lane)

The previous over-conservative marking was immaterial in normal use, but could cause optimization problems or rejection of valid index expression definitions. Since the consequences are not large, we've just adjusted the function definitions in the extension modules' scripts, without changing version numbers.

- Numerous cleanups of warnings from Coverity static code analyzer (Andres Freund, Tatsuo Ishii, Marko Kreen, Tom Lane, Michael Paquier)

These changes are mostly cosmetic but in some cases fix corner-case bugs, for example a crash rather than a proper error report after an out-of-memory failure. None are believed to represent security issues.

- Detect incompatible OpenLDAP versions during build (Noah Misch)

With OpenLDAP versions 2.4.24 through 2.4.31, inclusive, PostgreSQL™ backends can crash at exit. Raise a warning during configure based on the compile-time OpenLDAP version number, and test the crashing scenario in the contrib/dblink regression test.

- In non-MSVC Windows builds, ensure libpq.dll is installed with execute permissions (Noah Misch)

- Make pg_regress remove any temporary installation it created upon successful exit (Tom Lane)

This results in a very substantial reduction in disk space usage during make check-world, since that sequence involves creation of numerous temporary installations.

- Support time zone abbreviations that change UTC offset from time to time (Tom Lane)

Previously, PostgreSQL™ assumed that the UTC offset associated with a time zone abbreviation (such as EST) never changes in the usage of any particular locale. However this assumption fails in the real world, so introduce the ability for a zone abbreviation to represent a UTC offset that sometimes changes. Update the zone abbreviation definition files to make use of this feature in timezone locales that have changed the UTC offset of their abbreviations since 1970 (according to the IANA timezone database). In such timezones, PostgreSQL™ will now associate the correct UTC offset with the abbreviation depending on the given date.

- Update time zone abbreviations lists (Tom Lane)

Add CST (China Standard Time) to our lists. Remove references to ADT as « Arabia Daylight Time », an abbreviation that's been out of use since 2007; therefore, claiming there is a conflict with « Atlantic Daylight Time » doesn't seem especially helpful. Fix entirely incorrect GMT offsets for CKT (Cook Islands), FJT, and FJST (Fiji); we didn't even have them on the proper side of the date line.

- Update time zone data files to tzdata release 2015a.

The IANA timezone database has adopted abbreviations of the form AxST/AxDT for all Australian time zones, reflecting what they believe to be current majority practice Down Under. These names do not conflict with usage elsewhere (other than ACST for Acre Summer Time, which has been in disuse since 1994). Accordingly, adopt these names into our « Default » timezone abbreviation set. The « Australia » abbreviation set now contains only CST, EAST, EST, SAST, SAT, and WST, all of which are thought to be mostly historical usage. Note that SAST has also been changed to be South Africa Standard Time in the « Default » abbreviation set.

Also, add zone abbreviations SRET (Asia/Srednekolymsk) and XJT (Asia/Urumqi), and use WSST/WSDT for western Samoa. Also, there were DST law changes in Chile, Mexico, the Turks & Caicos Islands (America/Grand_Turk), and Fiji. There is a new zone Pacific/Bougainville for portions of Papua New Guinea. Also, numerous corrections for historical (pre-1970) time zone data.

E.86. Release 9.1.14

Release date: 2014-07-24

This release contains a variety of fixes from 9.1.13. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.86.1. Migration to Version 9.1.14

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, this release corrects an index corruption problem in some GiST indexes. See the first changelog entry below to find out whether your installation has been affected and what steps you should take if so.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.11, see Section E.89, « Release 9.1.11 ».

E.86.2. Changes

- Correctly initialize padding bytes in `contrib/btree_gist` indexes on bit columns (Heikki Linnakangas)
This error could result in incorrect query results due to values that should compare equal not being seen as equal. Users with GiST indexes on bit or bit varying columns should **REINDEX** those indexes after installing this update.
- Protect against torn pages when deleting GIN list pages (Heikki Linnakangas)
This fix prevents possible index corruption if a system crash occurs while the page update is being written to disk.
- Don't clear the right-link of a GiST index page while replaying updates from WAL (Heikki Linnakangas)
This error could lead to transiently wrong answers from GiST index scans performed in Hot Standby.
- Fix feedback status when `hot_standby` is turned off on-the-fly (Simon Riggs)
- Fix possibly-incorrect cache invalidation during nested calls to `ReceiveSharedInvalidMessages` (Andres Freund)
- Fix « could not find pathkey item to sort » planner failures with `UNION ALL` over subqueries reading from tables with alliance children (Tom Lane)
- Don't assume a subquery's output is unique if there's a set-returning function in its targetlist (David Rowley)
This oversight could lead to misoptimization of constructs like `WHERE x IN (SELECT y, generate_series(1,10) FROM t GROUP BY y)`.
- Fix failure to detoast fields in composite elements of structured types (Tom Lane)
This corrects cases where TOAST pointers could be copied into other tables without being dereferenced. If the original data is later deleted, it would lead to errors like « missing chunk number 0 for toast value ... » when the now-dangling pointer is used.
- Fix « record type has not been registered » failures with whole-row references to the output of Append plan nodes (Tom Lane)
- Fix possible crash when invoking a user-defined function while rewinding a cursor (Tom Lane)
- Fix query-lifespan memory leak while evaluating the arguments for a function in `FROM` (Tom Lane)
- Fix session-lifespan memory leaks in regular-expression processing (Tom Lane, Arthur O'Dwyer, Greg Stark)
- Fix data encoding error in `hungarian.stop` (Tom Lane)
- Prevent foreign tables from being created with `OIDS` when `default_with_oids` is true (Etsuro Fujita)
- Fix liveness checks for rows that were inserted in the current transaction and then deleted by a now-rolled-back subtransaction (Andres Freund)
This could cause problems (at least spurious warnings, and at worst an infinite loop) if **CREATE INDEX** or **CLUSTER** were done later in the same transaction.
- Clear `pg_stat_activity.xact_start` during **PREPARE TRANSACTION** (Andres Freund)
After the **PREPARE**, the originating session is no longer in a transaction, so it should not continue to display a transaction start time.
- Fix **REASSIGN OWNED** to not fail for text search objects (Álvaro Herrera)
- Block signals during postmaster startup (Tom Lane)
This ensures that the postmaster will properly clean up after itself if, for example, it receives `SIGINT` while still starting up.
- Fix client host name lookup when processing `pg_hba.conf` entries that specify host names instead of IP addresses (Tom Lane)

Ensure that reverse-DNS lookup failures are reported, instead of just silently not matching such entries. Also ensure that we make only one reverse-DNS lookup attempt per connection, not one per host name entry, which is what previously happened if the lookup attempts failed.

- Secure Unix-domain sockets of temporary postmasters started during `make check` (Noah Misch)

Any local user able to access the socket file could connect as the server's bootstrap superuser, then proceed to execute arbitrary code as the operating-system user running the test, as we previously noted in CVE-2014-0067. This change defends against that risk by placing the server's socket in a temporary, mode 0700 subdirectory of `/tmp`. The hazard remains however on platforms where Unix sockets are not supported, notably Windows, because then the temporary postmaster must accept local TCP connections.

A useful side effect of this change is to simplify `make check` testing in builds that override `DEFAULT_PGSOCKET_DIR`. Popular non-default values like `/var/run/postgresql` are often not writable by the build user, requiring workarounds that will no longer be necessary.

- Fix tablespace creation WAL replay to work on Windows (MauMau)
- Fix detection of socket creation failures on Windows (Bruce Momjian)
- On Windows, allow new sessions to absorb values of `PGC_BACKEND` parameters (such as `log_connections`) from the configuration file (Amit Kapila)

Previously, if such a parameter were changed in the file post-startup, the change would have no effect.

- Properly quote executable path names on Windows (Nikhil Deshpande)

This oversight could cause `initdb` and `pg_upgrade` to fail on Windows, if the installation path contained both spaces and @ signs.

- Fix linking of `libpython` on macOS (Tom Lane)

The method we previously used can fail with the Python library supplied by Xcode 5.0 and later.

- Avoid buffer bloat in `libpq` when the server consistently sends data faster than the client can absorb it (Shin-ichi Morita, Tom Lane)

`libpq` could be coerced into enlarging its input buffer until it runs out of memory (which would be reported misleadingly as « lost synchronization with server »). Under ordinary circumstances it's quite far-fetched that data could be continuously transmitted more quickly than the `recv()` loop can absorb it, but this has been observed when the client is artificially slowed by scheduler constraints.

- Ensure that LDAP lookup attempts in `libpq` time out as intended (Laurenz Albe)

- Fix `ecpg` to do the right thing when an array of `char *` is the target for a `FETCH` statement returning more than one row, as well as some other array-handling fixes (Ashutosh Bapat)

- Fix `pg_restore`'s processing of old-style large object comments (Tom Lane)

A direct-to-database restore from an archive file generated by a pre-9.0 version of `pg_dump` would usually fail if the archive contained more than a few comments for large objects.

- In `contrib/pgcrypto` functions, ensure sensitive information is cleared from stack variables before returning (Marko Kreen)

- In `contrib/uuid-ossp`, cache the state of the OSSP UUID library across calls (Tom Lane)

This improves the efficiency of UUID generation and reduces the amount of entropy drawn from `/dev/urandom`, on platforms that have that.

- Update time zone data files to tzdata release 2014e for DST law changes in Crimea, Egypt, and Morocco.

E.87. Release 9.1.13

Release date: 2014-03-20

This release contains a variety of fixes from 9.1.12. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.87.1. Migration to Version 9.1.13

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.11, see Section E.89, « Release 9.1.11 ».

E.87.2. Changes

- Restore GIN metapages unconditionally to avoid torn-page risk (Heikki Linnakangas)

Although this oversight could theoretically result in a corrupted index, it is unlikely to have caused any problems in practice, since the active part of a GIN metapage is smaller than a standard 512-byte disk sector.

- Avoid race condition in checking transaction commit status during receipt of a **NOTIFY** message (Marko Tiikkaja)

This prevents a scenario wherein a sufficiently fast client might respond to a notification before database updates made by the notifier have become visible to the recipient.

- Allow regular-expression operators to be terminated early by query cancel requests (Tom Lane)

This prevents scenarios wherein a pathological regular expression could lock up a server process uninterruptibly for a long time.

- Remove incorrect code that tried to allow **OVERLAPS** with single-element row arguments (Joshua Yanovski)

This code never worked correctly, and since the case is neither specified by the SQL standard nor documented, it seemed better to remove it than fix it.

- Avoid getting more than **AccessShareLock** when de-parsing a rule or view (Dean Rasheed)

This oversight resulted in `pg_dump` unexpectedly acquiring **RowExclusiveLock** locks on tables mentioned as the targets of **INSERT/UPDATE/DELETE** commands in rules. While usually harmless, that could interfere with concurrent transactions that tried to acquire, for example, **ShareLock** on those tables.

- Improve performance of index endpoint probes during planning (Tom Lane)

This change fixes a significant performance problem that occurred when there were many not-yet-committed rows at the end of the index, which is a common situation for indexes on sequentially-assigned values such as timestamps or sequence-generated identifiers.

- Fix walsender's failure to shut down cleanly when client is `pg_receivexlog` (Fujii Masao)

- Fix test to see if hot standby connections can be allowed immediately after a crash (Heikki Linnakangas)

- Prevent interrupts while reporting non-**ERROR** messages (Tom Lane)

This guards against rare server-process freezeups due to recursive entry to `syslog()`, and perhaps other related problems.

- Fix memory leak in PL/Perl when returning a composite result, including multiple-OUT-parameter cases (Alex Hunsaker)

- Prevent intermittent « could not reserve shared memory region » failures on recent Windows versions (MauMau)

• Update time zone data files to tzdata release 2014a for DST law changes in Fiji and Turkey, plus historical changes in Israel and Ukraine.

E.88. Release 9.1.12

Release date: 2014-02-20

This release contains a variety of fixes from 9.1.11. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.88.1. Migration to Version 9.1.12

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.11, see Section E.89, « Release 9.1.11 ».

E.88.2. Changes

- Shore up `GRANT ... WITH ADMIN OPTION` restrictions (Noah Misch)

Granting a role without `ADMIN OPTION` is supposed to prevent the grantee from adding or removing members from the

granted role, but this restriction was easily bypassed by doing `SET ROLE` first. The security impact is mostly that a role member can revoke the access of others, contrary to the wishes of his grantor. Unapproved role member additions are a lesser concern, since an uncooperative role member could provide most of his rights to others anyway by creating views or `SECURITY DEFINER` functions. (CVE-2014-0060)

- Prevent privilege escalation via manual calls to PL validator functions (Andres Freund)

The primary role of PL validator functions is to be called implicitly during `CREATE FUNCTION`, but they are also normal SQL functions that a user can call explicitly. Calling a validator on a function actually written in some other language was not checked for and could be exploited for privilege-escalation purposes. The fix involves adding a call to a privilege-checking function in each validator function. Non-core procedural languages will also need to make this change to their own validator functions, if any. (CVE-2014-0061)

- Avoid multiple name lookups during table and index DDL (Robert Haas, Andres Freund)

If the name lookups come to different conclusions due to concurrent activity, we might perform some parts of the DDL on a different table than other parts. At least in the case of `CREATE INDEX`, this can be used to cause the permissions checks to be performed against a different table than the index creation, allowing for a privilege escalation attack. (CVE-2014-0062)

- Prevent buffer overrun with long datetime strings (Noah Misch)

The `MAXDATELEN` constant was too small for the longest possible value of type interval, allowing a buffer overrun in `interval_out()`. Although the datetime input functions were more careful about avoiding buffer overrun, the limit was short enough to cause them to reject some valid inputs, such as input containing a very long timezone name. The `ecpg` library contained these vulnerabilities along with some of its own. (CVE-2014-0063)

- Prevent buffer overrun due to integer overflow in size calculations (Noah Misch, Heikki Linnakangas)

Several functions, mostly type input functions, calculated an allocation size without checking for overflow. If overflow did occur, a too-small buffer would be allocated and then written past. (CVE-2014-0064)

- Prevent overruns of fixed-size buffers (Peter Eisentraut, Jozef Mlich)

Use `strlcpy()` and related functions to provide a clear guarantee that fixed-size buffers are not overrun. Unlike the preceding items, it is unclear whether these cases really represent live issues, since in most cases there appear to be previous constraints on the size of the input string. Nonetheless it seems prudent to silence all Coverity warnings of this type. (CVE-2014-0065)

- Avoid crashing if `crypt()` returns NULL (Honza Horak, Bruce Momjian)

There are relatively few scenarios in which `crypt()` could return NULL, but `contrib/chkpass` would crash if it did. One practical case in which this could be an issue is if libc is configured to refuse to execute unapproved hashing algorithms (e.g., « FIPS mode »). (CVE-2014-0066)

- Document risks of `make check` in the regression testing instructions (Noah Misch, Tom Lane)

Since the temporary server started by `make check` uses « trust » authentication, another user on the same machine could connect to it as database superuser, and then potentially exploit the privileges of the operating-system user who started the tests. A future release will probably incorporate changes in the testing procedure to prevent this risk, but some public discussion is needed first. So for the moment, just warn people against using `make check` when there are untrusted users on the same machine. (CVE-2014-0067)

- Fix possible mis-replay of WAL records when some segments of a relation aren't full size (Greg Stark, Tom Lane)

The WAL update could be applied to the wrong page, potentially many pages past where it should have been. Aside from corrupting data, this error has been observed to result in significant « bloat » of standby servers compared to their masters, due to updates being applied far beyond where the end-of-file should have been. This failure mode does not appear to be a significant risk during crash recovery, only when initially synchronizing a standby created from a base backup taken from a quickly-changing master.

- Fix bug in determining when recovery has reached consistency (Tomonari Katsumata, Heikki Linnakangas)

In some cases WAL replay would mistakenly conclude that the database was already consistent at the start of replay, thus possibly allowing hot-standby queries before the database was really consistent. Other symptoms such as « PANIC: WAL contains references to invalid pages » were also possible.

- Fix improper locking of btree index pages while replaying a VACUUM operation in hot-standby mode (Andres Freund, Heikki Linnakangas, Tom Lane)

This error could result in « PANIC: WAL contains references to invalid pages » failures.

- Ensure that insertions into non-leaf GIN index pages write a full-page WAL record when appropriate (Heikki Linnakangas)

The previous coding risked index corruption in the event of a partial-page write during a system crash.

- When `pause_at_recovery_target` and `recovery_target_inclusive` are both set, ensure the target record is applied before pausing, not after (Heikki Linnakangas)
- Fix race conditions during server process exit (Robert Haas)

Ensure that signal handlers don't attempt to use the process's `MyProc` pointer after it's no longer valid.

- Fix race conditions in `walsender` shutdown logic and `walreceiver` `SIGHUP` signal handler (Tom Lane)
- Fix unsafe references to `errno` within error reporting logic (Christian Kruse)

This would typically lead to odd behaviors such as missing or inappropriate `HINT` fields.

- Fix possible crashes from using `ereport()` too early during server startup (Tom Lane)

The principal case we've seen in the field is a crash if the server is started in a directory it doesn't have permission to read.

- Clear retry flags properly in OpenSSL socket write function (Alexander Kukushkin)

This omission could result in a server lockup after unexpected loss of an SSL-encrypted connection.

- Fix length checking for Unicode identifiers (`U&"..."` syntax) containing escapes (Tom Lane)

A spurious truncation warning would be printed for such identifiers if the escaped form of the identifier was too long, but the identifier actually didn't need truncation after de-escaping.

- Allow keywords that are type names to be used in lists of roles (Stephen Frost)

A previous patch allowed such keywords to be used without quoting in places such as role identifiers; but it missed cases where a list of role identifiers was permitted, such as `DROP ROLE`.

- Fix parser crash for `EXISTS (SELECT * FROM zero_column_table)` (Tom Lane)

- Fix possible crash due to invalid plan for nested sub-selects, such as `WHERE (... x IN (SELECT ...) ...) IN (SELECT ...)` (Tom Lane)

- Ensure that `ANALYZE` creates statistics for a table column even when all the values in it are « too wide » (Tom Lane)

`ANALYZE` intentionally omits very wide values from its histogram and most-common-values calculations, but it neglected to do something sane in the case that all the sampled entries are too wide.

- In `ALTER TABLE ... SET TABLESPACE`, allow the database's default tablespace to be used without a permissions check (Stephen Frost)

`CREATE TABLE` has always allowed such usage, but `ALTER TABLE` didn't get the memo.

- Fix « cannot accept a set » error when some arms of a `CASE` return a set and others don't (Tom Lane)

- Fix checks for all-zero client addresses in `pgstat` functions (Kevin Grittner)

- Fix possible misclassification of multibyte characters by the text search parser (Tom Lane)

Non-ASCII characters could be misclassified when using C locale with a multibyte encoding. On Cygwin, non-C locales could fail as well.

- Fix possible misbehavior in `plainto_tsquery()` (Heikki Linnakangas)

Use `memmove()` not `memcpy()` for copying overlapping memory regions. There have been no field reports of this actually causing trouble, but it's certainly risky.

- Fix placement of permissions checks in `pg_start_backup()` and `pg_stop_backup()` (Andres Freund, Magnus Hägander)

The previous coding might attempt to do catalog access when it shouldn't.

- Accept `SHIFT_JIS` as an encoding name for locale checking purposes (Tatsuo Ishii)

- Fix misbehavior of `PQhost()` on Windows (Fujii Masa)

It should return `localhost` if no host has been specified.

- Improve error handling in `libpq` and `psql` for failures during `COPY TO STDOUT/FROM STDIN` (Tom Lane)

In particular this fixes an infinite loop that could occur in 9.2 and up if the server connection was lost during `COPY FROM STDIN`. Variants of that scenario might be possible in older versions, or with other client applications.

- Fix possible incorrect printing of filenames in pg_basebackup's verbose mode (Magnus Hagander)
- Avoid including tablespaces inside PGDATA twice in base backups (Dimitri Fontaine, Magnus Hagander)
- Fix misaligned descriptors in ecpg (MauMau)
- In ecpg, handle lack of a hostname in the connection parameters properly (Michael Meskes)
- Fix performance regression in contrib/dblink connection startup (Joe Conway)
Avoid an unnecessary round trip when client and server encodings match.
- In contrib/isn, fix incorrect calculation of the check digit for ISMN values (Fabien Coelho)
- Ensure client-code-only installation procedure works as documented (Peter Eisentraut)
- In Mingw and Cygwin builds, install the libpq DLL in the bin directory (Andrew Dunstan)

This duplicates what the MSVC build has long done. It should fix problems with programs like psql failing to start because they can't find the DLL.

- Avoid using the deprecated dllwrap tool in Cygwin builds (Marco Atzeri)
- Don't generate plain-text HISTORY and src/test/regress/README files anymore (Tom Lane)

These text files duplicated the main HTML and PDF documentation formats. The trouble involved in maintaining them greatly outweighs the likely audience for plain-text format. Distribution tarballs will still contain files by these names, but they'll just be stubs directing the reader to consult the main documentation. The plain-text INSTALL file will still be maintained, as there is arguably a use-case for that.

- Update time zone data files to tzdata release 2013i for DST law changes in Jordan and historical changes in Cuba.

In addition, the zones Asia/Riyadh87, Asia/Riyadh88, and Asia/Riyadh89 have been removed, as they are no longer maintained by IANA, and never represented actual civil timekeeping practice.

E.89. Release 9.1.11

Release date: 2013-12-05

This release contains a variety of fixes from 9.1.10. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.89.1. Migration to Version 9.1.11

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, this release corrects a number of potential data corruption issues. See the first two changelog entries below to find out whether your installation has been affected and what steps you can take if so.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.9, see Section E.91, « Release 9.1.9 ».

E.89.2. Changes

- Fix VACUUM's tests to see whether it can update `relfrozenxid` (Andres Freund)

In some cases **VACUUM** (either manual or autovacuum) could incorrectly advance a table's `relfrozenxid` value, allowing tuples to escape freezing, causing those rows to become invisible once 2^{31} transactions have elapsed. The probability of data loss is fairly low since multiple incorrect advancements would need to happen before actual loss occurs, but it's not zero. Users upgrading from releases 9.0.4 or 8.4.8 or earlier are not affected, but all later versions contain the bug.

The issue can be ameliorated by, after upgrading, vacuuming all tables in all databases while having `vacuum_freeze_table_age` set to zero. This will fix any latent corruption but will not be able to fix all pre-existing data errors. However, an installation can be presumed safe after performing this vacuuming if it has executed fewer than 2^{31} update transactions in its lifetime (check this with `SELECT txid_current() < 2^{31}`).

- Fix initialization of pg_clog and pg_subtrans during hot standby startup (Andres Freund, Heikki Linnakangas)

This bug can cause data loss on standby servers at the moment they start to accept hot-standby queries, by marking committed transactions as uncommitted. The likelihood of such corruption is small unless, at the time of standby startup, the primary server has executed many updating transactions since its last checkpoint. Symptoms include missing rows, rows that should have been deleted being still visible, and obsolete versions of updated rows being still visible alongside their newer versions.

This bug was introduced in versions 9.3.0, 9.2.5, 9.1.10, and 9.0.14. Standby servers that have only been running earlier releases are not at risk. It's recommended that standby servers that have ever run any of the buggy releases be re-cloned from the primary (e.g., with a new base backup) after upgrading.

- Truncate `pg_multixact` contents during WAL replay (Andres Freund)
This avoids ever-increasing disk space consumption in standby servers.
- Fix race condition in GIN index posting tree page deletion (Heikki Linnakangas)
This could lead to transient wrong answers or query failures.
- Avoid flattening a subquery whose `SELECT` list contains a volatile function wrapped inside a sub-`SELECT` (Tom Lane)
This avoids unexpected results due to extra evaluations of the volatile function.
- Fix planner's processing of non-simple-variable subquery outputs nested within outer joins (Tom Lane)
This error could lead to incorrect plans for queries involving multiple levels of subqueries within `JOIN` syntax.
- Fix incorrect generation of optimized `MIN()`/`MAX()` plans for alliance trees (Tom Lane)
The planner could fail in cases where the `MIN()`/`MAX()` argument was an expression rather than a simple variable.
- Fix premature deletion of temporary files (Andres Freund)
- Fix possible read past end of memory in rule printing (Peter Eisentraut)
- Fix array slicing of `int2vector` and `oidvector` values (Tom Lane)
Expressions of this kind are now implicitly promoted to regular `int2` or `oid` arrays.
- Fix incorrect behaviors when using a SQL-standard, simple GMT offset timezone (Tom Lane)
In some cases, the system would use the simple GMT offset value when it should have used the regular timezone setting that had prevailed before the simple offset was selected. This change also causes the `timeofday` function to honor the simple GMT offset zone.
 - Prevent possible misbehavior when logging translations of Windows error codes (Tom Lane)
 - Properly quote generated command lines in `pg_ctl` (Naoya Anzai and Tom Lane)
This fix applies only to Windows.
- Fix `pg_dumpall` to work when a source database sets `default_transaction_read_only` via **ALTER DATABASE SET** (Kevin Grittner)
Previously, the generated script would fail during restore.
- Make `ecpg` search for quoted cursor names case-sensitively (Zoltán Böszörnyi)
- Fix `ecpg`'s processing of lists of variables declared `varchar` (Zoltán Böszörnyi)
- Make `contrib/lo` defend against incorrect trigger definitions (Marc Cousin)
- Update time zone data files to tzdata release 2013h for DST law changes in Argentina, Brazil, Jordan, Libya, Liechtenstein, Morocco, and Palestine. Also, new timezone abbreviations WIB, WIT, WITA for Indonesia.

E.90. Release 9.1.10

Release date: 2013-10-10

This release contains a variety of fixes from 9.1.9. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.90.1. Migration to Version 9.1.10

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.9, see Section E.91, « Release 9.1.9 ».

E.90.2. Changes

- Prevent corruption of multi-byte characters when attempting to case-fold identifiers (Andrew Dunstan)
PostgreSQL™ case-folds non-ASCII characters only when using a single-byte server encoding.
- Fix checkpoint memory leak in background writer when wal_level = hot_standby (Naoya Anzai)
- Fix memory leak caused by lo_open() failure (Heikki Linnakangas)
- Fix memory overcommit bug when work_mem is using more than 24GB of memory (Stephen Frost)
- Serializable snapshot fixes (Kevin Grittner, Heikki Linnakangas)
- Fix deadlock bug in libpq when using SSL (Stephen Frost)
- Fix possible SSL state corruption in threaded libpq applications (Nick Phillips, Stephen Frost)
- Properly compute row estimates for boolean columns containing many NULL values (Andrew Gierth)
Previously tests like col IS NOT TRUE and col IS NOT FALSE did not properly factor in NULL values when estimating plan costs.
- Prevent pushing down WHERE clauses into unsafe UNION/INTERSECT subqueries (Tom Lane)
Subqueries of a UNION or INTERSECT that contain set-returning functions or volatile functions in their SELECT lists could be improperly optimized, leading to run-time errors or incorrect query results.
- Fix rare case of « failed to locate grouping columns » planner failure (Tom Lane)
- Fix pg_dump of foreign tables with dropped columns (Andrew Dunstan)
Previously such cases could cause a pg_upgrade error.
- Reorder pg_dump processing of extension-related rules and event triggers (Joe Conway)
- Force dumping of extension tables if specified by **pg_dump -t** or **-n** (Joe Conway)
- Improve view dumping code's handling of dropped columns in referenced tables (Tom Lane)
- Fix **pg_restore -I** with the directory archive to display the correct format name (Fujii Masao)
- Properly record index comments created using UNIQUE and PRIMARY KEY syntax (Andres Freund)
This fixes a parallel pg_restore failure.
- Properly guarantee transmission of WAL files before clean switchover (Fujii Masao)
Previously, the streaming replication connection might close before all WAL files had been replayed on the standby.
- Fix WAL segment timeline handling during recovery (Mitsumasa Kondo, Heikki Linnakangas)
WAL file recycling during standby recovery could lead to premature recovery completion, resulting in data loss.
- Fix **REINDEX TABLE** and **REINDEX DATABASE** to properly revalidate constraints and mark invalidated indexes as valid (Noah Misch)
REINDEX INDEX has always worked properly.
- Fix possible deadlock during concurrent **CREATE INDEX CONCURRENTLY** operations (Tom Lane)
- Fix regexp_matches() handling of zero-length matches (Jeevan Chalke)
Previously, zero-length matches like '^' could return too many matches.
- Fix crash for overly-complex regular expressions (Heikki Linnakangas)
- Fix regular expression match failures for back references combined with non-greedy quantifiers (Jeevan Chalke)
- Prevent **CREATE FUNCTION** from checking **SET** variables unless function body checking is enabled (Tom Lane)
- Allow **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** to operate on schemas without requiring CREATE permission (Tom Lane)
- Loosen restriction on keywords used in queries (Tom Lane)
Specifically, lessen keyword restrictions for role names, language names, **EXPLAIN** and **COPY** options, and **SET** values.
This allows **COPY ... (FORMAT BINARY)** to work as expected; previously **BINARY** needed to be quoted.
- Fix pgp_pub_decrypt() so it works for secret keys with passwords (Marko Kreen)
- Make pg_upgrade use pg_dump --quote-all-identifiers to avoid problems with keyword changes between re-

leases (Tom Lane)

- Remove rare inaccurate warning during vacuum of index-less tables (Heikki Linnakangas)
- Ensure that **VACUUM ANALYZE** still runs the ANALYZE phase if its attempt to truncate the file is cancelled due to lock conflicts (Kevin Grittner)
- Avoid possible failure when performing transaction control commands (e.g **ROLLBACK**) in prepared queries (Tom Lane)
- Ensure that floating-point data input accepts standard spellings of « infinity » on all platforms (Tom Lane)
The C99 standard says that allowable spellings are `inf`, `+inf`, `-inf`, `infinity`, `+infinity`, and `-infinity`. Make sure we recognize these even if the platform's `strtod` function doesn't.
- Expand ability to compare rows to records and arrays (Rafal Rzepecki, Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2013d for DST law changes in Israel, Morocco, Palestine, and Paraguay. Also, historical zone data corrections for Macquarie Island.

E.91. Release 9.1.9

Release date: 2013-04-04

This release contains a variety of fixes from 9.1.8. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.91.1. Migration to Version 9.1.9

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, this release corrects several errors in management of GiST indexes. After installing this update, it is advisable to **REINDEX** any GiST indexes that meet one or more of the conditions described below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.6, see Section E.94, « Release 9.1.6 ».

E.91.2. Changes

- Fix insecure parsing of server command-line switches (Mitsumasa Kondo, Kyotaro Horiguchi)

A connection request containing a database name that begins with « - » could be crafted to damage or destroy files within the server's data directory, even if the request is eventually rejected. (CVE-2013-1899)

- Reset OpenSSL randomness state in each postmaster child process (Marko Kreen)

This avoids a scenario wherein random numbers generated by `contrib/pgcrypto` functions might be relatively easy for another database user to guess. The risk is only significant when the postmaster is configured with `ssl = on` but most connections don't use SSL encryption. (CVE-2013-1900)

- Make **REPLICATION** privilege checks test current user not authenticated user (Noah Misch)

An unprivileged database user could exploit this mistake to call `pg_start_backup()` or `pg_stop_backup()`, thus possibly interfering with creation of routine backups. (CVE-2013-1901)

- Fix GiST indexes to not use « fuzzy » geometric comparisons when it's not appropriate to do so (Alexander Korotkov)

The core geometric types perform comparisons using « fuzzy » equality, but `gist_box_same` must do exact comparisons, else GiST indexes using it might become inconsistent. After installing this update, users should **REINDEX** any GiST indexes on box, polygon, circle, or point columns, since all of these use `gist_box_same`.

- Fix erroneous range-union and penalty logic in GiST indexes that use `contrib/btree_gist` for variable-width data types, that is text, bytea, bit, and numeric columns (Tom Lane)

These errors could result in inconsistent indexes in which some keys that are present would not be found by searches, and also in useless index bloat. Users are advised to **REINDEX** such indexes after installing this update.

- Fix bugs in GiST page splitting code for multi-column indexes (Tom Lane)

These errors could result in inconsistent indexes in which some keys that are present would not be found by searches, and also in indexes that are unnecessarily inefficient to search. Users are advised to **REINDEX** multi-column GiST indexes after installing this update.

- Fix `gist_point_consistent` to handle fuzziness consistently (Alexander Korotkov)

Index scans on GiST indexes on point columns would sometimes yield results different from a sequential scan, because `gist_point_consistent` disagreed with the underlying operator code about whether to do comparisons exactly or fuzzily.

- Fix buffer leak in WAL replay (Heikki Linnakangas)

This bug could result in « incorrect local pin count » errors during replay, making recovery impossible.

- Fix race condition in **DELETE RETURNING** (Tom Lane)

Under the right circumstances, **DELETE RETURNING** could attempt to fetch data from a shared buffer that the current process no longer has any pin on. If some other process changed the buffer meanwhile, this would lead to garbage RETURNING output, or even a crash.

- Fix infinite-loop risk in regular expression compilation (Tom Lane, Don Porter)

- Fix potential null-pointer dereference in regular expression compilation (Tom Lane)

- Fix `to_char()` to use ASCII-only case-folding rules where appropriate (Tom Lane)

This fixes misbehavior of some template patterns that should be locale-independent, but mishandled « I » and « i » in Turkish locales.

- Fix unwanted rejection of timestamp 1999-12-31 24:00:00 (Tom Lane)

- Fix logic error when a single transaction does **UNLISTEN** then **LISTEN** (Tom Lane)

The session wound up not listening for notify events at all, though it surely should listen in this case.

- Fix possible planner crash after columns have been added to a view that's depended on by another view (Tom Lane)

- Remove useless « picksplit doesn't support secondary split » log messages (Josh Hansen, Tom Lane)

This message seems to have been added in expectation of code that was never written, and probably never will be, since GiST's default handling of secondary splits is actually pretty good. So stop nagging end users about it.

- Fix possible failure to send a session's last few transaction commit/abort counts to the statistics collector (Tom Lane)

- Eliminate memory leaks in PL/Perl's `spi_prepare()` function (Alex Hunsaker, Tom Lane)

- Fix `pg_dumpall` to handle database names containing « = » correctly (Heikki Linnakangas)

- Avoid crash in `pg_dump` when an incorrect connection string is given (Heikki Linnakangas)

- Ignore invalid indexes in `pg_dump` and `pg_upgrade` (Michael Paquier, Bruce Momjian)

Dumping invalid indexes can cause problems at restore time, for example if the reason the index creation failed was because it tried to enforce a uniqueness condition not satisfied by the table's data. Also, if the index creation is in fact still in progress, it seems reasonable to consider it to be an uncommitted DDL change, which `pg_dump` wouldn't be expected to dump anyway. `pg_upgrade` now also skips invalid indexes rather than failing.

- In `pg_basebackup`, include only the current server version's subdirectory when backing up a tablespace (Heikki Linnakangas)

- Add a server version check in `pg_basebackup` and `pg_receivexlog`, so they fail cleanly with version combinations that won't work (Heikki Linnakangas)

- Fix `contrib/pg_trgm`'s `similarity()` function to return zero for trigram-less strings (Tom Lane)

Previously it returned NaN due to internal division by zero.

- Update time zone data files to tzdata release 2013b for DST law changes in Chile, Haiti, Morocco, Paraguay, and some Russian areas. Also, historical zone data corrections for numerous places.

Also, update the time zone abbreviation files for recent changes in Russia and elsewhere: CHOT, GET, IRKT, KGT, KRAT, MAGT, MAWT, MSK, NOVT, OMST, TKT, VLAT, WST, YAKT, YEKT now follow their current meanings, and VOLT (Europe/Volgograd) and MIST (Antarctica/Macquarie) are added to the default abbreviations list.

E.92. Release 9.1.8

Release date: 2013-02-07

This release contains a variety of fixes from 9.1.7. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100,

« Release 9.1 ».

E.92.1. Migration to Version 9.1.8

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.6, see Section E.94, « Release 9.1.6 ».

E.92.2. Changes

- Prevent execution of `enum_recv` from SQL (Tom Lane)

The function was misdeclared, allowing a simple SQL command to crash the server. In principle an attacker might be able to use it to examine the contents of server memory. Our thanks to Sumit Soni (via Secunia SVCRP) for reporting this issue. (CVE-2013-0255)

- Fix multiple problems in detection of when a consistent database state has been reached during WAL replay (Fujii Masao, Heikki Linnakangas, Simon Riggs, Andres Freund)

- Update minimum recovery point when truncating a relation file (Heikki Linnakangas)

Once data has been discarded, it's no longer safe to stop recovery at an earlier point in the timeline.

- Fix recycling of WAL segments after changing recovery target timeline (Heikki Linnakangas)

- Fix missing cancellations in hot standby mode (Noah Misch, Simon Riggs)

The need to cancel conflicting hot-standby queries would sometimes be missed, allowing those queries to see inconsistent data.

- Prevent recovery pause feature from pausing before users can connect (Tom Lane)

- Fix SQL grammar to allow subscripting or field selection from a sub-SELECT result (Tom Lane)

- Fix performance problems with autovacuum truncation in busy workloads (Jan Wieck)

Truncation of empty pages at the end of a table requires exclusive lock, but autovacuum was coded to fail (and release the table lock) when there are conflicting lock requests. Under load, it is easily possible that truncation would never occur, resulting in table bloat. Fix by performing a partial truncation, releasing the lock, then attempting to re-acquire the lock and continue. This fix also greatly reduces the average time before autovacuum releases the lock after a conflicting request arrives.

- Protect against race conditions when scanning pg_tablespace (Stephen Frost, Tom Lane)

CREATE DATABASE and **DROP DATABASE** could misbehave if there were concurrent updates of pg_tablespace entries.

- Prevent **DROP OWNED** from trying to drop whole databases or tablespaces (Álvaro Herrera)

For safety, ownership of these objects must be reassigned, not dropped.

- Fix error in `vacuum_freeze_table_age` implementation (Andres Freund)

In installations that have existed for more than `vacuum_freeze_min_age` transactions, this mistake prevented autovacuum from using partial-table scans, so that a full-table scan would always happen instead.

- Prevent misbehavior when a RowExpr or XmlExpr is parse-analyzed twice (Andres Freund, Tom Lane)

This mistake could be user-visible in contexts such as `CREATE TABLE LIKE INCLUDING INDEXES`.

- Improve defenses against integer overflow in hashtable sizing calculations (Jeff Davis)

- Fix failure to ignore leftover temporary tables after a server crash (Tom Lane)

- Reject out-of-range dates in `to_date()` (Hitoshi Harada)

- Fix `pg_extension_config_dump()` to handle extension-update cases properly (Tom Lane)

This function will now replace any existing entry for the target table, making it usable in extension update scripts.

- Fix PL/Python's handling of functions used as triggers on multiple tables (Andres Freund)

- Ensure that non-ASCII prompt strings are translated to the correct code page on Windows (Alexander Law, Noah Misch)

This bug affected psql and some other client programs.

- Fix possible crash in psql's `\?` command when not connected to a database (Meng Qingzhong)

- Fix possible error if a relation file is removed while pg_basebackup is running (Heikki Linnakangas)
- Make pg_dump exclude data of unlogged tables when running on a hot-standby server (Magnus Hagander)

This would fail anyway because the data is not available on the standby server, so it seems most convenient to assume --no-unlogged-table-data automatically.
- Fix pg_upgrade to deal with invalid indexes safely (Bruce Momjian)
- Fix one-byte buffer overrun in libpq's PQprintTuples (Xi Wang)

This ancient function is not used anywhere by PostgreSQL™ itself, but it might still be used by some client code.
- Make ecpglib use translated messages properly (Chen Huajun)
- Properly install ecpg_compat and pgtypes libraries on MSVC (Jiang Guiqing)
- Include our version of isinf() in libecpg if it's not provided by the system (Jiang Guiqing)
- Rearrange configure's tests for supplied functions so it is not fooled by bogus exports from libedit/libreadline (Christoph Berg)
- Ensure Windows build number increases over time (Magnus Hagander)
- Make pgxs build executables with the right .exe suffix when cross-compiling for Windows (Zoltan Boszormenyi)
- Add new timezone abbreviation FET (Tom Lane)

This is now used in some eastern-European time zones.

E.93. Release 9.1.7

Release date: 2012-12-06

This release contains a variety of fixes from 9.1.6. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.93.1. Migration to Version 9.1.7

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.6, see Section E.94, « Release 9.1.6 ».

E.93.2. Changes

- Fix multiple bugs associated with **CREATE INDEX CONCURRENTLY** (Andres Freund, Tom Lane)

Fix **CREATE INDEX CONCURRENTLY** to use in-place updates when changing the state of an index's pg_index row. This prevents race conditions that could cause concurrent sessions to miss updating the target index, thus resulting in corrupt concurrently-created indexes.

Also, fix various other operations to ensure that they ignore invalid indexes resulting from a failed **CREATE INDEX CONCURRENTLY** command. The most important of these is **VACUUM**, because an auto-vacuum could easily be launched on the table before corrective action can be taken to fix or remove the invalid index.
- Fix buffer locking during WAL replay (Tom Lane)

The WAL replay code was insufficiently careful about locking buffers when replaying WAL records that affect more than one page. This could result in hot standby queries transiently seeing inconsistent states, resulting in wrong answers or unexpected failures.
- Fix an error in WAL generation logic for GIN indexes (Tom Lane)

This could result in index corruption, if a torn-page failure occurred.
- Properly remove startup process's virtual XID lock when promoting a hot standby server to normal running (Simon Riggs)

This oversight could prevent subsequent execution of certain operations such as **CREATE INDEX CONCURRENTLY**.
- Avoid bogus « out-of-sequence timeline ID » errors in standby mode (Heikki Linnakangas)
- Prevent the postmaster from launching new child processes after it's received a shutdown signal (Tom Lane)

This mistake could result in shutdown taking longer than it should, or even never completing at all without additional user ac-

tion.

- Avoid corruption of internal hash tables when out of memory (Hitoshi Harada)

- Prevent file descriptors for dropped tables from being held open past transaction end (Tom Lane)

This should reduce problems with long-since-dropped tables continuing to occupy disk space.

- Prevent database-wide crash and restart when a new child process is unable to create a pipe for its latch (Tom Lane)

Although the new process must fail, there is no good reason to force a database-wide restart, so avoid that. This improves robustness when the kernel is nearly out of file descriptors.

- Fix planning of non-strict equivalence clauses above outer joins (Tom Lane)

The planner could derive incorrect constraints from a clause equating a non-strict construct to something else, for example WHERE COALESCE(foo, 0) = 0 when foo is coming from the nullable side of an outer join.

- Fix **SELECT DISTINCT** with index-optimized MIN/MAX on an alliance tree (Tom Lane)

The planner would fail with « failed to re-find MinMaxAggInfo record » given this combination of factors.

- Improve planner's ability to prove exclusion constraints from equivalence classes (Tom Lane)

- Fix partial-row matching in hashed subplans to handle cross-type cases correctly (Tom Lane)

This affects multicolumn NOT IN subplans, such as WHERE (a, b) NOT IN (SELECT x, y FROM ...) when for instance b and y are int4 and int8 respectively. This mistake led to wrong answers or crashes depending on the specific data-types involved.

- Acquire buffer lock when re-fetching the old tuple for an AFTER ROW UPDATE/DELETE trigger (Andres Freund)

In very unusual circumstances, this oversight could result in passing incorrect data to a trigger WHEN condition, or to the pre-check logic for a foreign-key enforcement trigger. That could result in a crash, or in an incorrect decision about whether to fire the trigger.

- Fix **ALTER COLUMN TYPE** to handle allied check constraints properly (Pavan Deolasee)

This worked correctly in pre-8.4 releases, and now works correctly in 8.4 and later.

- Fix **ALTER EXTENSION SET SCHEMA**'s failure to move some subsidiary objects into the new schema (Álvaro Herrera, Dimitri Fontaine)

- Fix **REASSIGN OWNED** to handle grants on tablespaces (Álvaro Herrera)

- Ignore incorrect pg_attribute entries for system columns for views (Tom Lane)

Views do not have any system columns. However, we forgot to remove such entries when converting a table to a view. That's fixed properly for 9.3 and later, but in previous branches we need to defend against existing mis-converted views.

- Fix rule printing to dump INSERT INTO *table* DEFAULT VALUES correctly (Tom Lane)

- Guard against stack overflow when there are too many UNION/INTERSECT/EXCEPT clauses in a query (Tom Lane)

- Prevent platform-dependent failures when dividing the minimum possible integer value by -1 (Xi Wang, Tom Lane)

- Fix possible access past end of string in date parsing (Hitoshi Harada)

- Fix failure to advance XID epoch if XID wraparound happens during a checkpoint and wal_level is hot_standby (Tom Lane, Andres Freund)

While this mistake had no particular impact on PostgreSQL™ itself, it was bad for applications that rely on txid_current() and related functions: the TXID value would appear to go backwards.

- Fix display of pg_stat_replication.sync_state at a page boundary (Kyotaro Horiguchi)

- Produce an understandable error message if the length of the path name for a Unix-domain socket exceeds the platform-specific limit (Tom Lane, Andrew Dunstan)

Formerly, this would result in something quite unhelpful, such as « Non-recoverable failure in name resolution ».

- Fix memory leaks when sending composite column values to the client (Tom Lane)

- Make pg_ctl more robust about reading the postmaster.pid file (Heikki Linnakangas)

Fix race conditions and possible file descriptor leakage.

- Fix possible crash in psql if incorrectly-encoded data is presented and the `client_encoding` setting is a client-only encoding, such as SJIS (Jiang Guiqing)
- Make pg_dump dump SEQUENCE_SET items in the data not pre-data section of the archive (Tom Lane)

This change fixes dumping of sequences that are marked as extension configuration tables.
- Fix bugs in the `restore.sql` script emitted by pg_dump in tar output format (Tom Lane)

The script would fail outright on tables whose names include upper-case characters. Also, make the script capable of restoring data in --inserts mode as well as the regular COPY mode.
- Fix pg_restore to accept POSIX-conformant tar files (Brian Weaver, Tom Lane)

The original coding of pg_dump's tar output mode produced files that are not fully conformant with the POSIX standard. This has been corrected for version 9.3. This patch updates previous branches so that they will accept both the incorrect and the corrected formats, in hopes of avoiding compatibility problems when 9.3 comes out.
- Fix tar files emitted by pg_basebackup to be POSIX conformant (Brian Weaver, Tom Lane)
- Fix pg_resetxlog to locate `postmaster.pid` correctly when given a relative path to the data directory (Tom Lane)

This mistake could lead to pg_resetxlog not noticing that there is an active postmaster using the data directory.
- Fix libpq's `lo_import()` and `lo_export()` functions to report file I/O errors properly (Tom Lane)
- Fix ecpg's processing of nested structure pointer variables (Muhammad Usama)
- Fix ecpg's `ecpg_get_data` function to handle arrays properly (Michael Meskes)
- Make contrib/pageinspect's btree page inspection functions take buffer locks while examining pages (Tom Lane)
- Ensure that `make install` for an extension creates the extension installation directory (Cédric Villemain)

Previously, this step was missed if `MODULEDIR` was set in the extension's Makefile.
- Fix pgxs support for building loadable modules on AIX (Tom Lane)

Building modules outside the original source tree didn't work on AIX.
- Update time zone data files to tzdata release 2012j for DST law changes in Cuba, Israel, Jordan, Libya, Palestine, Western Samoa, and portions of Brazil.

E.94. Release 9.1.6

Release date: 2012-09-24

This release contains a variety of fixes from 9.1.5. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.94.1. Migration to Version 9.1.6

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, you may need to perform **REINDEX** operations to recover from the effects of the data corruption bug described in the first changelog item below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.4, see Section E.96, « Release 9.1.4 ».

E.94.2. Changes

- Fix persistence marking of shared buffers during WAL replay (Jeff Davis)

This mistake can result in buffers not being written out during checkpoints, resulting in data corruption if the server later crashes without ever having written those buffers. Corruption can occur on any server following crash recovery, but it is significantly more likely to occur on standby slave servers since those perform much more WAL replay. There is a low probability of corruption of btree and GIN indexes. There is a much higher probability of corruption of table « visibility maps ». Fortunately, visibility maps are non-critical data in 9.1, so the worst consequence of such corruption in 9.1 installations is transient inefficiency of vacuuming. Table data proper cannot be corrupted by this bug.

While no index corruption due to this bug is known to have occurred in the field, as a precautionary measure it is recommended that production installations **REINDEX** all btree and GIN indexes at a convenient time after upgrading to 9.1.6.

Also, if you intend to do an in-place upgrade to 9.2.X, before doing so it is recommended to perform a **VACUUM** of all tables while having `vacuum_freeze_table_age` set to zero. This will ensure that any lingering wrong data in the visibility maps is corrected before 9.2.X can depend on it. `vacuum_cost_delay` can be adjusted to reduce the performance impact of vacuuming, while causing it to take longer to finish.

- Fix planner's assignment of executor parameters, and fix executor's rescan logic for CTE plan nodes (Tom Lane)

These errors could result in wrong answers from queries that scan the same `WITH` subquery multiple times.

- Fix misbehavior when `default_transaction_isolation` is set to `Serializable` (Kevin Grittner, Tom Lane, Heikki Linnakangas)

Symptoms include crashes at process start on Windows, and crashes in hot standby operation.

- Improve selectivity estimation for text search queries involving prefixes, i.e. `word: *` patterns (Tom Lane)

- Improve page-splitting decisions in GiST indexes (Alexander Korotkov, Robert Haas, Tom Lane)

Multi-column GiST indexes might suffer unexpected bloat due to this error.

- Fix cascading privilege revoke to stop if privileges are still held (Tom Lane)

If we revoke a grant option from some role *X*, but *X* still holds that option via a grant from someone else, we should not recursively revoke the corresponding privilege from role(s) *Y* that *X* had granted it to.

- Disallow extensions from containing the schema they are assigned to (Thom Brown)

This situation creates circular dependencies that confuse `pg_dump` and probably other things. It's confusing for humans too, so disallow it.

- Improve error messages for Hot Standby misconfiguration errors (Gurjeet Singh)

- Make configure probe for `mbstowcs_l` (Tom Lane)

This fixes build failures on some versions of AIX.

- Fix handling of `SIGFPE` when PL/Perl is in use (Andres Freund)

Perl resets the process's `SIGFPE` handler to `SIG_IGN`, which could result in crashes later on. Restore the normal Postgres signal handler after initializing PL/Perl.

- Prevent PL/Perl from crashing if a recursive PL/Perl function is redefined while being executed (Tom Lane)

- Work around possible misoptimization in PL/Perl (Tom Lane)

Some Linux distributions contain an incorrect version of `pthread.h` that results in incorrect compiled code in PL/Perl, leading to crashes if a PL/Perl function calls another one that throws an error.

- Fix bugs in `contrib/pg_trgm`'s `LIKE` pattern analysis code (Fujii Masao)

`LIKE` queries using a trigram index could produce wrong results if the pattern contained `LIKE` escape characters.

- Fix `pg_upgrade`'s handling of line endings on Windows (Andrew Dunstan)

Previously, `pg_upgrade` might add or remove carriage returns in places such as function bodies.

- On Windows, make `pg_upgrade` use backslash path separators in the scripts it emits (Andrew Dunstan)

- Remove unnecessary dependency on `pg_config` from `pg_upgrade` (Peter Eisentraut)

- Update time zone data files to tzdata release 2012f for DST law changes in Fiji

E.95. Release 9.1.5

Release date: 2012-08-17

This release contains a variety of fixes from 9.1.4. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.95.1. Migration to Version 9.1.5

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.4, see Section E.96, « Release 9.1.4 ».

E.95.2. Changes

- Prevent access to external files/URLs via XML entity references (Noah Misch, Tom Lane)

`xml_parse()` would attempt to fetch external files or URLs as needed to resolve DTD and entity references in an XML value, thus allowing unprivileged database users to attempt to fetch data with the privileges of the database server. While the external data wouldn't get returned directly to the user, portions of it could be exposed in error messages if the data didn't parse as valid XML; and in any case the mere ability to check existence of a file might be useful to an attacker. (CVE-2012-3489)

- Prevent access to external files/URLs via `contrib/xml2's xslt_process()` (Peter Eisentraut)

`libxslt` offers the ability to read and write both files and URLs through stylesheet commands, thus allowing unprivileged database users to both read and write data with the privileges of the database server. Disable that through proper use of `libxslt`'s security options. (CVE-2012-3488)

Also, remove `xslt_process()`'s ability to fetch documents and stylesheets from external files/URLs. While this was a documented « feature », it was long regarded as a bad idea. The fix for CVE-2012-3489 broke that capability, and rather than expend effort on trying to fix it, we're just going to summarily remove it.

- Prevent too-early recycling of btree index pages (Noah Misch)

When we allowed read-only transactions to skip assigning XIDs, we introduced the possibility that a deleted btree page could be recycled while a read-only transaction was still in flight to it. This would result in incorrect index search results. The probability of such an error occurring in the field seems very low because of the timing requirements, but nonetheless it should be fixed.

- Fix crash-safety bug with newly-created-or-reset sequences (Tom Lane)

If **ALTER SEQUENCE** was executed on a freshly created or reset sequence, and then precisely one `nextval()` call was made on it, and then the server crashed, WAL replay would restore the sequence to a state in which it appeared that no `nextval()` had been done, thus allowing the first sequence value to be returned again by the next `nextval()` call. In particular this could manifest for serial columns, since creation of a serial column's sequence includes an **ALTER SEQUENCE OWNED BY** step.

- Fix race condition in enum-type value comparisons (Robert Haas, Tom Lane)

Comparisons could fail when encountering an enum value added since the current query started.

- Fix `txid_current()` to report the correct epoch when not in hot standby (Heikki Linnakangas)

This fixes a regression introduced in the previous minor release.

- Prevent selection of unsuitable replication connections as the synchronous standby (Fujii Masao)

The master might improperly choose pseudo-servers such as `pg_recvexlog` or `pg_basebackup` as the synchronous standby, and then wait indefinitely for them.

- Fix bug in startup of Hot Standby when a master transaction has many subtransactions (Andres Freund)

This mistake led to failures reported as « out-of-order XID insertion in KnownAssignedXids ».

- Ensure the `backup_label` file is fsync'd after `pg_start_backup()` (Dave Kerr)

- Fix timeout handling in walsender processes (Tom Lane)

WAL sender background processes neglected to establish a `SIGALRM` handler, meaning they would wait forever in some corner cases where a timeout ought to happen.

- Wake walsenders after each background flush by walwriter (Andres Freund, Simon Riggs)

This greatly reduces replication delay when the workload contains only asynchronously-committed transactions.

- Fix LISTEN/NOTIFY to cope better with I/O problems, such as out of disk space (Tom Lane)

After a write failure, all subsequent attempts to send more NOTIFY messages would fail with messages like « Could not read from file "pg_notify/nnnn" at offset nnnnn: Success ».

- Only allow autovacuum to be auto-canceled by a directly blocked process (Tom Lane)

The original coding could allow inconsistent behavior in some cases; in particular, an autovacuum could get canceled after less than `deadlock_timeout` grace period.

- Improve logging of autovacuum cancels (Robert Haas)

- Fix log collector so that `log_truncate_on_rotation` works during the very first log rotation after server start (Tom

Lane)

- Fix WITH attached to a nested set operation (UNION/INTERSECT/EXCEPT) (Tom Lane)
- Ensure that a whole-row reference to a subquery doesn't include any extra GROUP BY or ORDER BY columns (Tom Lane)
- Fix dependencies generated during ALTER TABLE ... ADD CONSTRAINT USING INDEX (Tom Lane)

This command left behind a redundant pg_depend entry for the index, which could confuse later operations, notably ALTER TABLE ... ALTER COLUMN TYPE on one of the indexed columns.

- Fix REASSIGN OWNED to work on extensions (Alvaro Herrera)
- Disallow copying whole-row references in CHECK constraints and index definitions during CREATE TABLE (Tom Lane)

This situation can arise in CREATE TABLE with LIKE or INHERITS. The copied whole-row variable was incorrectly labeled with the row type of the original table not the new one. Rejecting the case seems reasonable for LIKE, since the row types might well diverge later. For INHERITS we should ideally allow it, with an implicit coercion to the parent table's row type; but that will require more work than seems safe to back-patch.

- Fix memory leak in ARRAY(SELECT ...) subqueries (Heikki Linnakangas, Tom Lane)
- Fix planner to pass correct collation to operator selectivity estimators (Tom Lane)

This was not previously required by any core selectivity estimation function, but third-party code might need it.

- Fix extraction of common prefixes from regular expressions (Tom Lane)

The code could get confused by quantified parenthesized subexpressions, such as `^ (foo) ?bar`. This would lead to incorrect index optimization of searches for such patterns.

- Fix bugs with parsing signed hh:mm and hh:mm:ss fields in interval constants (Amit Kapila, Tom Lane)
- Fix pg_dump to better handle views containing partial GROUP BY lists (Tom Lane)

A view that lists only a primary key column in GROUP BY, but uses other table columns as if they were grouped, gets marked as depending on the primary key. Improper handling of such primary key dependencies in pg_dump resulted in poorly-ordered dumps, which at best would be inefficient to restore and at worst could result in outright failure of a parallel pg_restore run.

- In PL/Perl, avoid setting UTF8 flag when in SQL_ASCII encoding (Alex Hunsaker, Kyotaro Horiguchi, Alvaro Herrera)
- Use Postgres' encoding conversion functions, not Python's, when converting a Python Unicode string to the server encoding in PL/Python (Jan Urbanski)

This avoids some corner-case problems, notably that Python doesn't support all the encodings Postgres does. A notable functional change is that if the server encoding is SQL_ASCII, you will get the UTF-8 representation of the string; formerly, any non-ASCII characters in the string would result in an error.

- Fix mapping of PostgreSQL encodings to Python encodings in PL/Python (Jan Urbanski)
- Report errors properly in contrib/xml2's xsslt_process() (Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2012e for DST law changes in Morocco and Tokelau

E.96. Release 9.1.4

Release date: 2012-06-04

This release contains a variety of fixes from 9.1.3. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.96.1. Migration to Version 9.1.4

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you use the citext data type, and you upgraded from a previous major release by running pg_upgrade, you should run CREATE EXTENSION citext FROM unpackaged to avoid collation-related failures in citext operations. The same is necessary if you restore a dump from a pre-9.1 database that contains an instance of the citext data type. If you've already run the CREATE EXTENSION command before upgrading to 9.1.4, you will instead need to do manual catalog updates as explained in the third changelog item below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.2, see Section E.98, « Release 9.1.2 ».

E.96.2. Changes

- Fix incorrect password transformation in contrib/pgcrypto's DES crypt() function (Solar Designer)

If a password string contained the byte value 0x80, the remainder of the password was ignored, causing the password to be much weaker than it appeared. With this fix, the rest of the string is properly included in the DES hash. Any stored password values that are affected by this bug will thus no longer match, so the stored values may need to be updated. (CVE-2012-2143)
- Ignore SECURITY DEFINER and SET attributes for a procedural language's call handler (Tom Lane)

Applying such attributes to a call handler could crash the server. (CVE-2012-2655)
- Make contrib/citext's upgrade script fix collations of citext arrays and domains over citext (Tom Lane)

Release 9.1.2 provided a fix for collations of citext columns and indexes in databases upgraded or reloaded from pre-9.1 installations, but that fix was incomplete: it neglected to handle arrays and domains over citext. This release extends the module's upgrade script to handle these cases. As before, if you have already run the upgrade script, you'll need to run the collation update commands by hand instead. See the 9.1.2 release notes for more information about doing this.
- Allow numeric timezone offsets in timestamp input to be up to 16 hours away from UTC (Tom Lane)

Some historical time zones have offsets larger than 15 hours, the previous limit. This could result in dumped data values being rejected during reload.
- Fix timestamp conversion to cope when the given time is exactly the last DST transition time for the current timezone (Tom Lane)

This oversight has been there a long time, but was not noticed previously because most DST-using zones are presumed to have an indefinite sequence of future DST transitions.
- Fix text to name and char to name casts to perform string truncation correctly in multibyte encodings (Karl Schnaitter)
- Fix memory copying bug in to_tsquery() (Heikki Linnakangas)
- Ensure txid_current() reports the correct epoch when executed in hot standby (Simon Riggs)
- Fix planner's handling of outer PlaceHolderVars within subqueries (Tom Lane)

This bug concerns sub-SELECTs that reference variables coming from the nullable side of an outer join of the surrounding query. In 9.1, queries affected by this bug would fail with « ERROR: Upper-level PlaceHolderVar found where not expected ». But in 9.0 and 8.4, you'd silently get possibly-wrong answers, since the value transmitted into the subquery wouldn't go to null when it should.
- Fix planning of UNION ALL subqueries with output columns that are not simple variables (Tom Lane)

Planning of such cases got noticeably worse in 9.1 as a result of a misguided fix for « MergeAppend child's targetlist doesn't match MergeAppend » errors. Revert that fix and do it another way.
- Fix slow session startup when pg_attribute is very large (Tom Lane)

If pg_attribute exceeds one-fourth of shared_buffers, cache rebuilding code that is sometimes needed during session start would trigger the synchronized-scan logic, causing it to take many times longer than normal. The problem was particularly acute if many new sessions were starting at once.
- Ensure sequential scans check for query cancel reasonably often (Merlin Moncure)

A scan encountering many consecutive pages that contain no live tuples would not respond to interrupts meanwhile.
- Ensure the Windows implementation of PGSemaphoreLock() clears ImmediateInterruptOK before returning (Tom Lane)

This oversight meant that a query-cancel interrupt received later in the same query could be accepted at an unsafe time, with unpredictable but not good consequences.
- Show whole-row variables safely when printing views or rules (Abbas Butt, Tom Lane)

Corner cases involving ambiguous names (that is, the name could be either a table or column name of the query) were printed in an ambiguous way, risking that the view or rule would be interpreted differently after dump and reload. Avoid the ambiguous case by attaching a no-op cast.
- Fix COPY FROM to properly handle null marker strings that correspond to invalid encoding (Tom Lane)

A null marker string such as E'\\0' should work, and did work in the past, but the case got broken in 8.4.
- Fix EXPLAIN VERBOSE for writable CTEs containing RETURNING clauses (Tom Lane)

- Fix **PREPARE TRANSACTION** to work correctly in the presence of advisory locks (Tom Lane)

Historically, **PREPARE TRANSACTION** has simply ignored any session-level advisory locks the session holds, but this case was accidentally broken in 9.1.

- Fix truncation of unlogged tables (Robert Haas)

- Ignore missing schemas during non-interactive assignments of `search_path` (Tom Lane)

This re-aligns 9.1's behavior with that of older branches. Previously 9.1 would throw an error for nonexistent schemas mentioned in `search_path` settings obtained from places such as **ALTER DATABASE SET**.

- Fix bugs with temporary or transient tables used in extension scripts (Tom Lane)

This includes cases such as a rewriting **ALTER TABLE** within an extension update script, since that uses a transient table behind the scenes.

- Ensure autovacuum worker processes perform stack depth checking properly (Heikki Linnakangas)

Previously, infinite recursion in a function invoked by auto-**ANALYZE** could crash worker processes.

- Fix logging collector to not lose log coherency under high load (Andrew Dunstan)

The collector previously could fail to reassemble large messages if it got too busy.

- Fix logging collector to ensure it will restart file rotation after receiving `SIGHUP` (Tom Lane)

- Fix « too many LWLocks taken » failure in GiST indexes (Heikki Linnakangas)

- Fix WAL replay logic for GIN indexes to not fail if the index was subsequently dropped (Tom Lane)

- Correctly detect SSI conflicts of prepared transactions after a crash (Dan Ports)

- Avoid synchronous replication delay when committing a transaction that only modified temporary tables (Heikki Linnakan-gas)

In such a case the transaction's commit record need not be flushed to standby servers, but some of the code didn't know that and waited for it to happen anyway.

- Fix error handling in `pg_basebackup` (Thomas Ogrisegg, Fujii Masao)

- Fix walsender to not go into a busy loop if connection is terminated (Fujii Masao)

- Fix memory leak in PL/pgSQL's **RETURN NEXT** command (Joe Conway)

- Fix PL/pgSQL's **GET DIAGNOSTICS** command when the target is the function's first variable (Tom Lane)

- Ensure that PL/Perl package-qualifies the `_TD` variable (Alex Hunsaker)

This bug caused trigger invocations to fail when they are nested within a function invocation that changes the current package.

- Fix PL/Python functions returning composite types to accept a string for their result value (Jan Urbanski)

This case was accidentally broken by the 9.1 additions to allow a composite result value to be supplied in other formats, such as dictionaries.

- Fix potential access off the end of memory in `psql`'s expanded display (`\x`) mode (Peter Eisentraut)

- Fix several performance problems in `pg_dump` when the database contains many objects (Jeff Janes, Tom Lane)

`pg_dump` could get very slow if the database contained many schemas, or if many objects are in dependency loops, or if there are many owned sequences.

- Fix memory and file descriptor leaks in `pg_restore` when reading a directory-format archive (Peter Eisentraut)

- Fix `pg_upgrade` for the case that a database stored in a non-default tablespace contains a table in the cluster's default tablespace (Bruce Momjian)

- In `ecpg`, fix rare memory leaks and possible overwrite of one byte after the `sqlca_t` structure (Peter Eisentraut)

- Fix `contrib/dblink`'s `dblink_exec()` to not leak temporary database connections upon error (Tom Lane)

- Fix `contrib/dblink` to report the correct connection name in error messages (Kyotaro Horiguchi)

- Fix `contrib/vacuumlo` to use multiple transactions when dropping many large objects (Tim Lewis, Robert Haas, Tom Lane)

This change avoids exceeding `max_locks_per_transaction` when many objects need to be dropped. The behavior can

be adjusted with the new `-l` (limit) option.

- Update time zone data files to tzdata release 2012c for DST law changes in Antarctica, Armenia, Chile, Cuba, Falkland Islands, Gaza, Haiti, Hebron, Morocco, Syria, and Tokelau Islands; also historical corrections for Canada.

E.97. Release 9.1.3

Release date: 2012-02-27

This release contains a variety of fixes from 9.1.2. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.97.1. Migration to Version 9.1.3

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.1.2, see Section E.98, « Release 9.1.2 ».

E.97.2. Changes

- Require execute permission on the trigger function for **CREATE TRIGGER** (Robert Haas)

This missing check could allow another user to execute a trigger function with forged input data, by installing it on a table he owns. This is only of significance for trigger functions marked **SECURITY DEFINER**, since otherwise trigger functions run as the table owner anyway. (CVE-2012-0866)

- Remove arbitrary limitation on length of common name in SSL certificates (Heikki Linnakangas)

Both libpq and the server truncated the common name extracted from an SSL certificate at 32 bytes. Normally this would cause nothing worse than an unexpected verification failure, but there are some rather-improbable scenarios in which it might allow one certificate holder to impersonate another. The victim would have to have a common name exactly 32 bytes long, and the attacker would have to persuade a trusted CA to issue a certificate in which the common name has that string as a prefix. Impersonating a server would also require some additional exploit to redirect client connections. (CVE-2012-0867)

- Convert newlines to spaces in names written in pg_dump comments (Robert Haas)

pg_dump was incautious about sanitizing object names that are emitted within SQL comments in its output script. A name containing a newline would at least render the script syntactically incorrect. Maliciously crafted object names could present a SQL injection risk when the script is reloaded. (CVE-2012-0868)

- Fix btree index corruption from insertions concurrent with vacuuming (Tom Lane)

An index page split caused by an insertion could sometimes cause a concurrently-running **VACUUM** to miss removing index entries that it should remove. After the corresponding table rows are removed, the dangling index entries would cause errors (such as « could not read block N in file ... ») or worse, silently wrong query results after unrelated rows are re-inserted at the now-free table locations. This bug has been present since release 8.2, but occurs so infrequently that it was not diagnosed until now. If you have reason to suspect that it has happened in your database, reindexing the affected index will fix things.

- Fix transient zeroing of shared buffers during WAL replay (Tom Lane)

The replay logic would sometimes zero and refill a shared buffer, so that the contents were transiently invalid. In hot standby mode this can result in a query that's executing in parallel seeing garbage data. Various symptoms could result from that, but the most common one seems to be « invalid memory alloc request size ».

- Fix handling of data-modifying **WITH** subplans in **READ COMMITTED** rechecking (Tom Lane)

A **WITH** clause containing **INSERT/UPDATE/DELETE** would crash if the parent **UPDATE** or **DELETE** command needed to be re-evaluated at one or more rows due to concurrent updates in **READ COMMITTED** mode.

- Fix corner case in SSI transaction cleanup (Dan Ports)

When finishing up a read-write serializable transaction, a crash could occur if all remaining active serializable transactions are read-only.

- Fix postmaster to attempt restart after a hot-standby crash (Tom Lane)

A logic error caused the postmaster to terminate, rather than attempt to restart the cluster, if any backend process crashed while operating in hot standby mode.

- Fix **CLUSTER/VACUUM FULL** handling of toast values owned by recently-updated rows (Tom Lane)

This oversight could lead to « duplicate key value violates unique constraint » errors being reported against the toast table's index during one of these commands.

- Update per-column permissions, not only per-table permissions, when changing table owner (Tom Lane)

Failure to do this meant that any previously granted column permissions were still shown as having been granted by the old owner. This meant that neither the new owner nor a superuser could revoke the now-untraceable-to-table-owner permissions.

- Support foreign data wrappers and foreign servers in **REASSIGN OWNED** (Alvaro Herrera)

This command failed with « unexpected classid » errors if it needed to change the ownership of any such objects.

- Allow non-existent values for some settings in **ALTER USER/DATABASE SET** (Heikki Linnakangas)

Allow `default_text_search_config`, `default_tablespace`, and `temp_tablespaces` to be set to names that are not known. This is because they might be known in another database where the setting is intended to be used, or for the tablespace cases because the tablespace might not be created yet. The same issue was previously recognized for `search_path`, and these settings now act like that one.

- Fix « unsupported node type » error caused by `COLLATE` in an **INSERT** expression (Tom Lane)

- Avoid crashing when we have problems deleting table files post-commit (Tom Lane)

Dropping a table should lead to deleting the underlying disk files only after the transaction commits. In event of failure then (for instance, because of wrong file permissions) the code is supposed to just emit a warning message and go on, since it's too late to abort the transaction. This logic got broken as of release 8.4, causing such situations to result in a PANIC and an unresumable database.

- Recover from errors occurring during WAL replay of **DROP TABLESPACE** (Tom Lane)

Replay will attempt to remove the tablespace's directories, but there are various reasons why this might fail (for example, incorrect ownership or permissions on those directories). Formerly the replay code would panic, rendering the database unrestartable without manual intervention. It seems better to log the problem and continue, since the only consequence of failure to remove the directories is some wasted disk space.

- Fix race condition in logging AccessExclusiveLocks for hot standby (Simon Riggs)

Sometimes a lock would be logged as being held by « transaction zero ». This is at least known to produce assertion failures on slave servers, and might be the cause of more serious problems.

- Track the OID counter correctly during WAL replay, even when it wraps around (Tom Lane)

Previously the OID counter would remain stuck at a high value until the system exited replay mode. The practical consequences of that are usually nil, but there are scenarios wherein a standby server that's been promoted to master might take a long time to advance the OID counter to a reasonable value once values are needed.

- Prevent emitting misleading « consistent recovery state reached » log message at the beginning of crash recovery (Heikki Linnakangas)

- Fix initial value of `pg_stat_replication.replay_location` (Fujii Masao)

Previously, the value shown would be wrong until at least one WAL record had been replayed.

- Fix regular expression back-references with * attached (Tom Lane)

Rather than enforcing an exact string match, the code would effectively accept any string that satisfies the pattern sub-expression referenced by the back-reference symbol.

A similar problem still afflicts back-references that are embedded in a larger quantified expression, rather than being the immediate subject of the quantifier. This will be addressed in a future PostgreSQL™ release.

- Fix recently-introduced memory leak in processing of `inet/cidr` values (Heikki Linnakangas)

A patch in the December 2011 releases of PostgreSQL™ caused memory leakage in these operations, which could be significant in scenarios such as building a btree index on such a column.

- Fix planner's ability to push down index-expression restrictions through `UNION ALL` (Tom Lane)

This type of optimization was inadvertently disabled by a fix for another problem in 9.1.2.

- Fix planning of `WITH` clauses referenced in **UPDATE/DELETE** on an aliased table (Tom Lane)

This bug led to « could not find plan for CTE » failures.

- Fix GIN cost estimation to handle column IN (. . .) index conditions (Marti Raudsepp)
This oversight would usually lead to crashes if such a condition could be used with a GIN index.
- Prevent assertion failure when exiting a session with an open, failed transaction (Tom Lane)
This bug has no impact on normal builds with asserts not enabled.
- Fix dangling pointer after **CREATE TABLE AS/SELECT INTO** in a SQL-language function (Tom Lane)
In most cases this only led to an assertion failure in assert-enabled builds, but worse consequences seem possible.
- Avoid double close of file handle in syslogger on Windows (MauMau)
Ordinarily this error was invisible, but it would cause an exception when running on a debug version of Windows.
- Fix I/O-conversion-related memory leaks in plpgsql (Andres Freund, Jan Urbanski, Tom Lane)
Certain operations would leak memory until the end of the current function.
- Work around bug in perl's SvPVutf8() function (Andrew Dunstan)
This function crashes when handed a typeglob or certain read-only objects such as \$^V. Make plperl avoid passing those to it.
- In pg_dump, don't dump contents of an extension's configuration tables if the extension itself is not being dumped (Tom Lane)
- Improve pg_dump's handling of allied table columns (Tom Lane)
pg_dump mishandled situations where a child column has a different default expression than its parent column. If the default is textually identical to the parent's default, but not actually the same (for instance, because of schema search path differences) it would not be recognized as different, so that after dump and restore the child would be allowed to all the parent's default. Child columns that are NOT NULL where their parent is not could also be restored subtly incorrectly.
- Fix pg_restore's direct-to-database mode for INSERT-style table data (Tom Lane)
Direct-to-database restores from archive files made with --inserts or --column-inserts options fail when using pg_restore from a release dated September or December 2011, as a result of an oversight in a fix for another problem. The archive file itself is not at fault, and text-mode output is okay.
- Teach pg_upgrade to handle renaming of plpython's shared library (Bruce Momjian)
Upgrading a pre-9.1 database that included plpython would fail because of this oversight.
- Allow pg_upgrade to process tables containing regclass columns (Bruce Momjian)
Since pg_upgrade now takes care to preserve pg_class OIDs, there was no longer any reason for this restriction.
- Make libpq ignore ENOTDIR errors when looking for an SSL client certificate file (Magnus Hagander)
This allows SSL connections to be established, though without a certificate, even when the user's home directory is set to something like /dev/null.
- Fix some more field alignment issues in ecpg's SQLDA area (Zoltan Boszormenyi)
- Allow AT option in ecpg DEALLOCATE statements (Michael Meskes)
The infrastructure to support this has been there for awhile, but through an oversight there was still an error check rejecting the case.
- Do not use the variable name when defining a varchar structure in ecpg (Michael Meskes)
- Fix contrib/auto_explain's JSON output mode to produce valid JSON (Andrew Dunstan)
The output used brackets at the top level, when it should have used braces.
- Fix error in contrib/intarray's int[] & int[] operator (Guillaume Lelarge)
If the smallest integer the two input arrays have in common is 1, and there are smaller values in either array, then 1 would be incorrectly omitted from the result.
- Fix error detection in contrib/pgcrypto's encrypt_iv() and decrypt_iv() (Marko Kreen)
These functions failed to report certain types of invalid-input errors, and would instead return random garbage values for incorrect input.
- Fix one-byte buffer overrun in contrib/test_parser (Paul Guyot)
The code would try to read one more byte than it should, which would crash in corner cases. Since contrib/

`test_parser` is only example code, this is not a security issue in itself, but bad example code is still bad.

- Use `__sync_lock_test_and_set()` for spinlocks on ARM, if available (Martin Pitt)

This function replaces our previous use of the SWPB instruction, which is deprecated and not available on ARMv6 and later. Reports suggest that the old code doesn't fail in an obvious way on recent ARM boards, but simply doesn't interlock concurrent accesses, leading to bizarre failures in multiprocess operation.

- Use `-fexcess-precision=standard` option when building with gcc versions that accept it (Andrew Dunstan)

This prevents assorted scenarios wherein recent versions of gcc will produce creative results.

- Allow use of threaded Python on FreeBSD (Chris Rees)

Our configure script previously believed that this combination wouldn't work; but FreeBSD fixed the problem, so remove that error check.

- Allow MinGW builds to use standardly-named OpenSSL libraries (Tomasz Ostrowski)

E.98. Release 9.1.2

Release date: 2011-12-05

This release contains a variety of fixes from 9.1.1. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.98.1. Migration to Version 9.1.2

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

However, a longstanding error was discovered in the definition of the `information_schema.referential_constraints` view. If you rely on correct results from that view, you should replace its definition as explained in the first changelog item below.

Also, if you use the citext data type, and you upgraded from a previous major release by running `pg_upgrade`, you should run `CREATE EXTENSION citext FROM unpackaged` to avoid collation-related failures in citext operations. The same is necessary if you restore a dump from a pre-9.1 database that contains an instance of the citext data type. If you've already run the `CREATE EXTENSION` command before upgrading to 9.1.2, you will instead need to do manual catalog updates as explained in the second changelog item.

E.98.2. Changes

- Fix bugs in `information_schema.referential_constraints` view (Tom Lane)

This view was being insufficiently careful about matching the foreign-key constraint to the depended-on primary or unique key constraint. That could result in failure to show a foreign key constraint at all, or showing it multiple times, or claiming that it depends on a different constraint than the one it really does.

Since the view definition is installed by `initdb`, merely upgrading will not fix the problem. If you need to fix this in an existing installation, you can (as a superuser) drop the `information_schema` schema then re-create it by sourcing `SHAREDIR/information_schema.sql`. (Run `pg_config --sharedir` if you're uncertain where `SHAREDIR` is.) This must be repeated in each database to be fixed.

- Make `contrib/citext`'s upgrade script fix collations of citext columns and indexes (Tom Lane)

Existing citext columns and indexes aren't correctly marked as being of a collatable data type during `pg_upgrade` from a pre-9.1 server, or when a pre-9.1 dump containing the citext type is loaded into a 9.1 server. That leads to operations on these columns failing with errors such as « could not determine which collation to use for string comparison ». This change allows them to be fixed by the same script that upgrades the citext module into a proper 9.1 extension during `CREATE EXTENSION citext FROM unpackaged`.

If you have a previously-upgraded database that is suffering from this problem, and you already ran the `CREATE EXTENSION` command, you can manually run (as superuser) the `UPDATE` commands found at the end of `SHAREDIR/extension/citext--unpackaged--1.0.sql`. (Run `pg_config --sharedir` if you're uncertain where `SHAREDIR` is.) There is no harm in doing this again if unsure.

- Fix possible crash during `UPDATE` or `DELETE` that joins to the output of a scalar-returning function (Tom Lane)

A crash could only occur if the target row had been concurrently updated, so this problem surfaced only intermittently.

- Fix incorrect replay of WAL records for GIN index updates (Tom Lane)

This could result in transiently failing to find index entries after a crash, or on a hot-standby server. The problem would be repaired by the next **VACUUM** of the index, however.

- Fix TOAST-related data corruption during `CREATE TABLE dest AS SELECT * FROM src` or `INSERT INTO dest SELECT * FROM src` (Tom Lane)

If a table has been modified by **ALTER TABLE ADD COLUMN**, attempts to copy its data verbatim to another table could produce corrupt results in certain corner cases. The problem can only manifest in this precise form in 8.4 and later, but we patched earlier versions as well in case there are other code paths that could trigger the same bug.

- Fix possible failures during hot standby startup (Simon Riggs)
- Start hot standby faster when initial snapshot is incomplete (Simon Riggs)
- Fix race condition during toast table access from stale syscache entries (Tom Lane)

The typical symptom was transient errors like « missing chunk number 0 for toast value NNNNN in pg_toast_2619 », where the cited toast table would always belong to a system catalog.

- Track dependencies of functions on items used in parameter default expressions (Tom Lane)

Previously, a referenced object could be dropped without having dropped or modified the function, leading to misbehavior when the function was used. Note that merely installing this update will not fix the missing dependency entries; to do that, you'd need to **CREATE OR REPLACE** each such function afterwards. If you have functions whose defaults depend on non-built-in objects, doing so is recommended.

- Fix incorrect management of placeholder variables in nestloop joins (Tom Lane)

This bug is known to lead to « variable not found in subplan target list » planner errors, and could possibly result in wrong query output when outer joins are involved.

- Fix window functions that sort by expressions involving aggregates (Tom Lane)

Previously these could fail with « could not find pathkey item to sort » planner errors.

- Fix « MergeAppend child's targetlist doesn't match MergeAppend » planner errors (Tom Lane)

- Fix index matching for operators with both collatable and noncollatable inputs (Tom Lane)

In 9.1.0, an indexable operator that has a non-collatable left-hand input type and a collatable right-hand input type would not be recognized as matching the left-hand column's index. An example is the hstore ? text operator.

- Allow inlining of set-returning SQL functions with multiple OUT parameters (Tom Lane)

- Don't trust deferred-unique indexes for join removal (Tom Lane and Marti Raudsepp)

A deferred uniqueness constraint might not hold intra-transaction, so assuming that it does could give incorrect query results.

- Make `DatumGetInetP()` unpack inet datums that have a 1-byte header, and add a new macro, `DatumGetInetPP()`, that does not (Heikki Linnakangas)

This change affects no core code, but might prevent crashes in add-on code that expects `DatumGetInetP()` to produce an unpacked datum as per usual convention.

- Improve locale support in money type's input and output (Tom Lane)

Aside from not supporting all standard `lc_monetary` formatting options, the input and output functions were inconsistent, meaning there were locales in which dumped money values could not be re-read.

- Don't let `transform_null_equals` affect `CASE foo WHEN NULL ...` constructs (Heikki Linnakangas)

`transform_null_equals` is only supposed to affect `foo = NULL` expressions written directly by the user, not equality checks generated internally by this form of `CASE`.

- Change foreign-key trigger creation order to better support self-referential foreign keys (Tom Lane)

For a cascading foreign key that references its own table, a row update will fire both the `ON UPDATE` trigger and the `CHECK` trigger as one event. The `ON UPDATE` trigger must execute first, else the `CHECK` will check a non-final state of the row and possibly throw an inappropriate error. However, the firing order of these triggers is determined by their names, which generally sort in creation order since the triggers have auto-generated names following the convention

« `RI_ConstraintTrigger_NNNN` ». A proper fix would require modifying that convention, which we will do in 9.2, but it seems risky to change it in existing releases. So this patch just changes the creation order of the triggers. Users encountering this type of error should drop and re-create the foreign key constraint to get its triggers into the right order.

- Fix `IF EXISTS` to work correctly in **DROP OPERATOR FAMILY** (Robert Haas)

- Disallow dropping of an extension from within its own script (Tom Lane)

This prevents odd behavior in case of incorrect management of extension dependencies.

- Don't mark auto-generated types as extension members (Robert Haas)

Relation rowtypes and automatically-generated array types do not need to have their own extension membership entries in `pg_depend`, and creating such entries complicates matters for extension upgrades.

- Cope with invalid pre-existing `search_path` settings during **CREATE EXTENSION** (Tom Lane)

- Avoid floating-point underflow while tracking buffer allocation rate (Greg Matthews)

While harmless in itself, on certain platforms this would result in annoying kernel log messages.

- Prevent autovacuum transactions from running in serializable mode (Tom Lane)

Autovacuum formerly used the cluster-wide default transaction isolation level, but there is no need for it to use anything higher than READ COMMITTED, and using SERIALIZABLE could result in unnecessary delays for other processes.

- Ensure walsender processes respond promptly to `SIGTERM` (Magnus Hagander)

- Exclude `postmaster.opts` from base backups (Magnus Hagander)

- Preserve configuration file name and line number values when starting child processes under Windows (Tom Lane)

Formerly, these would not be displayed correctly in the `pg_settings` view.

- Fix incorrect field alignment in `ecpg`'s SQLDA area (Zoltan Boszormenyi)

- Preserve blank lines within commands in `psql`'s command history (Robert Haas)

The former behavior could cause problems if an empty line was removed from within a string literal, for example.

- Avoid platform-specific infinite loop in `pg_dump` (Steve Singer)

- Fix compression of plain-text output format in `pg_dump` (Adrian Klaver and Tom Lane)

`pg_dump` has historically understood `-Z` with no `-F` switch to mean that it should emit a gzip-compressed version of its plain text output. Restore that behavior.

- Fix `pg_dump` to dump user-defined casts between auto-generated types, such as table rowtypes (Tom Lane)

- Fix missed quoting of foreign server names in `pg_dump` (Tom Lane)

- Assorted fixes for `pg_upgrade` (Bruce Momjian)

Handle exclusion constraints correctly, avoid failures on Windows, don't complain about mismatched toast table names in 8.4 databases.

- In PL/pgSQL, allow foreign tables to define row types (Alexander Soudakov)

- Fix up conversions of PL/Perl functions' results (Alex Hunsaker and Tom Lane)

Restore the pre-9.1 behavior that PL/Perl functions returning void ignore the result value of their last Perl statement; 9.1.0 would throw an error if that statement returned a reference. Also, make sure it works to return a string value for a composite type, so long as the string meets the type's input format. In addition, throw errors for attempts to return Perl arrays or hashes when the function's declared result type is not an array or composite type, respectively. (Pre-9.1 versions rather uselessly returned strings like `ARRAY(0x221a9a0)` or `HASH(0x221aa90)` in such cases.)

- Ensure PL/Perl strings are always correctly UTF8-encoded (Amit Khandekar and Alex Hunsaker)

- Use the preferred version of `xsubpp` to build PL/Perl, not necessarily the operating system's main copy (David Wheeler and Alex Hunsaker)

- Correctly propagate `SQLSTATE` in PL/Python exceptions (Mika Eloranta and Jan Urbanski)

- Do not install PL/Python extension files for Python major versions other than the one built against (Peter Eisentraut)

Change all the `contrib` extension script files to report a useful error message if they are fed to `psql` (Andrew Dunstan and Tom Lane)

This should help teach people about the new method of using **CREATE EXTENSION** to load these files. In most cases, sourcing the scripts directly would fail anyway, but with harder-to-interpret messages.

- Fix incorrect coding in contrib/dict_int and contrib/dict_xsyn (Tom Lane)
Some functions incorrectly assumed that memory returned by `malloc()` is guaranteed zeroed.
- Remove contrib/sepgsql tests from the regular regression test mechanism (Tom Lane)
Since these tests require root privileges for setup, they're impractical to run automatically. Switch over to a manual approach instead, and provide a testing script to help with that.
- Fix assorted errors in contrib/unaccent's configuration file parsing (Tom Lane)
- Honor query cancel interrupts promptly in pgstatindex() (Robert Haas)
- Fix incorrect quoting of log file name in macOS start script (Sidar Lopez)
- Revert unintentional enabling of WAL_DEBUG (Robert Haas)
Fortunately, as debugging tools go, this one is pretty cheap; but it's not intended to be enabled by default, so revert.
- Ensure VPATH builds properly install all server header files (Peter Eisentraut)
- Shorten file names reported in verbose error messages (Peter Eisentraut)
Regular builds have always reported just the name of the C file containing the error message call, but VPATH builds formerly reported an absolute path name.
- Fix interpretation of Windows timezone names for Central America (Tom Lane)
Map « Central America Standard Time » to CST6, not CST6CDT, because DST is generally not observed anywhere in Central America.
- Update time zone data files to tzdata release 2011n for DST law changes in Brazil, Cuba, Fiji, Palestine, Russia, and Samoa; also historical corrections for Alaska and British East Africa.

E.99. Release 9.1.1

Release date: 2011-09-26

This release contains a small number of fixes from 9.1.0. For information about new features in the 9.1 major release, see Section E.100, « Release 9.1 ».

E.99.1. Migration to Version 9.1.1

A dump/restore is not required for those running 9.1.X.

E.99.2. Changes

- Make `pg_options_to_table` return NULL for an option with no value (Tom Lane)
Previously such cases would result in a server crash.
- Fix memory leak at end of a GiST index scan (Tom Lane)
Commands that perform many separate GiST index scans, such as verification of a new GiST-based exclusion constraint on a table already containing many rows, could transiently require large amounts of memory due to this leak.
- Fix explicit reference to `pg_temp` schema in **CREATE TEMPORARY TABLE** (Robert Haas)
This used to be allowed, but failed in 9.1.0.

E.100. Release 9.1

Release date: 2011-09-12

E.100.1. Overview

This release shows PostgreSQL™ moving beyond the traditional relational-database feature set with new, ground-breaking functionality that is unique to PostgreSQL™. The streaming replication feature introduced in release 9.0 is significantly enhanced by adding a synchronous-replication option, streaming backups, and monitoring improvements. Major enhancements include:

- Allow synchronous replication
- Add support for foreign tables
- Add per-column collation support
- Add extensions which simplify packaging of additions to PostgreSQL™
- Add a true serializable isolation level
- Support unlogged tables using the UNLOGGED option in **CREATE TABLE**
- Allow data-modification commands (**INSERT/UPDATE/DELETE**) in WITH clauses
- Add nearest-neighbor (order-by-operator) searching to GiST indexes
- Add a **SECURITY LABEL** command and support for SELinux permissions control
- Update the PL/Python server-side language

The above items are explained in more detail in the sections below.

E.100.2. Migration to Version 9.1

A dump/restore using pg_dump, or use of pg_upgrade, is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Version 9.1 contains a number of changes that may affect compatibility with previous releases. Observe the following incompatibilities:

E.100.2.1. Strings

- Change the default value of standard_conforming_strings to on (Robert Haas)

By default, backslashes are now ordinary characters in string literals, not escape characters. This change removes a long-standing incompatibility with the SQL standard. escape_string_warning has produced warnings about this usage for years. E '' strings are the proper way to embed backslash escapes in strings and are unaffected by this change.



Avertissement

This change can break applications that are not expecting it and do their own string escaping according to the old rules. The consequences could be as severe as introducing SQL-injection security holes. Be sure to test applications that are exposed to untrusted input, to ensure that they correctly handle single quotes and backslashes in text strings.

E.100.2.2. Casting

- Disallow function-style and attribute-style data type casts for composite types (Tom Lane)

For example, disallow *composite_value*.text and text(*composite_value*). Unintentional uses of this syntax have frequently resulted in bug reports; although it was not a bug, it seems better to go back to rejecting such expressions. The CAST and :: syntaxes are still available for use when a cast of an entire composite value is actually intended.

- Tighten casting checks for domains based on arrays (Tom Lane)

When a domain is based on an array type, it is allowed to « look through » the domain type to access the array elements, including subscripting the domain value to fetch or assign an element. Assignment to an element of such a domain value, for instance via UPDATE ... SET domaincol[5] = ..., will now result in rechecking the domain type's constraints, whereas before the checks were skipped.

E.100.2.3. Arrays

- Change string_to_array() to return an empty array for a zero-length string (Pavel Stehule)

Previously this returned a null value.

- Change string_to_array() so a NULL separator splits the string into characters (Pavel Stehule)

Previously this returned a null value.

E.100.2.4. Object Modification

- Fix improper checks for before/after triggers (Tom Lane)
Triggers can now be fired in three cases: BEFORE, AFTER, or INSTEAD OF some action. Trigger function authors should verify that their logic behaves sanely in all three cases.
- Require superuser or CREATEROLE permissions in order to set comments on roles (Tom Lane)

E.100.2.5. Server Settings

- Change pg_last_xlog_receive_location() so it never moves backwards (Fuji Masao)
Previously, the value of pg_last_xlog_receive_location() could move backward when streaming replication is restarted.
- Have logging of replication connections honor log_connections (Magnus Hagander)
Previously, replication connections were always logged.

E.100.2.6. PL/pgSQL Server-Side Language

- Change PL/pgSQL's RAISE command without parameters to be catchable by the attached exception block (Piyush Newe)
Previously RAISE in a code block was always scoped to an attached exception block, so it was uncatchable at the same scope.
- Adjust PL/pgSQL's error line numbering code to be consistent with other PLs (Pavel Stehule)
Previously, PL/pgSQL would ignore (not count) an empty line at the start of the function body. Since this was inconsistent with all other languages, the special case was removed.
- Make PL/pgSQL complain about conflicting IN and OUT parameter names (Tom Lane)
Formerly, the collision was not detected, and the name would just silently refer to only the OUT parameter.
- Type modifiers of PL/pgSQL variables are now visible to the SQL parser (Tom Lane)
A type modifier (such as a varchar length limit) attached to a PL/pgSQL variable was formerly enforced during assignments, but was ignored for all other purposes. Such variables will now behave more like table columns declared with the same modifier. This is not expected to make any visible difference in most cases, but it could result in subtle changes for some SQL commands issued by PL/pgSQL functions.

E.100.2.7. Contrib

- All contrib modules are now installed with CREATE EXTENSION rather than by manually invoking their SQL scripts (Dimitri Fontaine, Tom Lane)
To update an existing database containing the 9.0 version of a contrib module, use CREATE EXTENSION ... FROM unpackaged to wrap the existing contrib module's objects into an extension. When updating from a pre-9.0 version, drop the contrib module's objects using its old uninstall script, then use CREATE EXTENSION.

E.100.2.8. Other Incompatibilities

- Make pg_stat_reset() reset all database-level statistics (Tomas Vondra)
Some pg_stat_database counters were not being reset.
- Fix some information_schema.triggers column names to match the new SQL-standard names (Dean Rasheed)
- Treat ECPG cursor names as case-insensitive (Zoltan Boszormenyi)

E.100.3. Changes

Below you will find a detailed account of the changes between PostgreSQL™ 9.1 and the previous major release.

E.100.3.1. Server

E.100.3.1.1. Performance

- Support unlogged tables using the UNLOGGED option in **CREATE TABLE** (Robert Haas)

Such tables provide better update performance than regular tables, but are not crash-safe: their contents are automatically cleared in case of a server crash. Their contents do not propagate to replication slaves, either.

- Allow FULL OUTER JOIN to be implemented as a hash join, and allow either side of a LEFT OUTER JOIN or RIGHT OUTER JOIN to be hashed (Tom Lane)

Previously FULL OUTER JOIN could only be implemented as a merge join, and LEFT OUTER JOIN and RIGHT OUTER JOIN could hash only the nullable side of the join. These changes provide additional query optimization possibilities.

- Merge duplicate fsync requests (Robert Haas, Greg Smith)

This greatly improves performance under heavy write loads.

- Improve performance of `commit_siblings` (Greg Smith)

This allows the use of `commit_siblings` with less overhead.

- Reduce the memory requirement for large ispell dictionaries (Pavel Stehule, Tom Lane)

- Avoid leaving data files open after « blind writes » (Alvaro Herrera)

This fixes scenarios in which backends might hold files open long after they were deleted, preventing the kernel from reclaiming disk space.

E.100.3.1.2. Optimizer

- Allow allance table scans to return meaningfully-sorted results (Greg Stark, Hans-Jurgen Schonig, Robert Haas, Tom Lane)

This allows better optimization of queries that use ORDER BY, LIMIT, or MIN/MAX with alled tables.

- Improve GIN index scan cost estimation (Teodor Sigaev)

- Improve cost estimation for aggregates and window functions (Tom Lane)

E.100.3.1.3. Authentication

- Support host names and host suffixes (e.g. .example.com) in `pg_hba.conf` (Peter Eisentraut)

Previously only host IP addresses and CIDR values were supported.

- Support the key word `all` in the host column of `pg_hba.conf` (Peter Eisentraut)

Previously people used 0.0.0.0/0 or ::/0 for this.

- Reject `local` lines in `pg_hba.conf` on platforms that don't support Unix-socket connections (Magnus Hagander)

Formerly, such lines were silently ignored, which could be surprising. This makes the behavior more like other unsupported cases.

- Allow GSSAPI to be used to authenticate to servers via SSPI (Christian Ullrich)

Specifically this allows Unix-based GSSAPI clients to do SSPI authentication with Windows servers.

- `ident` authentication over local sockets is now known as `peer` (Magnus Hagander)

The old term is still accepted for backward compatibility, but since the two methods are fundamentally different, it seemed better to adopt different names for them.

- Rewrite peer authentication to avoid use of credential control messages (Tom Lane)

This change makes the peer authentication code simpler and better-performing. However, it requires the platform to provide the `getpeereid` function or an equivalent socket operation. So far as is known, the only platform for which peer authentication worked before and now will not is pre-5.0 NetBSD.

E.100.3.1.4. Monitoring

- Add details to the logging of restartpoints and checkpoints, which is controlled by `log_checkpoints` (Fujii Masao, Greg

Smith)

New details include WAL file and sync activity.

- Add `log_file_mode` which controls the permissions on log files created by the logging collector (Martin Pihlak)
- Reduce the default maximum line length for syslog logging to 900 bytes plus prefixes (Noah Misch)

This avoids truncation of long log lines on syslog implementations that have a 1KB length limit, rather than the more common 2KB.

E.100.3.1.5. Statistical Views

- Add `client_hostname` column to `pg_stat_activity` (Peter Eisentraut)

Previously only the client address was reported.

- Add `pg_stat_xact_*` statistics functions and views (Joel Jacobson)

These are like the database-wide statistics counter views, but reflect counts for only the current transaction.

- Add time of last reset in database-level and background writer statistics views (Tomas Vondra)

- Add columns showing the number of vacuum and analyze operations in `pg_stat_*_tables` views (Magnus Hagander)

- Add `buffers_backend_fsync` column to `pg_stat_bgwriter` (Greg Smith)

This new column counts the number of times a backend fsyncs a buffer.

E.100.3.1.6. Server Settings

- Provide auto-tuning of `wal_buffers` (Greg Smith)

By default, the value of `wal_buffers` is now chosen automatically based on the value of `shared_buffers`.

- Increase the maximum values for `deadlock_timeout`, `log_min_duration_statement`, and `log_autovacuum_min_duration` (Peter Eisentraut)

The maximum value for each of these parameters was previously only about 35 minutes. Much larger values are now allowed.

E.100.3.2. Replication and Recovery

E.100.3.2.1. Streaming Replication and Continuous Archiving

- Allow synchronous replication (Simon Riggs, Fujii Masao)

This allows the primary server to wait for a standby to write a transaction's information to disk before acknowledging the commit. One standby at a time can take the role of the synchronous standby, as controlled by the `synchronous_standby_names` setting. Synchronous replication can be enabled or disabled on a per-transaction basis using the `synchronous_commit` setting.

- Add protocol support for sending file system backups to standby servers using the streaming replication network connection (Magnus Hagander, Heikki Linnakangas)

This avoids the requirement of manually transferring a file system backup when setting up a standby server.

- Add `replication_timeout` setting (Fujii Masao, Heikki Linnakangas)

Replication connections that are idle for more than the `replication_timeout` interval will be terminated automatically. Formerly, a failed connection was typically not detected until the TCP timeout elapsed, which is inconveniently long in many situations.

- Add command-line tool `pg_basebackup` for creating a new standby server or database backup (Magnus Hagander)

- Add a replication permission for roles (Magnus Hagander)

This is a read-only permission used for streaming replication. It allows a non-superuser role to be used for replication connections. Previously only superusers could initiate replication connections; superusers still have this permission by default.

E.100.3.2.2. Replication Monitoring

- Add system view pg_stat_replication which displays activity of WAL sender processes (Itagaki Takahiro, Simon Riggs)
This reports the status of all connected standby servers.
- Add monitoring function pg_last_xact_replay_timestamp() (Fujii Masao)
This returns the time at which the primary generated the most recent commit or abort record applied on the standby.

E.100.3.2.3. Hot Standby

- Add configuration parameter hot_standby_feedback to enable standbys to postpone cleanup of old row versions on the primary (Simon Riggs)
This helps avoid canceling long-running queries on the standby.
- Add the pg_stat_database_conflicts system view to show queries that have been canceled and the reason (Magnus Hagander)
Cancellations can occur because of dropped tablespaces, lock timeouts, old snapshots, pinned buffers, and deadlocks.
- Add a *conflicts* count to pg_stat_database (Magnus Hagander)
This is the number of conflicts that occurred in the database.
- Increase the maximum values for max_standby_archive_delay and max_standby_streaming_delay
The maximum value for each of these parameters was previously only about 35 minutes. Much larger values are now allowed.
- Add ERRCODE_T_R_DATABASE_DROPPED error code to report recovery conflicts due to dropped databases (Tatsuo Ishii)
This is useful for connection pooling software.

E.100.3.2.4. Recovery Control

- Add functions to control streaming replication replay (Simon Riggs)
The new functions are pg_xlog_replay_pause(), pg_xlog_replay_resume(), and the status function pg_is_xlog_replay_paused().
- Add recovery.conf setting pause_at_recovery_target to pause recovery at target (Simon Riggs)
This allows a recovery server to be queried to check whether the recovery point is the one desired.
- Add the ability to create named restore points using pg_create_restore_point() (Jaime Casanova)
These named restore points can be specified as recovery targets using the new recovery.conf setting recovery_target_name.
- Allow standby recovery to switch to a new timeline automatically (Heikki Linnakangas)
Now standby servers scan the archive directory for new timelines periodically.
- Add restart_after_crash setting which disables automatic server restart after a backend crash (Robert Haas)
This allows external cluster management software to control whether the database server restarts or not.
- Allow recovery.conf to use the same quoting behavior as postgresql.conf (Dimitri Fontaine)
Previously all values had to be quoted.

E.100.3.3. Queries

- Add a true serializable isolation level (Kevin Grittner, Dan Ports)
Previously, asking for serializable isolation guaranteed only that a single MVCC snapshot would be used for the entire transaction, which allowed certain documented anomalies. The old snapshot isolation behavior is still available by requesting the REPEATABLE_READ isolation level.
- Allow data-modification commands (**INSERT/UPDATE/DELETE**) in WITH clauses (Marko Tiikkaja, Hitoshi Harada)
These commands can use RETURNING to pass data up to the containing query.
- Allow WITH clauses to be attached to **INSERT, UPDATE, DELETE** statements (Marko Tiikkaja, Hitoshi Harada)

- Allow non-GROUP BY columns in the query target list when the primary key is specified in the GROUP BY clause (Peter Eisentraut)

The SQL standard allows this behavior, and because of the primary key, the result is unambiguous.

- Allow use of the key word DISTINCT in UNION/INTERSECT/EXCEPT clauses (Tom Lane)

DISTINCT is the default behavior so use of this key word is redundant, but the SQL standard allows it.

- Fix ordinary queries with rules to use the same snapshot behavior as EXPLAIN ANALYZE (Marko Tiikkaja)

Previously EXPLAIN ANALYZE used slightly different snapshot timing for queries involving rules. The EXPLAIN ANALYZE behavior was judged to be more logical.

E.100.3.3.1. Strings

- Add per-column collation support (Peter Eisentraut, Tom Lane)

Previously collation (the sort ordering of text strings) could only be chosen at database creation. Collation can now be set per column, domain, index, or expression, via the SQL-standard COLLATE clause.

E.100.3.4. Object Manipulation

- Add extensions which simplify packaging of additions to PostgreSQL™ (Dimitri Fontaine, Tom Lane)

Extensions are controlled by the new **CREATE/ALTER/DROP EXTENSION** commands. This replaces ad-hoc methods of grouping objects that are added to a PostgreSQL™ installation.

- Add support for foreign tables (Shigeru Hanada, Robert Haas, Jan Urbanski, Heikki Linnakangas)

This allows data stored outside the database to be used like native PostgreSQL™-stored data. Foreign tables are currently read-only, however.

- Allow new values to be added to an existing enum type via **ALTER TYPE** (Andrew Dunstan)

- Add **ALTER TYPE ... ADD/DROP/ALTER/RENAME ATTRIBUTE** (Peter Eisentraut)

This allows modification of composite types.

E.100.3.4.1. ALTER Object

- Add RESTRICT/CASCADE to **ALTER TYPE** operations on typed tables (Peter Eisentraut)

This controls ADD/DROP/ALTER/RENAME ATTRIBUTE cascading behavior.

- Support **ALTER TABLE name {OF | NOT OF} type** (Noah Misch)

This syntax allows a standalone table to be made into a typed table, or a typed table to be made standalone.

- Add support for more object types in **ALTER ... SET SCHEMA** commands (Dimitri Fontaine)

This command is now supported for conversions, operators, operator classes, operator families, text search configurations, text search dictionaries, text search parsers, and text search templates.

E.100.3.4.2. CREATE/ALTER TABLE

- Add **ALTER TABLE ... ADD UNIQUE/PRIMARY KEY USING INDEX** (Gurjeet Singh)

This allows a primary key or unique constraint to be defined using an existing unique index, including a concurrently created unique index.

- Allow **ALTER TABLE** to add foreign keys without validation (Simon Riggs)

The new option is called NOT VALID. The constraint's state can later be modified to VALIDATED and validation checks performed. Together these allow you to add a foreign key with minimal impact on read and write operations.

- Allow **ALTER TABLE ... SET DATA TYPE** to avoid table rewrites in appropriate cases (Noah Misch, Robert Haas)

For example, converting a varchar column to text no longer requires a rewrite of the table. However, increasing the length constraint on a varchar column still requires a table rewrite.

- Add **CREATE TABLE IF NOT EXISTS** syntax (Robert Haas)

This allows table creation without causing an error if the table already exists.

- Fix possible « tuple concurrently updated » error when two backends attempt to add an alliance child to the same table at the same time (Robert Haas)

ALTER TABLE now takes a stronger lock on the parent table, so that the sessions cannot try to update it simultaneously.

E.100.3.4.3. Object Permissions

- Add a **SECURITY LABEL** command (KaiGai Kohei)

This allows security labels to be assigned to objects.

E.100.3.5. Utility Operations

- Add transaction-level advisory locks (Marko Tiikkaja)

These are similar to the existing session-level advisory locks, but such locks are automatically released at transaction end.

- Make **TRUNCATE ... RESTART IDENTITY** restart sequences transactionally (Steve Singer)

Previously the counter could have been left out of sync if a backend crashed between the on-commit truncation activity and commit completion.

E.100.3.5.1. COPY

- Add **ENCODING** option to **COPY TO/FROM** (Hitoshi Harada, Itagaki Takahiro)

This allows the encoding of the **COPY** file to be specified separately from client encoding.

- Add bidirectional **COPY** protocol support (Fujii Masao)

This is currently only used by streaming replication.

E.100.3.5.2. EXPLAIN

- Make **EXPLAIN VERBOSE** show the function call expression in a **FunctionScan** node (Tom Lane)

E.100.3.5.3. VACUUM

- Add additional details to the output of **VACUUM FULL VERBOSE** and **CLUSTER VERBOSE** (Itagaki Takahiro)

New information includes the live and dead tuple count and whether **CLUSTER** is using an index to rebuild.

- Prevent autovacuum from waiting if it cannot acquire a table lock (Robert Haas)

It will try to vacuum that table later.

E.100.3.5.4. CLUSTER

- Allow **CLUSTER** to sort the table rather than scanning the index when it seems likely to be cheaper (Leonardo Francalanci)

E.100.3.5.5. Indexes

- Add nearest-neighbor (order-by-operator) searching to GiST indexes (Teodor Sigaev, Tom Lane)

This allows GiST indexes to quickly return the *N* closest values in a query with **LIMIT**. For example

```
SELECT * FROM places ORDER BY location <-> point '(101,456)' LIMIT 10;
```

finds the ten places closest to a given target point.

- Allow GIN indexes to index null and empty values (Tom Lane)

This allows full GIN index scans, and fixes various corner cases in which GIN scans would fail.

- Allow GIN indexes to better recognize duplicate search entries (Tom Lane)

This reduces the cost of index scans, especially in cases where it avoids unnecessary full index scans.

- Fix GiST indexes to be fully crash-safe (Heikki Linnakangas)

Previously there were rare cases where a **REINDEX** would be required (you would be informed).

E.100.3.6. Data Types

- Allow numeric to use a more compact, two-byte header in common cases (Robert Haas)

Previously all numeric values had four-byte headers; this change saves on disk storage.

- Add support for dividing money by money (Andy Balholm)

- Allow binary I/O on type void (Radoslaw Smogura)

- Improve hypotenuse calculations for geometric operators (Paul Matthews)

This avoids unnecessary overflows, and may also be more accurate.

- Support hashing array values (Tom Lane)

This provides additional query optimization possibilities.

- Don't treat a composite type as sortable unless all its column types are sortable (Tom Lane)

This avoids possible « could not identify a comparison function » failures at runtime, if it is possible to implement the query without sorting. Also, **ANALYZE** won't try to use inappropriate statistics-gathering methods for columns of such composite types.

E.100.3.6.1. Casting

- Add support for casting between money and numeric (Andy Balholm)

- Add support for casting from int4 and int8 to money (Joey Adams)

- Allow casting a table's row type to the table's supertype if it's a typed table (Peter Eisentraut)

This is analogous to the existing facility that allows casting a row type to a supertable's row type.

E.100.3.6.2. XML

- Add XML function XMLEXISTS and xpath_exists() functions (Mike Fowler)

These are used for XPath matching.

- Add XML functions xml_is_well_formed(), xml_is_well_formed_document(), xml_is_well_formed_content() (Mike Fowler)

These check whether the input is properly-formed XML. They provide functionality that was previously available only in the deprecated contrib/xml2 module.

E.100.3.7. Functions

- Add SQL function format(text, ...), which behaves analogously to C's printf() (Pavel Stehule, Robert Haas)

It currently supports formats for strings, SQL literals, and SQL identifiers.

- Add string functions concat(), concat_ws(), left(), right(), and reverse() (Pavel Stehule)

These improve compatibility with other database products.

- Add function pg_read_binary_file() to read binary files (Dimitri Fontaine, Itagaki Takahiro)

- Add a single-parameter version of function pg_read_file() to read an entire file (Dimitri Fontaine, Itagaki Takahiro)

- Add three-parameter forms of `array_to_string()` and `string_to_array()` for null value processing control (Pavel Stehule)

E.100.3.7.1. Object Information Functions

- Add the `pg_describe_object()` function (Alvaro Herrera)

This function is used to obtain a human-readable string describing an object, based on the `pg_class` OID, object OID, and sub-object ID. It can be used to help interpret the contents of `pg_depend`.

- Update comments for built-in operators and their underlying functions (Tom Lane)

Functions that are meant to be used via an associated operator are now commented as such.

- Add variable `quote_all_identifiers` to force the quoting of all identifiers in **EXPLAIN** and in system catalog functions like `pg_get_viewdef()` (Robert Haas)

This makes exporting schemas to tools and other databases with different quoting rules easier.

- Add columns to the `information_schema.sequences` system view (Peter Eisentraut)

Previously, though the view existed, the columns about the sequence parameters were unimplemented.

- Allow `public` as a pseudo-role name in `has_table_privilege()` and related functions (Alvaro Herrera)

This allows checking for public permissions.

E.100.3.7.2. Function and Trigger Creation

- Support `INSTEAD OF` triggers on views (Dean Rasheed)

This feature can be used to implement fully updatable views.

E.100.3.8. Server-Side Languages

E.100.3.8.1. PL/pgSQL Server-Side Language

- Add **FOREACH IN ARRAY** to PL/pgSQL (Pavel Stehule)

This is more efficient and readable than previous methods of iterating through the elements of an array value.

- Allow **RAISE** without parameters to be caught in the same places that could catch a **RAISE ERROR** from the same location (Piyush Newe)

The previous coding threw the error from the block containing the active exception handler. The new behavior is more consistent with other DBMS products.

E.100.3.8.2. PL/Perl Server-Side Language

- Allow generic record arguments to PL/Perl functions (Andrew Dunstan)

PL/Perl functions can now be declared to accept type record. The behavior is the same as for any named composite type.

- Convert PL/Perl array arguments to Perl arrays (Alexey Klyukin, Alex Hunsaker)

String representations are still available.

- Convert PL/Perl composite-type arguments to Perl hashes (Alexey Klyukin, Alex Hunsaker)

String representations are still available.

E.100.3.8.3. PL/Python Server-Side Language

- Add table function support for PL/Python (Jan Urbanski)

PL/Python can now return multiple OUT parameters and record sets.

- Add a validator to PL/Python (Jan Urbanski)

This allows PL/Python functions to be syntax-checked at function creation time.

- Allow exceptions for SQL queries in PL/Python (Jan Urbanski)

This allows access to SQL-generated exception error codes from PL/Python exception blocks.

- Add explicit subtransactions to PL/Python (Jan Urbanski)
- Add PL/Python functions for quoting strings (Jan Urbanski)

These functions are `plpy.quote_ident`, `plpy.quote_literal`, and `plpy.quote_nullable`.

- Add traceback information to PL/Python errors (Jan Urbanski)
- Report PL/Python errors from iterators with `PLy_elog` (Jan Urbanski)
- Fix exception handling with Python 3 (Jan Urbanski)

Exception classes were previously not available in `plpy` under Python 3.

E.100.3.9. Client Applications

- Mark `createlang` and `droplang` as deprecated now that they just invoke extension commands (Tom Lane)

E.100.3.9.1. psql

- Add `psql` command `\conninfo` to show current connection information (David Christensen)
- Add `psql` command `\sf` to show a function's definition (Pavel Stehule)
- Add `psql` command `\dL` to list languages (Fernando Ike)
- Add the `S` (« system ») option to `psql`'s `\dn` (list schemas) command (Tom Lane)
`\dn` without `S` now suppresses system schemas.
- Allow `psql`'s `\e` and `\ef` commands to accept a line number to be used to position the cursor in the editor (Pavel Stehule)
This is passed to the editor according to the `PSQL_EDITOR_LINENUMBER_ARG` environment variable.
- Have `psql` set the client encoding from the operating system locale by default (Heikki Linnakangas)
This only happens if the `PGCLIENTENCODING` environment variable is not set.
- Make `\d` distinguish between unique indexes and unique constraints (Josh Kupershmidt)
- Make `\dt+` report `pg_table_size` instead of `pg_relation_size` when talking to 9.0 or later servers (Bernd Helmle)
This is a more useful measure of table size, but note that it is not identical to what was previously reported in the same display.
- Additional tab completion support (Itagaki Takahiro, Pavel Stehule, Andrey Popp, Christoph Berg, David Fetter, Josh Kupershmidt)

E.100.3.9.2. pg_dump

- Add `pg_dump` and `pg_dumpall` option `--quote-all-identifiers` to force quoting of all identifiers (Robert Haas)
- Add directory format to `pg_dump` (Joachim Wieland, Heikki Linnakangas)
This is internally similar to the `tar pg_dump` format.

E.100.3.9.3. pg_ctl

- Fix `pg_ctl` so it no longer incorrectly reports that the server is not running (Bruce Momjian)
Previously this could happen if the server was running but `pg_ctl` could not authenticate.
- Improve `pg_ctl` start's « wait » (`-w`) option (Bruce Momjian, Tom Lane)

The wait mode is now significantly more robust. It will not get confused by non-default postmaster port numbers, non-default Unix-domain socket locations, permission problems, or stale postmaster lock files.

- Add `promote` option to `pg_ctl` to switch a standby server to primary (Fujii Masao)

E.100.3.10. Development Tools

E.100.3.10.1. libpq

- Add a `libpq` connection option `client_encoding` which behaves like the `PGCLIENTENCODING` environment variable (Heikki Linnakangas)

The value `auto` sets the client encoding based on the operating system locale.

- Add `PQlibVersion()` function which returns the `libpq` library version (Magnus Hagander)

`libpq` already had `PQserverVersion()` which returns the server version.

- Allow `libpq`-using clients to check the user name of the server process when connecting via Unix-domain sockets, with the new `requirepeer` connection option (Peter Eisentraut)

`PostgreSQL™` already allowed servers to check the client user name when connecting via Unix-domain sockets.

- Add `PQping()` and `PQpingParams()` to `libpq` (Bruce Momjian, Tom Lane)

These functions allow detection of the server's status without trying to open a new session.

E.100.3.10.2. ECPG

- Allow ECPG to accept dynamic cursor names even in `WHERE CURRENT OF` clauses (Zoltan Boszormenyi)
- Make `ecpglib` write double values with a precision of 15 digits, not 14 as formerly (Akira Kurosawa)

E.100.3.11. Build Options

- Use `+Olibmerrno` compile flag with HP-UX C compilers that accept it (Ibrar Ahmed)

This avoids possible misbehavior of math library calls on recent HP platforms.

E.100.3.11.1. Makefiles

- Improved parallel make support (Peter Eisentraut)

This allows for faster compiles. Also, `make -k` now works more consistently.

- Require GNU make 3.80 or newer (Peter Eisentraut)

This is necessary because of the parallel-make improvements.

- Add `make maintainer-check` target (Peter Eisentraut)

This target performs various source code checks that are not appropriate for either the build or the regression tests. Currently: `duplicate_oids`, SGML syntax and tabs check, NLS syntax check.

- Support `make check` in `contrib` (Peter Eisentraut)

Formerly only `make installcheck` worked, but now there is support for testing in a temporary installation. The top-level `make check-world` target now includes testing `contrib` this way.

E.100.3.11.2. Windows

- On Windows, allow `pg_ctl` to register the service as auto-start or start-on-demand (Quan Zongliang)

- Add support for collecting crash dumps on Windows (Craig Ringer, Magnus Hagander)

`minidumps™` can now be generated by non-debug Windows binaries and analyzed by standard debugging tools.

- Enable building with the MinGW64 compiler (Andrew Dunstan)

This allows building 64-bit Windows binaries even on non-Windows platforms via cross-compiling.

E.100.3.12. Source Code

- Revise the API for GUC variable assign hooks (Tom Lane)

The previous functions of assign hooks are now split between check hooks and assign hooks, where the former can fail but the latter shouldn't. This change will impact add-on modules that define custom GUC parameters.

- Add latches to the source code to support waiting for events (Heikki Linnakangas)
- Centralize data modification permissions-checking logic (KaiGai Kohei)
- Add missing `get_object_oid()` functions, for consistency (Robert Haas)
- Improve ability to use C++ compilers for compiling add-on modules by removing conflicting key words (Tom Lane)
- Add support for DragonFly BSD (Rumko)
- Expose `quote_literal_cstr()` for backend use (Robert Haas)
- Run regression tests in the default encoding (Peter Eisentraut)
Regression tests were previously always run with SQL_ASCII encoding.
- Add `src/tools/git_changelog` to replace `cvs2cl` and `pgcvslog` (Robert Haas, Tom Lane)
- Add git-external-diff script to `src/tools` (Bruce Momjian)
This is used to generate context diffs from git.
- Improve support for building with Clang (Peter Eisentraut)

E.100.3.12.1. Server Hooks

- Add source code hooks to check permissions (Robert Haas, Stephen Frost)
- Add post-object-creation function hooks for use by security frameworks (KaiGai Kohei)
- Add a client authentication hook (KaiGai Kohei)

E.100.3.13. Contrib

- Modify `contrib` modules and procedural languages to install via the new extension mechanism (Tom Lane, Dimitri Fontaine)

- Add `contrib/file_fdw` foreign-data wrapper (Shigeru Hanada)

Foreign tables using this foreign data wrapper can read flat files in a manner very similar to **COPY**.

- Add nearest-neighbor search support to `contrib/pg_trgm` and `contrib/btree_gist` (Teodor Sigaev)
- Add `contrib/btree_gist` support for searching on not-equals (Jeff Davis)
- Fix `contrib/fuzzystrmatch`'s `levenshtein()` function to handle multibyte characters (Alexander Korotkov)
- Add `ssl_cipher()` and `ssl_version()` functions to `contrib/sslinfo` (Robert Haas)
- Fix `contrib/intarray` and `contrib/hstore` to give consistent results with indexed empty arrays (Tom Lane)
Previously an empty-array query that used an index might return different results from one that used a sequential scan.
- Allow `contrib/intarray` to work properly on multidimensional arrays (Tom Lane)
- In `contrib/intarray`, avoid errors complaining about the presence of nulls in cases where no nulls are actually present (Tom Lane)
- In `contrib/intarray`, fix behavior of containment operators with respect to empty arrays (Tom Lane)
Empty arrays are now correctly considered to be contained in any other array.
- Remove `contrib/xml2`'s arbitrary limit on the number of `parameter=value` pairs that can be handled by `xslt_process()` (Pavel Stehule)

The previous limit was 10.

- In contrib/pageinspect, fix heap_page_item to return infomasks as 32-bit values (Alvaro Herrera)
This avoids returning negative values, which was confusing. The underlying value is a 16-bit unsigned integer.

E.100.3.13.1. Security

- Add contrib/sepgsql to interface permission checks with SELinux (KaiGai Kohei)
This uses the new **SECURITY LABEL** facility.
- Add contrib module auth_delay (KaiGai Kohei)
This causes the server to pause before returning authentication failure; it is designed to make brute force password attacks more difficult.
- Add dummy_seclabel contrib module (KaiGai Kohei)
This is used for permission regression testing.

E.100.3.13.2. Performance

- Add support for LIKE and ILIKE index searches to contrib/pg_trgm (Alexander Korotkov)
- Add levenshtein_less_equal() function to contrib/fuzzystrmatch, which is optimized for small distances (Alexander Korotkov)
- Improve performance of index lookups on contrib/seg columns (Alexander Korotkov)
- Improve performance of pg_upgrade for databases with many relations (Bruce Momjian)
- Add flag to contrib/pgbench to report per-statement latencies (Florian Pflug)

E.100.3.13.3. Fsync Testing

- Move src/tools/test_fsync to contrib/pg_test_fsync (Bruce Momjian, Tom Lane)
- Add O_DIRECT support to contrib/pg_test_fsync (Bruce Momjian)
This matches the use of O_DIRECT by wal_sync_method.
- Add new tests to contrib/pg_test_fsync (Bruce Momjian)

E.100.3.14. Documentation

- Extensive ECPG documentation improvements (Satoshi Nagayasu)
- Extensive proofreading and documentation improvements (Thom Brown, Josh Kupershmidt, Susanne Ebrecht)
- Add documentation for exit_on_error (Robert Haas)
This parameter causes sessions to exit on any error.
- Add documentation for pg_options_to_table() (Josh Berkus)
This function shows table storage options in a readable form.
- Document that it is possible to access all composite type fields using (compositemval) . * syntax (Peter Eisentraut)
- Document that translate() removes characters in from that don't have a corresponding to character (Josh Kupershmidt)
- Merge documentation for **CREATE CONSTRAINT TRIGGER** and **CREATE TRIGGER** (Alvaro Herrera)
- Centralize permission and upgrade documentation (Bruce Momjian)
- Add kernel tuning documentation for Solaris 10 (Josh Berkus)
Previously only Solaris 9 kernel tuning was documented.
- Handle non-ASCII characters consistently in HISTORY file (Peter Eisentraut)
While the HISTORY file is in English, we do have to deal with non-ASCII letters in contributor names. These are now transliterated so that they are reasonably legible without assumptions about character set.

E.101. Release 9.0.23

Release date: 2015-10-08

This release contains a variety of fixes from 9.0.22. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

This is expected to be the last PostgreSQL™ release in the 9.0.X series. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

E.101.1. Migration to Version 9.0.23

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.18, see Section E.106, « Release 9.0.18 ».

E.101.2. Changes

- Fix contrib/pgcrypto to detect and report too-short crypt() salts (Josh Kupershmidt)

Certain invalid salt arguments crashed the server or disclosed a few bytes of server memory. We have not ruled out the viability of attacks that arrange for presence of confidential information in the disclosed bytes, but they seem unlikely. (CVE-2015-5288)

- Fix subtransaction cleanup after a portal (cursor) belonging to an outer subtransaction fails (Tom Lane, Michael Paquier)

A function executed in an outer-subtransaction cursor could cause an assertion failure or crash by referencing a relation created within an inner subtransaction.

- Fix insertion of relations into the relation cache « init file » (Tom Lane)

An oversight in a patch in the most recent minor releases caused pg_trigger_tgrelid_tgname_index to be omitted from the init file. Subsequent sessions detected this, then deemed the init file to be broken and silently ignored it, resulting in a significant degradation in session startup time. In addition to fixing the bug, install some guards so that any similar future mistake will be more obvious.

- Avoid O(N^2) behavior when inserting many tuples into a SPI query result (Neil Conway)

- Improve LISTEN startup time when there are many unread notifications (Matt Newell)

- Disable SSL renegotiation by default (Michael Paquier, Andres Freund)

While use of SSL renegotiation is a good idea in theory, we have seen too many bugs in practice, both in the underlying OpenSSL library and in our usage of it. Renegotiation will be removed entirely in 9.5 and later. In the older branches, just change the default value of ssl_renegotiation_limit to zero (disabled).

- Lower the minimum values of the *_freeze_max_age parameters (Andres Freund)

This is mainly to make tests of related behavior less time-consuming, but it may also be of value for installations with limited disk space.

- Limit the maximum value of wal_buffers to 2GB to avoid server crashes (Josh Berkus)

- Fix rare internal overflow in multiplication of numeric values (Dean Rasheed)

- Guard against hard-to-reach stack overflows involving record types, range types, json, jsonb, tsquery, ltxtquery and query_int (Noah Misch)

- Fix handling of DOW and DOY in datetime input (Greg Stark)

These tokens aren't meant to be used in datetime values, but previously they resulted in opaque internal error messages rather than « invalid input syntax ».

- Add more query-cancel checks to regular expression matching (Tom Lane)

- Add recursion depth protections to regular expression, SIMILAR TO, and LIKE matching (Tom Lane)

Suitable search patterns and a low stack depth limit could lead to stack-overrun crashes.

- Fix potential infinite loop in regular expression execution (Tom Lane)

A search pattern that can apparently match a zero-length string, but actually doesn't match because of a back reference, could lead to an infinite loop.

- Fix low-memory failures in regular expression compilation (Andreas Seltenreich)
- Fix low-probability memory leak during regular expression execution (Tom Lane)
- Fix rare low-memory failure in lock cleanup during transaction abort (Tom Lane)
- Fix « unexpected out-of-memory situation during sort » errors when using tuplestores with small `work_mem` settings (Tom Lane)
- Fix very-low-probability stack overrun in `qsort` (Tom Lane)
- Fix « invalid memory alloc request size » failure in hash joins with large `work_mem` settings (Tomas Vondra, Tom Lane)
- Fix assorted planner bugs (Tom Lane)

These mistakes could lead to incorrect query plans that would give wrong answers, or to assertion failures in assert-enabled builds, or to odd planner errors such as « could not devise a query plan for the given query », « could not find pathkey item to sort », « plan should not reference subplan's variable », or « failed to assign all NestLoopParams to plan nodes ». Thanks are due to Andreas Seltenreich and Piotr Stefaniak for fuzz testing that exposed these problems.

- Use fuzzy path cost tiebreaking rule in all supported branches (Tom Lane)

This change is meant to avoid platform-specific behavior when alternative plan choices have effectively-identical estimated costs.

- During postmaster shutdown, ensure that per-socket lock files are removed and listen sockets are closed before we remove the `postmaster.pid` file (Tom Lane)

This avoids race-condition failures if an external script attempts to start a new postmaster as soon as `pg_ctl stop` returns.

- Fix postmaster's handling of a startup-process crash during crash recovery (Tom Lane)

If, during a crash recovery cycle, the startup process crashes without having restored database consistency, we'd try to launch a new startup process, which typically would just crash again, leading to an infinite loop.

- Do not print a WARNING when an autovacuum worker is already gone when we attempt to signal it, and reduce log verbosity for such signals (Tom Lane)

Prevent autovacuum launcher from sleeping unduly long if the server clock is moved backwards a large amount (Álvaro Herrera)

- Ensure that cleanup of a GIN index's pending-insertions list is interruptable by cancel requests (Jeff Janes)

- Allow all-zeroes pages in GIN indexes to be reused (Heikki Linnakangas)

Such a page might be left behind after a crash.

- Fix off-by-one error that led to otherwise-harmless warnings about « apparent wraparound » in subtrans/multixact truncation (Thomas Munro)

- Fix misreporting of **CONTINUE** and **MOVE** statement types in PL/pgSQL's error context messages (Pavel Stehule, Tom Lane)

- Fix some places in PL/Tcl that neglected to check for failure of `malloc()` calls (Michael Paquier, Álvaro Herrera)

- Improve libpq's handling of out-of-memory conditions (Michael Paquier, Heikki Linnakangas)

- Fix memory leaks and missing out-of-memory checks in ecpg (Michael Paquier)

- Fix psql's code for locale-aware formatting of numeric output (Tom Lane)

The formatting code invoked by `\pset numericlocale` on did the wrong thing for some uncommon cases such as numbers with an exponent but no decimal point. It could also mangle already-localized output from the money data type.

- Prevent crash in psql's `\c` command when there is no current connection (Noah Misch)

- Ensure that temporary files created during a `pg_dump` run with tar-format output are not world-readable (Michael Paquier)

- Fix `pg_dump` and `pg_upgrade` to support cases where the `postgres` or `template1` database is in a non-default tablespace (Marti Raudsepp, Bruce Momjian)

- Fix `pg_dump` to handle object privileges sanely when dumping from a server too old to have a particular privilege type (Tom Lane)

When dumping functions or procedural languages from pre-7.3 servers, `pg_dump` would produce **GRANT/REVOKE** commands that revoked the owner's grantable privileges and instead granted all privileges to `PUBLIC`. Since the privileges invol-

ved are just `USAGE` and `EXECUTE`, this isn't a security problem, but it's certainly a surprising representation of the older systems' behavior. Fix it to leave the default privilege state alone in these cases.

- Fix `pg_dump` to dump shell types (Tom Lane)
Shell types (that is, not-yet-fully-defined types) aren't useful for much, but nonetheless `pg_dump` should dump them.
- Fix spinlock assembly code for PPC hardware to be compatible with AIX's native assembler (Tom Lane)
Building with `gcc` didn't work if `gcc` had been configured to use the native assembler, which is becoming more common.
- On AIX, test the `-qlonglong` compiler option rather than just assuming it's safe to use (Noah Misch)
- On AIX, use `-Wl,-brtl1lib` link option to allow symbols to be resolved at runtime (Noah Misch)
`Perl` relies on this ability in 5.8.0 and later.
- Avoid use of inline functions when compiling with 32-bit `xlc`, due to compiler bugs (Noah Misch)
- Use `librt` for `sched_yield()` when necessary, which it is on some Solaris versions (Oskari Saarenmaa)
- Fix Windows `install.bat` script to handle target directory names that contain spaces (Heikki Linnakangas)
- Make the numeric form of the PostgreSQL™ version number (e.g., 90405) readily available to extension Makefiles, as a variable named `VERSION_NUM` (Michael Paquier)
- Update time zone data files to tzdata release 2015g for DST law changes in Cayman Islands, Fiji, Moldova, Morocco, Norfolk Island, North Korea, Turkey, and Uruguay. There is a new zone name `America/Fort_Nelson` for the Canadian Northern Rockies.

E.102. Release 9.0.22

Release date: 2015-06-12

This release contains a small number of fixes from 9.0.21. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 9.0.X release series in September 2015. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

E.102.1. Migration to Version 9.0.22

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.18, see Section E.106, « Release 9.0.18 ».

E.102.2. Changes

- Fix rare failure to invalidate relation cache init file (Tom Lane)

With just the wrong timing of concurrent activity, a **VACUUM FULL** on a system catalog might fail to update the « init file » that's used to avoid cache-loading work for new sessions. This would result in later sessions being unable to access that catalog at all. This is a very ancient bug, but it's so hard to trigger that no reproducible case had been seen until recently.

- Avoid deadlock between incoming sessions and `CREATE/DROP DATABASE` (Tom Lane)

A new session starting in a database that is the target of a **DROP DATABASE** command, or is the template for a **CREATE DATABASE** command, could cause the command to wait for five seconds and then fail, even if the new session would have exited before that.

E.103. Release 9.0.21

Release date: 2015-06-04

This release contains a small number of fixes from 9.0.20. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 9.0.X release series in September 2015. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

E.103.1. Migration to Version 9.0.21

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.18, see Section E.106, « Release 9.0.18 ».

E.103.2. Changes

- Avoid failures while `fsync`'ing data directory during crash restart (Abhijit Menon-Sen, Tom Lane)

In the previous minor releases we added a patch to `fsync` everything in the data directory after a crash. Unfortunately its response to any error condition was to fail, thereby preventing the server from starting up, even when the problem was quite harmless. An example is that an unwritable file in the data directory would prevent restart on some platforms; but it is common to make SSL certificate files unwritable by the server. Revise this behavior so that permissions failures are ignored altogether, and other types of failures are logged but do not prevent continuing.

- Remove configure's check prohibiting linking to a threaded libpython on OpenBSD (Tom Lane)

The failure this restriction was meant to prevent seems to not be a problem anymore on current OpenBSD versions.

- Allow libpq to use TLS protocol versions beyond v1 (Noah Misch)

For a long time, libpq was coded so that the only SSL protocol it would allow was TLS v1. Now that newer TLS versions are becoming popular, allow it to negotiate the highest commonly-supported TLS version with the server. (PostgreSQL™ servers were already capable of such negotiation, so no change is needed on the server side.) This is a back-patch of a change already released in 9.4.0.

E.104. Release 9.0.20

Release date: 2015-05-22

This release contains a variety of fixes from 9.0.19. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 9.0.X release series in September 2015. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

E.104.1. Migration to Version 9.0.20

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.18, see Section E.106, « Release 9.0.18 ».

E.104.2. Changes

- Avoid possible crash when client disconnects just before the authentication timeout expires (Benkocs Norbert Attila)

If the timeout interrupt fired partway through the session shutdown sequence, SSL-related state would be freed twice, typically causing a crash and hence denial of service to other sessions. Experimentation shows that an unauthenticated remote attacker could trigger the bug somewhat consistently, hence treat as security issue. (CVE-2015-3165)

- Improve detection of system-call failures (Noah Misch)

Our replacement implementation of `snprintf()` failed to check for errors reported by the underlying system library calls; the main case that might be missed is out-of-memory situations. In the worst case this might lead to information exposure, due to our code assuming that a buffer had been overwritten when it hadn't been. Also, there were a few places in which security-relevant calls of other system library functions did not check for failure.

It remains possible that some calls of the `*printf()` family of functions are vulnerable to information disclosure if an out-of-memory error occurs at just the wrong time. We judge the risk to not be large, but will continue analysis in this area. (CVE-2015-3166)

- In `contrib/pgcrypto`, uniformly report decryption failures as « Wrong key or corrupt data » (Noah Misch)

Previously, some cases of decryption with an incorrect key could report other error message texts. It has been shown that such variance in error reports can aid attackers in recovering keys from other systems. While it's unknown whether `pgcrypto`'s specific behaviors are likewise exploitable, it seems better to avoid the risk by using a one-size-fits-all message. (CVE-2015-3167)

- Fix incorrect checking of deferred exclusion constraints after a HOT update (Tom Lane)

If a new row that potentially violates a deferred exclusion constraint is HOT-updated (that is, no indexed columns change and the row can be stored back onto the same table page) later in the same transaction, the exclusion constraint would be reported as violated when the check finally occurred, even if the row(s) the new row originally conflicted with had been deleted.

- Prevent improper reordering of antijoins (NOT EXISTS joins) versus other outer joins (Tom Lane)

This oversight in the planner has been observed to cause « could not find RelOptInfo for given relids » errors, but it seems possible that sometimes an incorrect query plan might get past that consistency check and result in silently-wrong query output.

- Fix incorrect matching of subexpressions in outer-join plan nodes (Tom Lane)

Previously, if textually identical non-strict subexpressions were used both above and below an outer join, the planner might try to re-use the value computed below the join, which would be incorrect because the executor would force the value to NULL in case of an unmatched outer row.

- Fix GEQO planner to cope with failure of its join order heuristic (Tom Lane)

This oversight has been seen to lead to « failed to join all relations together » errors in queries involving LATERAL, and that might happen in other cases as well.

- Fix possible deadlock at startup when `max_prepared_transactions` is too small (Heikki Linnakangas)

- Don't archive useless preallocated WAL files after a timeline switch (Heikki Linnakangas)

- Avoid « cannot GetMultiXactIdMembers() during recovery » error (Álvaro Herrera)

- Recursively `fsync()` the data directory after a crash (Abhijit Menon-Sen, Robert Haas)

This ensures consistency if another crash occurs shortly later. (The second crash would have to be a system-level crash, not just a database crash, for there to be a problem.)

- Fix autovacuum launcher's possible failure to shut down, if an error occurs after it receives SIGTERM (Álvaro Herrera)

- Cope with unexpected signals in `LockBufferForCleanup()` (Andres Freund)

This oversight could result in spurious errors about « multiple backends attempting to wait for pincount 1 ».

- Avoid waiting for WAL flush or synchronous replication during commit of a transaction that was read-only so far as the user is concerned (Andres Freund)

Previously, a delay could occur at commit in transactions that had written WAL due to HOT page pruning, leading to undesirable effects such as sessions getting stuck at startup if all synchronous replicas are down. Sessions have also been observed to get stuck in catchup interrupt processing when using synchronous replication; this will fix that problem as well.

- Fix crash when manipulating hash indexes on temporary tables (Heikki Linnakangas)

- Fix possible failure during hash index bucket split, if other processes are modifying the index concurrently (Tom Lane)

- Check for interrupts while analyzing index expressions (Jeff Janes)

ANALYZE executes index expressions many times; if there are slow functions in such an expression, it's desirable to be able to cancel the **ANALYZE** before that loop finishes.

- Add the name of the target server to object description strings for foreign-server user mappings (Álvaro Herrera)

- Recommend setting `include_realm` to 1 when using Kerberos/GSSAPI/SSPI authentication (Stephen Frost)

Without this, identically-named users from different realms cannot be distinguished. For the moment this is only a documentation change, but it will become the default setting in PostgreSQL™ 9.5.

- Remove code for matching IPv4 `pg_hba.conf` entries to IPv4-in-IPv6 addresses (Tom Lane)

This hack was added in 2003 in response to a report that some Linux kernels of the time would report IPv4 connections as having IPv4-in-IPv6 addresses. However, the logic was accidentally broken in 9.0. The lack of any field complaints since then shows that it's not needed anymore. Now we have reports that the broken code causes crashes on some systems, so let's just remove it rather than fix it. (Had we chosen to fix it, that would make for a subtle and potentially security-sensitive change in the effective meaning of IPv4 `pg_hba.conf` entries, which does not seem like a good thing to do in minor releases.)

- While shutting down service on Windows, periodically send status updates to the Service Control Manager to prevent it from killing the service too soon; and ensure that `pg_ctl` will wait for shutdown (Krystian Bigaj)

- Reduce risk of network deadlock when using libpq's non-blocking mode (Heikki Linnakangas)

When sending large volumes of data, it's important to drain the input buffer every so often, in case the server has sent enough response data to cause it to block on output. (A typical scenario is that the server is sending a stream of NOTICE messages during COPY FROM STDIN.) This worked properly in the normal blocking mode, but not so much in non-blocking mode. We've modified libpq to opportunistically drain input when it can, but a full defense against this problem requires application cooperation: the application should watch for socket read-ready as well as write-ready conditions, and be sure to call PQconsumeInput() upon read-ready.

- Fix array handling in ecpg (Michael Meskes)
- Fix psql to sanely handle URIs and conninfo strings as the first parameter to \connect (David Fetter, Andrew Dunstan, Álvaro Herrera)

This syntax has been accepted (but undocumented) for a long time, but previously some parameters might be taken from the old connection instead of the given string, which was agreed to be undesirable.

- Suppress incorrect complaints from psql on some platforms that it failed to write ~/ .pgsql_history at exit (Tom Lane)
This misbehavior was caused by a workaround for a bug in very old (pre-2006) versions of libedit. We fixed it by removing the workaround, which will cause a similar failure to appear for anyone still using such versions of libedit. Recommendation: upgrade that library, or use libreadline.
- Fix pg_dump's rule for deciding which casts are system-provided casts that should not be dumped (Tom Lane)
- Fix dumping of views that are just VALUES(. . .) but have column aliases (Tom Lane)
- In pg_upgrade, force timeline 1 in the new cluster (Bruce Momjian)

This change prevents upgrade failures caused by bogus complaints about missing WAL history files.

- In pg_upgrade, check for improperly non-connectable databases before proceeding (Bruce Momjian)
- In pg_upgrade, quote directory paths properly in the generated delete_old_cluster script (Bruce Momjian)
- In pg_upgrade, preserve database-level freezing info properly (Bruce Momjian)
This oversight could cause missing-clog-file errors for tables within the postgres and template1 databases.
- Run pg_upgrade and pg_resetxlog with restricted privileges on Windows, so that they don't fail when run by an administrator (Muhammad Asif Naeem)
- Fix slow sorting algorithm in contrib/intarray (Tom Lane)
- Fix compile failure on Sparc V8 machines (Rob Rowan)
- Update time zone data files to tzdata release 2015d for DST law changes in Egypt, Mongolia, and Palestine, plus historical changes in Canada and Chile. Also adopt revised zone abbreviations for the America/Adak zone (HST/HDT not HAST/HADT).

E.105. Release 9.0.19

Release date: 2015-02-05

This release contains a variety of fixes from 9.0.18. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.105.1. Migration to Version 9.0.19

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.18, see Section E.106, « Release 9.0.18 ».

E.105.2. Changes

- Fix buffer overruns in to_char() (Bruce Momjian)

When to_char() processes a numeric formatting template calling for a large number of digits, PostgreSQL™ would read past the end of a buffer. When processing a crafted timestamp formatting template, PostgreSQL™ would write past the end of a buffer. Either case could crash the server. We have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation, though they seem unlikely. (CVE-2015-0241)

- Fix buffer overrun in replacement `*printf()` functions (Tom Lane)

PostgreSQL™ includes a replacement implementation of `printf` and related functions. This code will overrun a stack buffer when formatting a floating point number (conversion specifiers e, E, f, F, g or G) with requested precision greater than about 500. This will crash the server, and we have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation. A database user can trigger such a buffer overrun through the `to_char()` SQL function. While that is the only affected core PostgreSQL™ functionality, extension modules that use printf-family functions may be at risk as well.

This issue primarily affects PostgreSQL™ on Windows. PostgreSQL™ uses the system implementation of these functions where adequate, which it is on other modern platforms. (CVE-2015-0242)

- Fix buffer overruns in `contrib/pgcrypto` (Marko Tiikkaja, Noah Misch)

Errors in memory size tracking within the `pgcrypto` module permitted stack buffer overruns and improper dependence on the contents of uninitialized memory. The buffer overrun cases can crash the server, and we have not ruled out the possibility of attacks that lead to privilege escalation. (CVE-2015-0243)

- Fix possible loss of frontend/backend protocol synchronization after an error (Heikki Linnakangas)

If any error occurred while the server was in the middle of reading a protocol message from the client, it could lose synchronization and incorrectly try to interpret part of the message's data as a new protocol message. An attacker able to submit crafted binary data within a command parameter might succeed in injecting his own SQL commands this way. Statement timeout and query cancellation are the most likely sources of errors triggering this scenario. Particularly vulnerable are applications that use a timeout and also submit arbitrary user-crafted data as binary query parameters. Disabling statement timeout will reduce, but not eliminate, the risk of exploit. Our thanks to Emil Lenngren for reporting this issue. (CVE-2015-0244)

- Fix information leak via constraint-violation error messages (Stephen Frost)

Some server error messages show the values of columns that violate a constraint, such as a unique constraint. If the user does not have `SELECT` privilege on all columns of the table, this could mean exposing values that the user should not be able to see. Adjust the code so that values are displayed only when they came from the SQL command or could be selected by the user. (CVE-2014-8161)

- Lock down regression testing's temporary installations on Windows (Noah Misch)

Use SSPI authentication to allow connections only from the OS user who launched the test suite. This closes on Windows the same vulnerability previously closed on other platforms, namely that other users might be able to connect to the test postmaster. (CVE-2014-0067)

- Avoid possible data corruption if **ALTER DATABASE SET TABLESPACE** is used to move a database to a new tablespace and then shortly later move it back to its original tablespace (Tom Lane)

- Avoid corrupting tables when **ANALYZE** inside a transaction is rolled back (Andres Freund, Tom Lane, Michael Paquier)

If the failing transaction had earlier removed the last index, rule, or trigger from the table, the table would be left in a corrupted state with the relevant pg_class flags not set though they should be.

- Fix use-of-already-freed-memory problem in EvalPlanQual processing (Tom Lane)

In `READ COMMITTED` mode, queries that lock or update recently-updated rows could crash as a result of this bug.

- Fix planning of **SELECT FOR UPDATE** when using a partial index on a child table (Kyotaro Horiguchi)

In `READ COMMITTED` mode, **SELECT FOR UPDATE** must also recheck the partial index's WHERE condition when rechecking a recently-updated row to see if it still satisfies the query's WHERE condition. This requirement was missed if the index belonged to an alliance child table, so that it was possible to incorrectly return rows that no longer satisfy the query condition.

- Fix corner case wherein **SELECT FOR UPDATE** could return a row twice, and possibly miss returning other rows (Tom Lane)

In `READ COMMITTED` mode, a **SELECT FOR UPDATE** that is scanning an alliance tree could incorrectly return a row from a prior child table instead of the one it should return from a later child table.

- Reject duplicate column names in the referenced-columns list of a `FOREIGN KEY` declaration (David Rowley)

This restriction is per SQL standard. Previously we did not reject the case explicitly, but later on the code would fail with bizarre-looking errors.

- Fix bugs in raising a numeric value to a large integral power (Tom Lane)

The previous code could get a wrong answer, or consume excessive amounts of time and memory before realizing that the answer must overflow.

- In `numeric_recv()`, truncate away any fractional digits that would be hidden according to the value's `dscale` field (Tom Lane)

A numeric value's display scale (`dscale`) should never be less than the number of nonzero fractional digits; but apparently there's at least one broken client application that transmits binary numeric values in which that's true. This leads to strange behavior since the extra digits are taken into account by arithmetic operations even though they aren't printed. The least risky fix seems to be to truncate away such « hidden » digits on receipt, so that the value is indeed what it prints as.

- Reject out-of-range numeric timezone specifications (Tom Lane)

Simple numeric timezone specifications exceeding +/- 168 hours (one week) would be accepted, but could then cause null-pointer dereference crashes in certain operations. There's no use-case for such large UTC offsets, so reject them.

- Fix bugs in `tsquery @> tsquery` operator (Heikki Linnakangas)

Two different terms would be considered to match if they had the same CRC. Also, if the second operand had more terms than the first, it would be assumed not to be contained in the first; which is wrong since it might contain duplicate terms.

- Improve `ispell` dictionary's defenses against bad affix files (Tom Lane)

- Allow more than 64K phrases in a thesaurus dictionary (David Boutin)

The previous coding could crash on an oversize dictionary, so this was deemed a back-patchable bug fix rather than a feature addition.

- Fix namespace handling in `xpath()` (Ali Akbar)

Previously, the XML value resulting from an `xpath()` call would not have namespace declarations if the namespace declarations were attached to an ancestor element in the input XML value, rather than to the specific element being returned. Propagate the ancestral declaration so that the result is correct when considered in isolation.

- Fix planner problems with nested append relations, such as all tables within `UNION ALL` subqueries (Tom Lane)

- Fail cleanly when a GiST index tuple doesn't fit on a page, rather than going into infinite recursion (Andrew Gierth)

- Exempt tables that have per-table `cost_limit` and/or `cost_delay` settings from autovacuum's global cost balancing rules (Álvaro Herrera)

The previous behavior resulted in basically ignoring these per-table settings, which was unintended. Now, a table having such settings will be vacuumed using those settings, independently of what is going on in other autovacuum workers. This may result in heavier total I/O load than before, so such settings should be re-examined for sanity.

- Avoid wholesale autovacuuming when autovacuum is nominally off (Tom Lane)

Even when autovacuum is nominally off, we will still launch autovacuum worker processes to vacuum tables that are at risk of XID wraparound. However, such a worker process then proceeded to vacuum all tables in the target database, if they met the usual thresholds for autovacuuming. This is at best pretty unexpected; at worst it delays response to the wraparound threat. Fix it so that if autovacuum is turned off, workers *only* do anti-wraparound vacuums and not any other work.

- Fix race condition between hot standby queries and replaying a full-page image (Heikki Linnakangas)

This mistake could result in transient errors in queries being executed in hot standby.

- Fix several cases where recovery logic improperly ignored WAL records for `COMMIT/ABORT PREPARED` (Heikki Linnakangas)

The most notable oversight was that `recovery_target_xid` could not be used to stop at a two-phase commit.

- Avoid creating unnecessary `.ready` marker files for timeline history files (Fujii Masao)

- Fix possible null pointer dereference when an empty prepared statement is used and the `log_statement` setting is `mod` or `ddl` (Fujii Masao)

- Change « pgstat wait timeout » warning message to be LOG level, and rephrase it to be more understandable (Tom Lane)

This message was originally thought to be essentially a can't-happen case, but it occurs often enough on our slower buildfarm members to be a nuisance. Reduce it to LOG level, and expend a bit more effort on the wording: it now reads « using stale statistics instead of current ones because stats collector is not responding ».

- Fix SPARC spinlock implementation to ensure correctness if the CPU is being run in a non-TSO coherency mode, as some non-Solaris kernels do (Andres Freund)

- Warn if macOS's `setlocale()` starts an unwanted extra thread inside the postmaster (Noah Misch)

- Fix processing of repeated dbname parameters in `PQconnectdbParams()` (Alex Shulgin)

Unexpected behavior ensued if the first occurrence of dbname contained a connection string or URI to be expanded.

- Ensure that libpq reports a suitable error message on unexpected socket EOF (Marko Tiikkaja, Tom Lane)

Depending on kernel behavior, libpq might return an empty error string rather than something useful when the server unexpectedly closed the socket.

- Clear any old error message during PQreset() (Heikki Linnakangas)

If PQreset() is called repeatedly, and the connection cannot be re-established, error messages from the failed connection attempts kept accumulating in the PGconn's error string.

- Properly handle out-of-memory conditions while parsing connection options in libpq (Alex Shulgin, Heikki Linnakangas)

- Fix array overrun in ecpg's version of ParseDateTime() (Michael Paquier)

- In initdb, give a clearer error message if a password file is specified but is empty (Mats Erik Andersson)

- Fix psql's \s command to work nicely with libedit, and add pager support (Stepan Rutz, Tom Lane)

When using libedit rather than readline, \s printed the command history in a fairly unreadable encoded format, and on recent libedit versions might fail altogether. Fix that by printing the history ourselves rather than having the library do it. A pleasant side-effect is that the pager is used if appropriate.

This patch also fixes a bug that caused newline encoding to be applied inconsistently when saving the command history with libedit. Multiline history entries written by older psql versions will be read cleanly with this patch, but perhaps not vice versa, depending on the exact libedit versions involved.

- Improve consistency of parsing of psql's special variables (Tom Lane)

Allow variant spellings of on and off (such as 1/0) for ECHO_HIDDEN and ON_ERROR_ROLLBACK. Report a warning for unrecognized values for COMP_KEYWORD_CASE, ECHO, ECHO_HIDDEN, HISTCONTROL, ON_ERROR_ROLLBACK, and VERBOSITY. Recognize all values for all these variables case-insensitively; previously there was a mishmash of case-sensitive and case-insensitive behaviors.

- Fix psql's expanded-mode display to work consistently when using border = 3 and linestyle = ascii or unicode (Stephen Frost)

- Fix possible deadlock during parallel restore of a schema-only dump (Robert Haas, Tom Lane)

- Fix core dump in pg_dump --binary-upgrade on zero-column composite type (Rushabh Lathia)

- Fix block number checking in contrib/pageinspect's get_raw_page() (Tom Lane)

The incorrect checking logic could prevent access to some pages in non-main relation forks.

- Fix contrib/pgcrypto's pgp_sym_decrypt() to not fail on messages whose length is 6 less than a power of 2 (Marko Tiikkaja)

- Handle unexpected query results, especially NULLs, safely in contrib/tablefunc's connectby() (Michael Paquier) connectby() previously crashed if it encountered a NULL key value. It now prints that row but doesn't recurse further.

- Avoid a possible crash in contrib/xml2's xsslt_process() (Mark Simontetti)

libxslt seems to have an undocumented dependency on the order in which resources are freed; reorder our calls to avoid a crash.

- Numerous cleanups of warnings from Coverity static code analyzer (Andres Freund, Tatsuo Ishii, Marko Kreen, Tom Lane, Michael Paquier)

These changes are mostly cosmetic but in some cases fix corner-case bugs, for example a crash rather than a proper error report after an out-of-memory failure. None are believed to represent security issues.

- Detect incompatible OpenLDAP versions during build (Noah Misch)

With OpenLDAP versions 2.4.24 through 2.4.31, inclusive, PostgreSQL™ backends can crash at exit. Raise a warning during configure based on the compile-time OpenLDAP version number, and test the crashing scenario in the contrib/dblink regression test.

- In non-MSVC Windows builds, ensure libpq.dll is installed with execute permissions (Noah Misch)

- Make pg_regress remove any temporary installation it created upon successful exit (Tom Lane)

This results in a very substantial reduction in disk space usage during make check-world, since that sequence involves

creation of numerous temporary installations.

- Support time zone abbreviations that change UTC offset from time to time (Tom Lane)

Previously, PostgreSQL™ assumed that the UTC offset associated with a time zone abbreviation (such as EST) never changes in the usage of any particular locale. However this assumption fails in the real world, so introduce the ability for a zone abbreviation to represent a UTC offset that sometimes changes. Update the zone abbreviation definition files to make use of this feature in timezone locales that have changed the UTC offset of their abbreviations since 1970 (according to the IANA timezone database). In such timezones, PostgreSQL™ will now associate the correct UTC offset with the abbreviation depending on the given date.

- Update time zone abbreviations lists (Tom Lane)

Add CST (China Standard Time) to our lists. Remove references to ADT as « Arabia Daylight Time », an abbreviation that's been out of use since 2007; therefore, claiming there is a conflict with « Atlantic Daylight Time » doesn't seem especially helpful. Fix entirely incorrect GMT offsets for CKT (Cook Islands), FJT, and FJST (Fiji); we didn't even have them on the proper side of the date line.

- Update time zone data files to tzdata release 2015a.

The IANA timezone database has adopted abbreviations of the form AxST/AxDT for all Australian time zones, reflecting what they believe to be current majority practice Down Under. These names do not conflict with usage elsewhere (other than ACST for Acre Summer Time, which has been in disuse since 1994). Accordingly, adopt these names into our « Default » timezone abbreviation set. The « Australia » abbreviation set now contains only CST, EAST, EST, SAST, SAT, and WST, all of which are thought to be mostly historical usage. Note that SAST has also been changed to be South Africa Standard Time in the « Default » abbreviation set.

Also, add zone abbreviations SRET (Asia/Srednekolymsk) and XJT (Asia/Urumqi), and use WSST/WSDT for western Samoa. Also, there were DST law changes in Chile, Mexico, the Turks & Caicos Islands (America/Grand_Turk), and Fiji. There is a new zone Pacific/Bougainville for portions of Papua New Guinea. Also, numerous corrections for historical (pre-1970) time zone data.

E.106. Release 9.0.18

Release date: 2014-07-24

This release contains a variety of fixes from 9.0.17. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.106.1. Migration to Version 9.0.18

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, this release corrects an index corruption problem in some GiST indexes. See the first changelog entry below to find out whether your installation has been affected and what steps you should take if so.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.15, see Section E.109, « Release 9.0.15 ».

E.106.2. Changes

- Correctly initialize padding bytes in contrib/btree_gist indexes on bit columns (Heikki Linnakangas)

This error could result in incorrect query results due to values that should compare equal not being seen as equal. Users with GiST indexes on bit or bit varying columns should **REINDEX** those indexes after installing this update.

- Protect against torn pages when deleting GIN list pages (Heikki Linnakangas)

This fix prevents possible index corruption if a system crash occurs while the page update is being written to disk.

- Don't clear the right-link of a GiST index page while replaying updates from WAL (Heikki Linnakangas)

This error could lead to transiently wrong answers from GiST index scans performed in Hot Standby.

- Fix possibly-incorrect cache invalidation during nested calls to `ReceiveSharedInvalidMessages` (Andres Freund)

- Don't assume a subquery's output is unique if there's a set-returning function in its targetlist (David Rowley)

This oversight could lead to misoptimization of constructs like `WHERE x IN (SELECT y, generate_series(1,10) FROM t GROUP BY y)`.

- Fix failure to detoast fields in composite elements of structured types (Tom Lane)

This corrects cases where TOAST pointers could be copied into other tables without being dereferenced. If the original data is later deleted, it would lead to errors like « missing chunk number 0 for toast value ... » when the now-dangling pointer is used.

- Fix « record type has not been registered » failures with whole-row references to the output of Append plan nodes (Tom Lane)
- Fix possible crash when invoking a user-defined function while rewinding a cursor (Tom Lane)
- Fix query-lifespan memory leak while evaluating the arguments for a function in FROM (Tom Lane)
- Fix session-lifespan memory leaks in regular-expression processing (Tom Lane, Arthur O'Dwyer, Greg Stark)
- Fix data encoding error in hungarian.stop (Tom Lane)
- Fix liveness checks for rows that were inserted in the current transaction and then deleted by a now-rolled-back subtransaction (Andres Freund)

This could cause problems (at least spurious warnings, and at worst an infinite loop) if **CREATE INDEX** or **CLUSTER** were done later in the same transaction.

- Clear pg_stat_activity.xact_start during **PREPARE TRANSACTION** (Andres Freund)

After the **PREPARE**, the originating session is no longer in a transaction, so it should not continue to display a transaction start time.

- Fix **REASSIGN OWNED** to not fail for text search objects (Álvaro Herrera)

- Block signals during postmaster startup (Tom Lane)

This ensures that the postmaster will properly clean up after itself if, for example, it receives SIGINT while still starting up.

- Secure Unix-domain sockets of temporary postmasters started during make check (Noah Misch)

Any local user able to access the socket file could connect as the server's bootstrap superuser, then proceed to execute arbitrary code as the operating-system user running the test, as we previously noted in CVE-2014-0067. This change defends against that risk by placing the server's socket in a temporary, mode 0700 subdirectory of /tmp. The hazard remains however on platforms where Unix sockets are not supported, notably Windows, because then the temporary postmaster must accept local TCP connections.

A useful side effect of this change is to simplify make check testing in builds that override DEFAULT_PGSOCKET_DIR. Popular non-default values like /var/run/postgresql are often not writable by the build user, requiring workarounds that will no longer be necessary.

- Fix tablespace creation WAL replay to work on Windows (MauMau)

- Fix detection of socket creation failures on Windows (Bruce Momjian)

- On Windows, allow new sessions to absorb values of PGC_BACKEND parameters (such as log_connections) from the configuration file (Amit Kapila)

Previously, if such a parameter were changed in the file post-startup, the change would have no effect.

- Properly quote executable path names on Windows (Nikhil Deshpande)

This oversight could cause initdb and pg_upgrade to fail on Windows, if the installation path contained both spaces and @ signs.

- Fix linking of libpython on macOS (Tom Lane)

The method we previously used can fail with the Python library supplied by Xcode 5.0 and later.

- Avoid buffer bloat in libpq when the server consistently sends data faster than the client can absorb it (Shin-ichi Morita, Tom Lane)

libpq could be coerced into enlarging its input buffer until it runs out of memory (which would be reported misleadingly as « lost synchronization with server »). Under ordinary circumstances it's quite far-fetched that data could be continuously transmitted more quickly than the recv() loop can absorb it, but this has been observed when the client is artificially slowed by scheduler constraints.

- Ensure that LDAP lookup attempts in libpq time out as intended (Laurenz Albe)

- Fix ecpg to do the right thing when an array of char * is the target for a FETCH statement returning more than one row, as well as some other array-handling fixes (Ashutosh Bapat)

- Fix pg_restore's processing of old-style large object comments (Tom Lane)

A direct-to-database restore from an archive file generated by a pre-9.0 version of pg_dump would usually fail if the archive contained more than a few comments for large objects.

- In contrib/pgcrypto functions, ensure sensitive information is cleared from stack variables before returning (Marko Kreen)

- In contrib/uuid-ossp, cache the state of the OSSP UUID library across calls (Tom Lane)

This improves the efficiency of UUID generation and reduces the amount of entropy drawn from /dev/urandom, on platforms that have that.

- Update time zone data files to tzdata release 2014e for DST law changes in Crimea, Egypt, and Morocco.

E.107. Release 9.0.17

Release date: 2014-03-20

This release contains a variety of fixes from 9.0.16. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.107.1. Migration to Version 9.0.17

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.15, see Section E.109, « Release 9.0.15 ».

E.107.2. Changes

- Restore GIN metapages unconditionally to avoid torn-page risk (Heikki Linnakangas)

Although this oversight could theoretically result in a corrupted index, it is unlikely to have caused any problems in practice, since the active part of a GIN metapage is smaller than a standard 512-byte disk sector.

- Avoid race condition in checking transaction commit status during receipt of a **NOTIFY** message (Marko Tiikkaja)

This prevents a scenario wherein a sufficiently fast client might respond to a notification before database updates made by the notifier have become visible to the recipient.

- Allow regular-expression operators to be terminated early by query cancel requests (Tom Lane)

This prevents scenarios wherein a pathological regular expression could lock up a server process uninterruptibly for a long time.

- Remove incorrect code that tried to allow OVERLAPS with single-element row arguments (Joshua Yanovski)

This code never worked correctly, and since the case is neither specified by the SQL standard nor documented, it seemed better to remove it than fix it.

- Avoid getting more than AccessShareLock when de-parsing a rule or view (Dean Rasheed)

This oversight resulted in pg_dump unexpectedly acquiring RowExclusiveLock locks on tables mentioned as the targets of INSERT/UPDATE/DELETE commands in rules. While usually harmless, that could interfere with concurrent transactions that tried to acquire, for example, ShareLock on those tables.

- Improve performance of index endpoint probes during planning (Tom Lane)

This change fixes a significant performance problem that occurred when there were many not-yet-committed rows at the end of the index, which is a common situation for indexes on sequentially-assigned values such as timestamps or sequence-generated identifiers.

- Fix test to see if hot standby connections can be allowed immediately after a crash (Heikki Linnakangas)

- Prevent interrupts while reporting non-ERROR messages (Tom Lane)

This guards against rare server-process freezups due to recursive entry to syslog(), and perhaps other related problems.

- Prevent intermittent « could not reserve shared memory region » failures on recent Windows versions (MauMau)

• Update time zone data files to tzdata release 2014a for DST law changes in Fiji and Turkey, plus historical changes in Israel and Ukraine.

E.108. Release 9.0.16

Release date: 2014-02-20

This release contains a variety of fixes from 9.0.15. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.108.1. Migration to Version 9.0.16

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.15, see Section E.109, « Release 9.0.15 ».

E.108.2. Changes

- Shore up GRANT ... WITH ADMIN OPTION restrictions (Noah Misch)

Granting a role without ADMIN OPTION is supposed to prevent the grantee from adding or removing members from the granted role, but this restriction was easily bypassed by doing SET ROLE first. The security impact is mostly that a role member can revoke the access of others, contrary to the wishes of his grantor. Unapproved role member additions are a lesser concern, since an uncooperative role member could provide most of his rights to others anyway by creating views or SECURITY DEFINER functions. (CVE-2014-0060)

- Prevent privilege escalation via manual calls to PL validator functions (Andres Freund)

The primary role of PL validator functions is to be called implicitly during **CREATE FUNCTION**, but they are also normal SQL functions that a user can call explicitly. Calling a validator on a function actually written in some other language was not checked for and could be exploited for privilege-escalation purposes. The fix involves adding a call to a privilege-checking function in each validator function. Non-core procedural languages will also need to make this change to their own validator functions, if any. (CVE-2014-0061)

- Avoid multiple name lookups during table and index DDL (Robert Haas, Andres Freund)

If the name lookups come to different conclusions due to concurrent activity, we might perform some parts of the DDL on a different table than other parts. At least in the case of **CREATE INDEX**, this can be used to cause the permissions checks to be performed against a different table than the index creation, allowing for a privilege escalation attack. (CVE-2014-0062)

- Prevent buffer overrun with long datetime strings (Noah Misch)

The MAXDATELEN constant was too small for the longest possible value of type interval, allowing a buffer overrun in `interval_out()`. Although the datetime input functions were more careful about avoiding buffer overrun, the limit was short enough to cause them to reject some valid inputs, such as input containing a very long timezone name. The ecpg library contained these vulnerabilities along with some of its own. (CVE-2014-0063)

- Prevent buffer overrun due to integer overflow in size calculations (Noah Misch, Heikki Linnakangas)

Several functions, mostly type input functions, calculated an allocation size without checking for overflow. If overflow did occur, a too-small buffer would be allocated and then written past. (CVE-2014-0064)

- Prevent overruns of fixed-size buffers (Peter Eisentraut, Jozef Mlich)

Use `strlcpy()` and related functions to provide a clear guarantee that fixed-size buffers are not overrun. Unlike the preceding items, it is unclear whether these cases really represent live issues, since in most cases there appear to be previous constraints on the size of the input string. Nonetheless it seems prudent to silence all Coverity warnings of this type. (CVE-2014-0065)

- Avoid crashing if `crypt()` returns NULL (Honza Horak, Bruce Momjian)

There are relatively few scenarios in which `crypt()` could return NULL, but `contrib/chkpass` would crash if it did. One practical case in which this could be an issue is if libc is configured to refuse to execute unapproved hashing algorithms (e.g., « FIPS mode »). (CVE-2014-0066)

- Document risks of `make check` in the regression testing instructions (Noah Misch, Tom Lane)

Since the temporary server started by `make check` uses « trust » authentication, another user on the same machine could connect to it as database superuser, and then potentially exploit the privileges of the operating-system user who started the tests. A future release will probably incorporate changes in the testing procedure to prevent this risk, but some public discussion is needed first. So for the moment, just warn people against using `make check` when there are untrusted users on the same machine. (CVE-2014-0067)

- Fix possible mis-replay of WAL records when some segments of a relation aren't full size (Greg Stark, Tom Lane)

The WAL update could be applied to the wrong page, potentially many pages past where it should have been. Aside from corrupting data, this error has been observed to result in significant « bloat » of standby servers compared to their masters, due to updates being applied far beyond where the end-of-file should have been. This failure mode does not appear to be a significant risk during crash recovery, only when initially synchronizing a standby created from a base backup taken from a quickly-changing master.

- Fix bug in determining when recovery has reached consistency (Tomonari Katsumata, Heikki Linnakangas)

In some cases WAL replay would mistakenly conclude that the database was already consistent at the start of replay, thus possibly allowing hot-standby queries before the database was really consistent. Other symptoms such as « PANIC: WAL contains references to invalid pages » were also possible.

- Fix improper locking of btree index pages while replaying a VACUUM operation in hot-standby mode (Andres Freund, Heikki Linnakangas, Tom Lane)

This error could result in « PANIC: WAL contains references to invalid pages » failures.

- Ensure that insertions into non-leaf GIN index pages write a full-page WAL record when appropriate (Heikki Linnakangas)

The previous coding risked index corruption in the event of a partial-page write during a system crash.

- Fix race conditions during server process exit (Robert Haas)

Ensure that signal handlers don't attempt to use the process's MyProc pointer after it's no longer valid.

- Fix unsafe references to errno within error reporting logic (Christian Kruse)

This would typically lead to odd behaviors such as missing or inappropriate HINT fields.

- Fix possible crashes from using ereport() too early during server startup (Tom Lane)

The principal case we've seen in the field is a crash if the server is started in a directory it doesn't have permission to read.

- Clear retry flags properly in OpenSSL socket write function (Alexander Kukushkin)

This omission could result in a server lockup after unexpected loss of an SSL-encrypted connection.

- Fix length checking for Unicode identifiers (U& " . . ." syntax) containing escapes (Tom Lane)

A spurious truncation warning would be printed for such identifiers if the escaped form of the identifier was too long, but the identifier actually didn't need truncation after de-escaping.

- Allow keywords that are type names to be used in lists of roles (Stephen Frost)

A previous patch allowed such keywords to be used without quoting in places such as role identifiers; but it missed cases where a list of role identifiers was permitted, such as DROP ROLE.

- Fix possible crash due to invalid plan for nested sub-selects, such as WHERE (. . . x IN (SELECT . . .) . . .) IN (SELECT . . .) (Tom Lane)

- Ensure that ANALYZE creates statistics for a table column even when all the values in it are « too wide » (Tom Lane)

ANALYZE intentionally omits very wide values from its histogram and most-common-values calculations, but it neglected to do something sane in the case that all the sampled entries are too wide.

- In ALTER TABLE . . . SET TABLESPACE, allow the database's default tablespace to be used without a permissions check (Stephen Frost)

CREATE TABLE has always allowed such usage, but ALTER TABLE didn't get the memo.

- Fix « cannot accept a set » error when some arms of a CASE return a set and others don't (Tom Lane)

- Fix checks for all-zero client addresses in pgstat functions (Kevin Grittner)

- Fix possible misclassification of multibyte characters by the text search parser (Tom Lane)

Non-ASCII characters could be misclassified when using C locale with a multibyte encoding. On Cygwin, non-C locales could fail as well.

- Fix possible misbehavior in plainto_tsquery() (Heikki Linnakangas)

Use memmove() not memcpy() for copying overlapping memory regions. There have been no field reports of this actually causing trouble, but it's certainly risky.

- Accept SHIFT_JIS as an encoding name for locale checking purposes (Tatsuo Ishii)

- Fix misbehavior of PQhost() on Windows (Fuji Masa)

It should return `localhost` if no host has been specified.

- Improve error handling in libpq and psql for failures during `COPY TO STDOUT/FROM STDIN` (Tom Lane)

In particular this fixes an infinite loop that could occur in 9.2 and up if the server connection was lost during `COPY FROM STDIN`. Variants of that scenario might be possible in older versions, or with other client applications.

- Fix misaligned descriptors in ecpg (MauMau)

- In ecpg, handle lack of a hostname in the connection parameters properly (Michael Meskes)

- Fix performance regression in contrib/dblink connection startup (Joe Conway)

Avoid an unnecessary round trip when client and server encodings match.

- In contrib/isn, fix incorrect calculation of the check digit for ISMN values (Fabien Coelho)

- Ensure client-code-only installation procedure works as documented (Peter Eisentraut)

- In Mingw and Cygwin builds, install the libpq DLL in the `bin` directory (Andrew Dunstan)

This duplicates what the MSVC build has long done. It should fix problems with programs like psql failing to start because they can't find the DLL.

- Avoid using the deprecated `dllwrap` tool in Cygwin builds (Marco Atzeri)

- Don't generate plain-text `HISTORY` and `src/test/regress/README` files anymore (Tom Lane)

These text files duplicated the main HTML and PDF documentation formats. The trouble involved in maintaining them greatly outweighs the likely audience for plain-text format. Distribution tarballs will still contain files by these names, but they'll just be stubs directing the reader to consult the main documentation. The plain-text `INSTALL` file will still be maintained, as there is arguably a use-case for that.

- Update time zone data files to tzdata release 2013i for DST law changes in Jordan and historical changes in Cuba.

In addition, the zones `Asia/Riyadh87`, `Asia/Riyadh88`, and `Asia/Riyadh89` have been removed, as they are no longer maintained by IANA, and never represented actual civil timekeeping practice.

E.109. Release 9.0.15

Release date: 2013-12-05

This release contains a variety of fixes from 9.0.14. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.109.1. Migration to Version 9.0.15

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, this release corrects a number of potential data corruption issues. See the first two changelog entries below to find out whether your installation has been affected and what steps you can take if so.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.13, see Section E.111, « Release 9.0.13 ».

E.109.2. Changes

- Fix `VACUUM`'s tests to see whether it can update `relfrozenxid` (Andres Freund)

In some cases `VACUUM` (either manual or autovacuum) could incorrectly advance a table's `relfrozenxid` value, allowing tuples to escape freezing, causing those rows to become invisible once 2^{31} transactions have elapsed. The probability of data loss is fairly low since multiple incorrect advancements would need to happen before actual loss occurs, but it's not zero. Users upgrading from releases 9.0.4 or 8.4.8 or earlier are not affected, but all later versions contain the bug.

The issue can be ameliorated by, after upgrading, vacuuming all tables in all databases while having `vacuum_freeze_table_age` set to zero. This will fix any latent corruption but will not be able to fix all pre-existing data errors. However, an installation can be presumed safe after performing this vacuuming if it has executed fewer than 2^{31} update transactions in its lifetime (check this with `SELECT txid_current() < 2^{31}`).

- Fix initialization of `pg_clog` and `pg_subtrans` during hot standby startup (Andres Freund, Heikki Linnakangas)

This bug can cause data loss on standby servers at the moment they start to accept hot-standby queries, by marking committed transactions as uncommitted. The likelihood of such corruption is small unless, at the time of standby startup, the primary server has executed many updating transactions since its last checkpoint. Symptoms include missing rows, rows that should have been deleted being still visible, and obsolete versions of updated rows being still visible alongside their newer versions.

This bug was introduced in versions 9.3.0, 9.2.5, 9.1.10, and 9.0.14. Standby servers that have only been running earlier releases are not at risk. It's recommended that standby servers that have ever run any of the buggy releases be re-cloned from the primary (e.g., with a new base backup) after upgrading.

- Truncate `pg_multixact` contents during WAL replay (Andres Freund)
This avoids ever-increasing disk space consumption in standby servers.
- Fix race condition in GIN index posting tree page deletion (Heikki Linnakangas)
This could lead to transient wrong answers or query failures.
- Avoid flattening a subquery whose `SELECT` list contains a volatile function wrapped inside a sub-`SELECT` (Tom Lane)
This avoids unexpected results due to extra evaluations of the volatile function.
- Fix planner's processing of non-simple-variable subquery outputs nested within outer joins (Tom Lane)
This error could lead to incorrect plans for queries involving multiple levels of subqueries within `JOIN` syntax.
- Fix premature deletion of temporary files (Andres Freund)
- Fix possible read past end of memory in rule printing (Peter Eisentraut)
- Fix array slicing of `int2vector` and `oidvector` values (Tom Lane)
Expressions of this kind are now implicitly promoted to regular `int2` or `oid` arrays.
- Fix incorrect behaviors when using a SQL-standard, simple GMT offset timezone (Tom Lane)

In some cases, the system would use the simple GMT offset value when it should have used the regular timezone setting that had prevailed before the simple offset was selected. This change also causes the `timeofday` function to honor the simple GMT offset zone.

- Prevent possible misbehavior when logging translations of Windows error codes (Tom Lane)
- Properly quote generated command lines in `pg_ctl` (Naoya Anzai and Tom Lane)
This fix applies only to Windows.
- Fix `pg_dumpall` to work when a source database sets `default_transaction_read_only` via **ALTER DATABASE SET** (Kevin Grittner)
Previously, the generated script would fail during restore.
- Fix `ecpg`'s processing of lists of variables declared `varchar` (Zoltán Böszörményi)
- Make `contrib/lo` defend against incorrect trigger definitions (Marc Cousin)
- Update time zone data files to tzdata release 2013h for DST law changes in Argentina, Brazil, Jordan, Libya, Liechtenstein, Morocco, and Palestine. Also, new timezone abbreviations WIB, WIT, WITA for Indonesia.

E.110. Release 9.0.14

Release date: 2013-10-10

This release contains a variety of fixes from 9.0.13. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.110.1. Migration to Version 9.0.14

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.13, see Section E.111, « Release 9.0.13 ».

E.110.2. Changes

- Prevent corruption of multi-byte characters when attempting to case-fold identifiers (Andrew Dunstan)
PostgreSQL™ case-folds non-ASCII characters only when using a single-byte server encoding.
- Fix checkpoint memory leak in background writer when wal_level = hot_standby (Naoya Anzai)
- Fix memory leak caused by lo_open() failure (Heikki Linnakangas)
- Fix memory overcommit bug when work_mem is using more than 24GB of memory (Stephen Frost)
- Fix deadlock bug in libpq when using SSL (Stephen Frost)
- Fix possible SSL state corruption in threaded libpq applications (Nick Phillips, Stephen Frost)
- Properly compute row estimates for boolean columns containing many NULL values (Andrew Gierth)
Previously tests like col IS NOT TRUE and col IS NOT FALSE did not properly factor in NULL values when estimating plan costs.
- Prevent pushing down WHERE clauses into unsafe UNION / INTERSECT subqueries (Tom Lane)
Subqueries of a UNION or INTERSECT that contain set-returning functions or volatile functions in their SELECT lists could be improperly optimized, leading to run-time errors or incorrect query results.
- Fix rare case of « failed to locate grouping columns » planner failure (Tom Lane)
- Improve view dumping code's handling of dropped columns in referenced tables (Tom Lane)
- Properly record index comments created using UNIQUE and PRIMARY KEY syntax (Andres Freund)
This fixes a parallel pg_restore failure.
- Fix **REINDEX TABLE** and **REINDEX DATABASE** to properly revalidate constraints and mark invalidated indexes as valid (Noah Misch)
REINDEX INDEX has always worked properly.
 - Fix possible deadlock during concurrent **CREATE INDEX CONCURRENTLY** operations (Tom Lane)
 - Fix regexp_matches() handling of zero-length matches (Jeevan Chalke)
Previously, zero-length matches like '^' could return too many matches.
 - Fix crash for overly-complex regular expressions (Heikki Linnakangas)
 - Fix regular expression match failures for back references combined with non-greedy quantifiers (Jeevan Chalke)
 - Prevent **CREATE FUNCTION** from checking **SET** variables unless function body checking is enabled (Tom Lane)
 - Allow **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** to operate on schemas without requiring CREATE permission (Tom Lane)
 - Loosen restriction on keywords used in queries (Tom Lane)
Specifically, lessen keyword restrictions for role names, language names, **EXPLAIN** and **COPY** options, and **SET** values. This allows **COPY ... (FORMAT BINARY)** to work as expected; previously **BINARY** needed to be quoted.
 - Fix pgp_pub_decrypt() so it works for secret keys with passwords (Marko Kreen)
 - Remove rare inaccurate warning during vacuum of index-less tables (Heikki Linnakangas)
 - Ensure that **VACUUM ANALYZE** still runs the ANALYZE phase if its attempt to truncate the file is cancelled due to lock conflicts (Kevin Grittner)
 - Avoid possible failure when performing transaction control commands (e.g ROLLBACK) in prepared queries (Tom Lane)
 - Ensure that floating-point data input accepts standard spellings of « infinity » on all platforms (Tom Lane)
The C99 standard says that allowable spellings are **inf**, **+inf**, **-inf**, **infinity**, **+infinity**, and **-infinity**. Make sure we recognize these even if the platform's **strtod** function doesn't.
 - Expand ability to compare rows to records and arrays (Rafal Rzepecki, Tom Lane)
 - Update time zone data files to tzdata release 2013d for DST law changes in Israel, Morocco, Palestine, and Paraguay. Also, historical zone data corrections for Macquarie Island.

E.111. Release 9.0.13

Release date: 2013-04-04

This release contains a variety of fixes from 9.0.12. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.111.1. Migration to Version 9.0.13

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, this release corrects several errors in management of GiST indexes. After installing this update, it is advisable to **REINDEX** any GiST indexes that meet one or more of the conditions described below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.6, see Section E.118, « Release 9.0.6 ».

E.111.2. Changes

- Fix insecure parsing of server command-line switches (Mitsumasa Kondo, Kyotaro Horiguchi)

A connection request containing a database name that begins with « - » could be crafted to damage or destroy files within the server's data directory, even if the request is eventually rejected. (CVE-2013-1899)

- Reset OpenSSL randomness state in each postmaster child process (Marko Kreen)

This avoids a scenario wherein random numbers generated by contrib/pgcrypto functions might be relatively easy for another database user to guess. The risk is only significant when the postmaster is configured with `ssl = on` but most connections don't use SSL encryption. (CVE-2013-1900)

- Fix GiST indexes to not use « fuzzy » geometric comparisons when it's not appropriate to do so (Alexander Korotkov)

The core geometric types perform comparisons using « fuzzy » equality, but `gist_box_same` must do exact comparisons, else GiST indexes using it might become inconsistent. After installing this update, users should **REINDEX** any GiST indexes on box, polygon, circle, or point columns, since all of these use `gist_box_same`.

- Fix erroneous range-union and penalty logic in GiST indexes that use contrib/btree_gist for variable-width data types, that is text, bytea, bit, and numeric columns (Tom Lane)

These errors could result in inconsistent indexes in which some keys that are present would not be found by searches, and also in useless index bloat. Users are advised to **REINDEX** such indexes after installing this update.

- Fix bugs in GiST page splitting code for multi-column indexes (Tom Lane)

These errors could result in inconsistent indexes in which some keys that are present would not be found by searches, and also in indexes that are unnecessarily inefficient to search. Users are advised to **REINDEX** multi-column GiST indexes after installing this update.

- Fix `gist_point_consistent` to handle fuzziness consistently (Alexander Korotkov)

Index scans on GiST indexes on point columns would sometimes yield results different from a sequential scan, because `gist_point_consistent` disagreed with the underlying operator code about whether to do comparisons exactly or fuzzily.

- Fix buffer leak in WAL replay (Heikki Linnakangas)

This bug could result in « incorrect local pin count » errors during replay, making recovery impossible.

- Fix race condition in **DELETE RETURNING** (Tom Lane)

Under the right circumstances, **DELETE RETURNING** could attempt to fetch data from a shared buffer that the current process no longer has any pin on. If some other process changed the buffer meanwhile, this would lead to garbage RETURNING output, or even a crash.

- Fix infinite-loop risk in regular expression compilation (Tom Lane, Don Porter)

- Fix potential null-pointer dereference in regular expression compilation (Tom Lane)

- Fix `to_char()` to use ASCII-only case-folding rules where appropriate (Tom Lane)

This fixes misbehavior of some template patterns that should be locale-independent, but mishandled « I » and « i » in Turkish locales.

- Fix unwanted rejection of timestamp 1999-12-31 24:00:00 (Tom Lane)

- Fix logic error when a single transaction does **UNLISTEN** then **LISTEN** (Tom Lane)

The session wound up not listening for notify events at all, though it surely should listen in this case.

- Remove useless « picksplit doesn't support secondary split » log messages (Josh Hansen, Tom Lane)

This message seems to have been added in expectation of code that was never written, and probably never will be, since GiST's default handling of secondary splits is actually pretty good. So stop nagging end users about it.

- Fix possible failure to send a session's last few transaction commit/abort counts to the statistics collector (Tom Lane)
- Eliminate memory leaks in PL/Perl's `spi_prepare()` function (Alex Hunsaker, Tom Lane)
- Fix `pg_dumpall` to handle database names containing « = » correctly (Heikki Linnakangas)
- Avoid crash in `pg_dump` when an incorrect connection string is given (Heikki Linnakangas)
- Ignore invalid indexes in `pg_dump` and `pg_upgrade` (Michael Paquier, Bruce Momjian)

Dumping invalid indexes can cause problems at restore time, for example if the reason the index creation failed was because it tried to enforce a uniqueness condition not satisfied by the table's data. Also, if the index creation is in fact still in progress, it seems reasonable to consider it to be an uncommitted DDL change, which `pg_dump` wouldn't be expected to dump anyway. `pg_upgrade` now also skips invalid indexes rather than failing.

- Fix `contrib/pg_trgm`'s `similarity()` function to return zero for trigram-less strings (Tom Lane)

Previously it returned NaN due to internal division by zero.

- Update time zone data files to tzdata release 2013b for DST law changes in Chile, Haiti, Morocco, Paraguay, and some Russian areas. Also, historical zone data corrections for numerous places.

Also, update the time zone abbreviation files for recent changes in Russia and elsewhere: CHOT, GET, IRKT, KGT, KRAT, MAGT, MAWT, MSK, NOVT, OMST, TKT, VLAT, WST, YAKT, YEKT now follow their current meanings, and VOLT (Europe/Volgograd) and MIST (Antarctica/Macquarie) are added to the default abbreviations list.

E.112. Release 9.0.12

Release date: 2013-02-07

This release contains a variety of fixes from 9.0.11. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.112.1. Migration to Version 9.0.12

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.6, see Section E.118, « Release 9.0.6 ».

E.112.2. Changes

- Prevent execution of `enum_recv` from SQL (Tom Lane)

The function was misdeclared, allowing a simple SQL command to crash the server. In principle an attacker might be able to use it to examine the contents of server memory. Our thanks to Sumit Soni (via Secunia SVCRP) for reporting this issue. (CVE-2013-0255)

- Fix multiple problems in detection of when a consistent database state has been reached during WAL replay (Fujii Masao, Heikki Linnakangas, Simon Riggs, Andres Freund)

- Update minimum recovery point when truncating a relation file (Heikki Linnakangas)

Once data has been discarded, it's no longer safe to stop recovery at an earlier point in the timeline.

- Fix missing cancellations in hot standby mode (Noah Misch, Simon Riggs)

The need to cancel conflicting hot-standby queries would sometimes be missed, allowing those queries to see inconsistent data.

- Fix SQL grammar to allow subscripting or field selection from a sub-SELECT result (Tom Lane)

- Fix performance problems with autovacuum truncation in busy workloads (Jan Wieck)

Truncation of empty pages at the end of a table requires exclusive lock, but autovacuum was coded to fail (and release the

table lock) when there are conflicting lock requests. Under load, it is easily possible that truncation would never occur, resulting in table bloat. Fix by performing a partial truncation, releasing the lock, then attempting to re-acquire the lock and continue. This fix also greatly reduces the average time before autovacuum releases the lock after a conflicting request arrives.

- Protect against race conditions when scanning pg_tablespace (Stephen Frost, Tom Lane)

CREATE DATABASE and **DROP DATABASE** could misbehave if there were concurrent updates of pg_tablespace entries.

- Prevent **DROP OWNED** from trying to drop whole databases or tablespaces (Álvaro Herrera)

For safety, ownership of these objects must be reassigned, not dropped.

- Fix error in vacuum_freeze_table_age implementation (Andres Freund)

In installations that have existed for more than vacuum_freeze_min_age transactions, this mistake prevented autovacuum from using partial-table scans, so that a full-table scan would always happen instead.

- Prevent misbehavior when a RowExpr or XmlExpr is parse-analyzed twice (Andres Freund, Tom Lane)

This mistake could be user-visible in contexts such as `CREATE TABLE LIKE INCLUDING INDEXES`.

- Improve defenses against integer overflow in hashtable sizing calculations (Jeff Davis)

- Reject out-of-range dates in `to_date()` (Hitoshi Harada)

- Ensure that non-ASCII prompt strings are translated to the correct code page on Windows (Alexander Law, Noah Misch)

This bug affected psql and some other client programs.

- Fix possible crash in psql's `\?` command when not connected to a database (Meng Qingzhong)

- Fix pg_upgrade to deal with invalid indexes safely (Bruce Momjian)

- Fix one-byte buffer overrun in libpq's PQprintTuples (Xi Wang)

This ancient function is not used anywhere by PostgreSQL™ itself, but it might still be used by some client code.

- Make ecpglib use translated messages properly (Chen Huajun)

- Properly install ecpg_compat and pgtypes libraries on MSVC (Jiang Guiqing)

- Include our version of `isinf()` in libecpg if it's not provided by the system (Jiang Guiqing)

- Rearrange configure's tests for supplied functions so it is not fooled by bogus exports from libedit/libreadline (Christoph Berg)

- Ensure Windows build number increases over time (Magnus Hagander)

- Make pgxs build executables with the right `.exe` suffix when cross-compiling for Windows (Zoltan Boszormenyi)

- Add new timezone abbreviation FET (Tom Lane)

This is now used in some eastern-European time zones.

E.113. Release 9.0.11

Release date: 2012-12-06

This release contains a variety of fixes from 9.0.10. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.113.1. Migration to Version 9.0.11

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.6, see Section E.118, « Release 9.0.6 ».

E.113.2. Changes

- Fix multiple bugs associated with **CREATE INDEX CONCURRENTLY** (Andres Freund, Tom Lane)

Fix **CREATE INDEX CONCURRENTLY** to use in-place updates when changing the state of an index's pg_index row. This prevents race conditions that could cause concurrent sessions to miss updating the target index, thus resulting in corrupt concurrently-created indexes.

Also, fix various other operations to ensure that they ignore invalid indexes resulting from a failed **CREATE INDEX CONCURRENTLY** command. The most important of these is **VACUUM**, because an auto-vacuum could easily be launched on the table before corrective action can be taken to fix or remove the invalid index.

- Fix buffer locking during WAL replay (Tom Lane)

The WAL replay code was insufficiently careful about locking buffers when replaying WAL records that affect more than one page. This could result in hot standby queries transiently seeing inconsistent states, resulting in wrong answers or unexpected failures.

- Fix an error in WAL generation logic for GIN indexes (Tom Lane)

This could result in index corruption, if a torn-page failure occurred.

- Properly remove startup process's virtual XID lock when promoting a hot standby server to normal running (Simon Riggs)

This oversight could prevent subsequent execution of certain operations such as **CREATE INDEX CONCURRENTLY**.

- Avoid bogus « out-of-sequence timeline ID » errors in standby mode (Heikki Linnakangas)

- Prevent the postmaster from launching new child processes after it's received a shutdown signal (Tom Lane)

This mistake could result in shutdown taking longer than it should, or even never completing at all without additional user action.

- Avoid corruption of internal hash tables when out of memory (Hitoshi Harada)

- Fix planning of non-strict equivalence clauses above outer joins (Tom Lane)

The planner could derive incorrect constraints from a clause equating a non-strict construct to something else, for example `WHERE COALESCE(foo, 0) = 0` when `foo` is coming from the nullable side of an outer join.

- Improve planner's ability to prove exclusion constraints from equivalence classes (Tom Lane)

- Fix partial-row matching in hashed subplans to handle cross-type cases correctly (Tom Lane)

This affects multicolumn NOT IN subplans, such as `WHERE (a, b) NOT IN (SELECT x, y FROM ...)` when for instance `b` and `y` are `int4` and `int8` respectively. This mistake led to wrong answers or crashes depending on the specific data-types involved.

- Acquire buffer lock when re-fetching the old tuple for an AFTER ROW UPDATE/DELETE trigger (Andres Freund)

In very unusual circumstances, this oversight could result in passing incorrect data to the precheck logic for a foreign-key enforcement trigger. That could result in a crash, or in an incorrect decision about whether to fire the trigger.

- Fix **ALTER COLUMN TYPE** to handle allied check constraints properly (Pavan Deolasee)

This worked correctly in pre-8.4 releases, and now works correctly in 8.4 and later.

- Fix **REASSIGN OWNED** to handle grants on tablespaces (Álvaro Herrera)

- Ignore incorrect pg_attribute entries for system columns for views (Tom Lane)

Views do not have any system columns. However, we forgot to remove such entries when converting a table to a view. That's fixed properly for 9.3 and later, but in previous branches we need to defend against existing mis-converted views.

- Fix rule printing to dump `INSERT INTO table DEFAULT VALUES` correctly (Tom Lane)

- Guard against stack overflow when there are too many UNION/INTERSECT/EXCEPT clauses in a query (Tom Lane)

- Prevent platform-dependent failures when dividing the minimum possible integer value by -1 (Xi Wang, Tom Lane)

- Fix possible access past end of string in date parsing (Hitoshi Harada)

- Fix failure to advance XID epoch if XID wraparound happens during a checkpoint and `wal_level` is `hot_standby` (Tom Lane, Andres Freund)

While this mistake had no particular impact on PostgreSQL™ itself, it was bad for applications that rely on `txid_current()` and related functions: the TXID value would appear to go backwards.

- Produce an understandable error message if the length of the path name for a Unix-domain socket exceeds the platform-specific limit (Tom Lane, Andrew Dunstan)

Formerly, this would result in something quite unhelpful, such as « Non-recoverable failure in name resolution ».

- Fix memory leaks when sending composite column values to the client (Tom Lane)

- Make pg_ctl more robust about reading the postmaster.pid file (Heikki Linnakangas)
Fix race conditions and possible file descriptor leakage.
- Fix possible crash in psql if incorrectly-encoded data is presented and the client_encoding setting is a client-only encoding, such as SJIS (Jiang Guiqing)
- Fix bugs in the restore.sql script emitted by pg_dump in tar output format (Tom Lane)
The script would fail outright on tables whose names include upper-case characters. Also, make the script capable of restoring data in --inserts mode as well as the regular COPY mode.
- Fix pg_restore to accept POSIX-conformant tar files (Brian Weaver, Tom Lane)
The original coding of pg_dump's tar output mode produced files that are not fully conformant with the POSIX standard. This has been corrected for version 9.3. This patch updates previous branches so that they will accept both the incorrect and the corrected formats, in hopes of avoiding compatibility problems when 9.3 comes out.
- Fix pg_resetxlog to locate postmaster.pid correctly when given a relative path to the data directory (Tom Lane)
This mistake could lead to pg_resetxlog not noticing that there is an active postmaster using the data directory.
- Fix libpq's lo_import() and lo_export() functions to report file I/O errors properly (Tom Lane)
- Fix ecpg's processing of nested structure pointer variables (Muhammad Usama)
- Fix ecpg's ecpg_get_data function to handle arrays properly (Michael Meskes)
- Make contrib/pageinspect's btree page inspection functions take buffer locks while examining pages (Tom Lane)
- Fix pgxs support for building loadable modules on AIX (Tom Lane)
Building modules outside the original source tree didn't work on AIX.
- Update time zone data files to tzdata release 2012j for DST law changes in Cuba, Israel, Jordan, Libya, Palestine, Western Samoa, and portions of Brazil.

E.114. Release 9.0.10

Release date: 2012-09-24

This release contains a variety of fixes from 9.0.9. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.114.1. Migration to Version 9.0.10

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.6, see Section E.118, « Release 9.0.6 ».

E.114.2. Changes

- Fix planner's assignment of executor parameters, and fix executor's rescan logic for CTE plan nodes (Tom Lane)
These errors could result in wrong answers from queries that scan the same WITH subquery multiple times.
- Improve page-splitting decisions in GiST indexes (Alexander Korotkov, Robert Haas, Tom Lane)
Multi-column GiST indexes might suffer unexpected bloat due to this error.
- Fix cascading privilege revoke to stop if privileges are still held (Tom Lane)
If we revoke a grant option from some role X, but X still holds that option via a grant from someone else, we should not recursively revoke the corresponding privilege from role(s) Y that X had granted it to.
- Improve error messages for Hot Standby misconfiguration errors (Gurjeet Singh)
- Fix handling of SIGFPE when PL/Perl is in use (Andres Freund)
Perl resets the process's SIGFPE handler to SIG_IGN, which could result in crashes later on. Restore the normal Postgres signal handler after initializing PL/Perl.
- Prevent PL/Perl from crashing if a recursive PL/Perl function is redefined while being executed (Tom Lane)

- Work around possible misoptimization in PL/Perl (Tom Lane)

Some Linux distributions contain an incorrect version of `pthread.h` that results in incorrect compiled code in PL/Perl, leading to crashes if a PL/Perl function calls another one that throws an error.

- Fix `pg_upgrade`'s handling of line endings on Windows (Andrew Dunstan)

Previously, `pg_upgrade` might add or remove carriage returns in places such as function bodies.

- On Windows, make `pg_upgrade` use backslash path separators in the scripts it emits (Andrew Dunstan)

- Update time zone data files to tzdata release 2012f for DST law changes in Fiji

E.115. Release 9.0.9

Release date: 2012-08-17

This release contains a variety of fixes from 9.0.8. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.115.1. Migration to Version 9.0.9

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.6, see Section E.118, « Release 9.0.6 ».

E.115.2. Changes

- Prevent access to external files/URLs via XML entity references (Noah Misch, Tom Lane)

`xml_parse()` would attempt to fetch external files or URLs as needed to resolve DTD and entity references in an XML value, thus allowing unprivileged database users to attempt to fetch data with the privileges of the database server. While the external data wouldn't get returned directly to the user, portions of it could be exposed in error messages if the data didn't parse as valid XML; and in any case the mere ability to check existence of a file might be useful to an attacker. (CVE-2012-3489)

- Prevent access to external files/URLs via `contrib/xml2/xslt_process()` (Peter Eisentraut)

`libxslt` offers the ability to read and write both files and URLs through stylesheet commands, thus allowing unprivileged database users to both read and write data with the privileges of the database server. Disable that through proper use of `libxslt`'s security options. (CVE-2012-3488)

Also, remove `xslt_process()`'s ability to fetch documents and stylesheets from external files/URLs. While this was a documented « feature », it was long regarded as a bad idea. The fix for CVE-2012-3489 broke that capability, and rather than expend effort on trying to fix it, we're just going to summarily remove it.

- Prevent too-early recycling of btree index pages (Noah Misch)

When we allowed read-only transactions to skip assigning XIDs, we introduced the possibility that a deleted btree page could be recycled while a read-only transaction was still in flight to it. This would result in incorrect index search results. The probability of such an error occurring in the field seems very low because of the timing requirements, but nonetheless it should be fixed.

- Fix crash-safety bug with newly-created-or-reset sequences (Tom Lane)

If **ALTER SEQUENCE** was executed on a freshly created or reset sequence, and then precisely one `nextval()` call was made on it, and then the server crashed, WAL replay would restore the sequence to a state in which it appeared that no `nextval()` had been done, thus allowing the first sequence value to be returned again by the next `nextval()` call. In particular this could manifest for serial columns, since creation of a serial column's sequence includes an **ALTER SEQUENCE OWNED BY** step.

- Fix `txid_current()` to report the correct epoch when not in hot standby (Heikki Linnakangas)

This fixes a regression introduced in the previous minor release.

- Fix bug in startup of Hot Standby when a master transaction has many subtransactions (Andres Freund)

This mistake led to failures reported as « out-of-order XID insertion in KnownAssignedXids ».

- Ensure the `backup_label` file is `fsync'd` after `pg_start_backup()` (Dave Kerr)

- Fix timeout handling in walsender processes (Tom Lane)

WAL sender background processes neglected to establish a SIGALRM handler, meaning they would wait forever in some corner cases where a timeout ought to happen.

- Back-patch 9.1 improvement to compress the fsync request queue (Robert Haas)

This improves performance during checkpoints. The 9.1 change has now seen enough field testing to seem safe to back-patch.

- Fix LISTEN/NOTIFY to cope better with I/O problems, such as out of disk space (Tom Lane)

After a write failure, all subsequent attempts to send more NOTIFY messages would fail with messages like « Could not read from file "pg_notify/nnnn" at offset nnnnn: Success ».

- Only allow autovacuum to be auto-canceled by a directly blocked process (Tom Lane)

The original coding could allow inconsistent behavior in some cases; in particular, an autovacuum could get canceled after less than `deadlock_timeout` grace period.

- Improve logging of autovacuum cancels (Robert Haas)

- Fix log collector so that `log_truncate_on_rotation` works during the very first log rotation after server start (Tom Lane)

- Fix WITH attached to a nested set operation (UNION/INTERSECT/EXCEPT) (Tom Lane)

- Ensure that a whole-row reference to a subquery doesn't include any extra GROUP BY or ORDER BY columns (Tom Lane)

- Disallow copying whole-row references in CHECK constraints and index definitions during **CREATE TABLE** (Tom Lane)

This situation can arise in **CREATE TABLE** with `LIKE` or `INHERITS`. The copied whole-row variable was incorrectly labelled with the row type of the original table not the new one. Rejecting the case seems reasonable for `LIKE`, since the row types might well diverge later. For `INHERITS` we should ideally allow it, with an implicit coercion to the parent table's row type; but that will require more work than seems safe to back-patch.

- Fix memory leak in `ARRAY(SELECT ...)` subqueries (Heikki Linnakangas, Tom Lane)

- Fix extraction of common prefixes from regular expressions (Tom Lane)

The code could get confused by quantified parenthesized subexpressions, such as `^(foo)?bar`. This would lead to incorrect index optimization of searches for such patterns.

- Fix bugs with parsing signed `hh:mm` and `hh:mm:ss` fields in interval constants (Amit Kapila, Tom Lane)

- Use Postgres' encoding conversion functions, not Python's, when converting a Python Unicode string to the server encoding in PL/Python (Jan Urbanski)

This avoids some corner-case problems, notably that Python doesn't support all the encodings Postgres does. A notable functional change is that if the server encoding is `SQL_ASCII`, you will get the UTF-8 representation of the string; formerly, any non-ASCII characters in the string would result in an error.

- Fix mapping of PostgreSQL encodings to Python encodings in PL/Python (Jan Urbanski)

- Report errors properly in `contrib/xml2/xslt_process()` (Tom Lane)

- Update time zone data files to tzdata release 2012e for DST law changes in Morocco and Tokelau

E.116. Release 9.0.8

Release date: 2012-06-04

This release contains a variety of fixes from 9.0.7. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.116.1. Migration to Version 9.0.8

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.6, see Section E.118, « Release 9.0.6 ».

E.116.2. Changes

- Fix incorrect password transformation in `contrib/pgcrypto`'s DES `crypt()` function (Solar Designer)

If a password string contained the byte value 0x80, the remainder of the password was ignored, causing the password to be much weaker than it appeared. With this fix, the rest of the string is properly included in the DES hash. Any stored password values that are affected by this bug will thus no longer match, so the stored values may need to be updated. (CVE-2012-2143)

- Ignore SECURITY DEFINER and SET attributes for a procedural language's call handler (Tom Lane)
Applying such attributes to a call handler could crash the server. (CVE-2012-2655)
- Allow numeric timezone offsets in timestamp input to be up to 16 hours away from UTC (Tom Lane)
Some historical time zones have offsets larger than 15 hours, the previous limit. This could result in dumped data values being rejected during reload.
- Fix timestamp conversion to cope when the given time is exactly the last DST transition time for the current timezone (Tom Lane)

This oversight has been there a long time, but was not noticed previously because most DST-using zones are presumed to have an indefinite sequence of future DST transitions.

- Fix text to name and char to name casts to perform string truncation correctly in multibyte encodings (Karl Schnaitter)
- Fix memory copying bug in `to_tsquery()` (Heikki Linnakangas)
- Ensure `txid_current()` reports the correct epoch when executed in hot standby (Simon Riggs)
- Fix planner's handling of outer PlaceHolderVars within subqueries (Tom Lane)

This bug concerns sub-SELECTs that reference variables coming from the nullable side of an outer join of the surrounding query. In 9.1, queries affected by this bug would fail with « ERROR: Upper-level PlaceHolderVar found where not expected ». But in 9.0 and 8.4, you'd silently get possibly-wrong answers, since the value transmitted into the subquery wouldn't go to null when it should.

- Fix slow session startup when `pg_attribute` is very large (Tom Lane)

If `pg_attribute` exceeds one-fourth of `shared_buffers`, cache rebuilding code that is sometimes needed during session start would trigger the synchronized-scan logic, causing it to take many times longer than normal. The problem was particularly acute if many new sessions were starting at once.

- Ensure sequential scans check for query cancel reasonably often (Merlin Moncure)

A scan encountering many consecutive pages that contain no live tuples would not respond to interrupts meanwhile.

- Ensure the Windows implementation of `PGSemaphoreLock()` clears `ImmediateInterruptOK` before returning (Tom Lane)

This oversight meant that a query-cancel interrupt received later in the same query could be accepted at an unsafe time, with unpredictable but not good consequences.

- Show whole-row variables safely when printing views or rules (Abbas Butt, Tom Lane)

Corner cases involving ambiguous names (that is, the name could be either a table or column name of the query) were printed in an ambiguous way, risking that the view or rule would be interpreted differently after dump and reload. Avoid the ambiguous case by attaching a no-op cast.

- Fix **COPY FROM** to properly handle null marker strings that correspond to invalid encoding (Tom Lane)

A null marker string such as `E'\\0'` should work, and did work in the past, but the case got broken in 8.4.

- Ensure autovacuum worker processes perform stack depth checking properly (Heikki Linnakangas)

Previously, infinite recursion in a function invoked by auto-**ANALYZE** could crash worker processes.

- Fix logging collector to not lose log coherency under high load (Andrew Dunstan)

The collector previously could fail to reassemble large messages if it got too busy.

- Fix logging collector to ensure it will restart file rotation after receiving `SIGHUP` (Tom Lane)

- Fix WAL replay logic for GIN indexes to not fail if the index was subsequently dropped (Tom Lane)

- Fix memory leak in PL/pgSQL's **RETURN NEXT** command (Joe Conway)

- Fix PL/pgSQL's **GET DIAGNOSTICS** command when the target is the function's first variable (Tom Lane)

- Fix potential access off the end of memory in psql's expanded display (`\x`) mode (Peter Eisentraut)

- Fix several performance problems in pg_dump when the database contains many objects (Jeff Janes, Tom Lane)
pg_dump could get very slow if the database contained many schemas, or if many objects are in dependency loops, or if there are many owned sequences.
- Fix pg_upgrade for the case that a database stored in a non-default tablespace contains a table in the cluster's default tablespace (Bruce Momjian)
- In ecpg, fix rare memory leaks and possible overwrite of one byte after the sqlca_t structure (Peter Eisentraut)
- Fix contrib/dblink's dblink_exec() to not leak temporary database connections upon error (Tom Lane)
- Fix contrib/dblink to report the correct connection name in error messages (Kyotaro Horiguchi)
- Fix contrib/vacuumlo to use multiple transactions when dropping many large objects (Tim Lewis, Robert Haas, Tom Lane)

This change avoids exceeding max_locks_per_transaction when many objects need to be dropped. The behavior can be adjusted with the new -l (limit) option.

- Update time zone data files to tzdata release 2012c for DST law changes in Antarctica, Armenia, Chile, Cuba, Falkland Islands, Gaza, Haiti, Hebron, Morocco, Syria, and Tokelau Islands; also historical corrections for Canada.

E.117. Release 9.0.7

Release date: 2012-02-27

This release contains a variety of fixes from 9.0.6. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.117.1. Migration to Version 9.0.7

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.6, see Section E.118, « Release 9.0.6 ».

E.117.2. Changes

- Require execute permission on the trigger function for **CREATE TRIGGER** (Robert Haas)

This missing check could allow another user to execute a trigger function with forged input data, by installing it on a table he owns. This is only of significance for trigger functions marked SECURITY DEFINER, since otherwise trigger functions run as the table owner anyway. (CVE-2012-0866)

- Remove arbitrary limitation on length of common name in SSL certificates (Heikki Linnakangas)

Both libpq and the server truncated the common name extracted from an SSL certificate at 32 bytes. Normally this would cause nothing worse than an unexpected verification failure, but there are some rather-improbable scenarios in which it might allow one certificate holder to impersonate another. The victim would have to have a common name exactly 32 bytes long, and the attacker would have to persuade a trusted CA to issue a certificate in which the common name has that string as a prefix. Impersonating a server would also require some additional exploit to redirect client connections. (CVE-2012-0867)

- Convert newlines to spaces in names written in pg_dump comments (Robert Haas)

pg_dump was incautious about sanitizing object names that are emitted within SQL comments in its output script. A name containing a newline would at least render the script syntactically incorrect. Maliciously crafted object names could present a SQL injection risk when the script is reloaded. (CVE-2012-0868)

- Fix btree index corruption from insertions concurrent with vacuuming (Tom Lane)

An index page split caused by an insertion could sometimes cause a concurrently-running **VACUUM** to miss removing index entries that it should remove. After the corresponding table rows are removed, the dangling index entries would cause errors (such as « could not read block N in file ... ») or worse, silently wrong query results after unrelated rows are re-inserted at the now-free table locations. This bug has been present since release 8.2, but occurs so infrequently that it was not diagnosed until now. If you have reason to suspect that it has happened in your database, reindexing the affected index will fix things.

- Fix transient zeroing of shared buffers during WAL replay (Tom Lane)

The replay logic would sometimes zero and refill a shared buffer, so that the contents were transiently invalid. In hot standby mode this can result in a query that's executing in parallel seeing garbage data. Various symptoms could result from that, but

the most common one seems to be « invalid memory alloc request size ».

- Fix postmaster to attempt restart after a hot-standby crash (Tom Lane)

A logic error caused the postmaster to terminate, rather than attempt to restart the cluster, if any backend process crashed while operating in hot standby mode.

- Fix **CLUSTER/VACUUM FULL** handling of toast values owned by recently-updated rows (Tom Lane)

This oversight could lead to « duplicate key value violates unique constraint » errors being reported against the toast table's index during one of these commands.

- Update per-column permissions, not only per-table permissions, when changing table owner (Tom Lane)

Failure to do this meant that any previously granted column permissions were still shown as having been granted by the old owner. This meant that neither the new owner nor a superuser could revoke the now-untraceable-to-table-owner permissions.

- Support foreign data wrappers and foreign servers in **REASSIGN OWNED** (Alvaro Herrera)

This command failed with « unexpected classid » errors if it needed to change the ownership of any such objects.

- Allow non-existent values for some settings in **ALTER USER/DATABASE SET** (Heikki Linnakangas)

Allow `default_text_search_config`, `default_tablespace`, and `temp_tablespaces` to be set to names that are not known. This is because they might be known in another database where the setting is intended to be used, or for the tablespace cases because the tablespace might not be created yet. The same issue was previously recognized for `search_path`, and these settings now act like that one.

- Avoid crashing when we have problems deleting table files post-commit (Tom Lane)

Dropping a table should lead to deleting the underlying disk files only after the transaction commits. In event of failure then (for instance, because of wrong file permissions) the code is supposed to just emit a warning message and go on, since it's too late to abort the transaction. This logic got broken as of release 8.4, causing such situations to result in a PANIC and an unresettatable database.

- Recover from errors occurring during WAL replay of **DROP TABLESPACE** (Tom Lane)

Replay will attempt to remove the tablespace's directories, but there are various reasons why this might fail (for example, incorrect ownership or permissions on those directories). Formerly the replay code would panic, rendering the database unrestartable without manual intervention. It seems better to log the problem and continue, since the only consequence of failure to remove the directories is some wasted disk space.

- Fix race condition in logging AccessExclusiveLocks for hot standby (Simon Riggs)

Sometimes a lock would be logged as being held by « transaction zero ». This is at least known to produce assertion failures on slave servers, and might be the cause of more serious problems.

- Track the OID counter correctly during WAL replay, even when it wraps around (Tom Lane)

Previously the OID counter would remain stuck at a high value until the system exited replay mode. The practical consequences of that are usually nil, but there are scenarios wherein a standby server that's been promoted to master might take a long time to advance the OID counter to a reasonable value once values are needed.

- Prevent emitting misleading « consistent recovery state reached » log message at the beginning of crash recovery (Heikki Linnakangas)

- Fix initial value of `pg_stat_replication.replay_location` (Fujii Masao)

Previously, the value shown would be wrong until at least one WAL record had been replayed.

- Fix regular expression back-references with * attached (Tom Lane)

Rather than enforcing an exact string match, the code would effectively accept any string that satisfies the pattern sub-expression referenced by the back-reference symbol.

A similar problem still afflicts back-references that are embedded in a larger quantified expression, rather than being the immediate subject of the quantifier. This will be addressed in a future PostgreSQL™ release.

- Fix recently-introduced memory leak in processing of inet/cidr values (Heikki Linnakangas)

A patch in the December 2011 releases of PostgreSQL™ caused memory leakage in these operations, which could be significant in scenarios such as building a btree index on such a column.

- Fix dangling pointer after **CREATE TABLE AS/SELECT INTO** in a SQL-language function (Tom Lane)

In most cases this only led to an assertion failure in assert-enabled builds, but worse consequences seem possible.

- Avoid double close of file handle in syslogger on Windows (MauMau)

Ordinarily this error was invisible, but it would cause an exception when running on a debug version of Windows.

- Fix I/O-conversion-related memory leaks in plpgsql (Andres Freund, Jan Urbanski, Tom Lane)

Certain operations would leak memory until the end of the current function.

- Improve pg_dump's handling of allied table columns (Tom Lane)

pg_dump mishandled situations where a child column has a different default expression than its parent column. If the default is textually identical to the parent's default, but not actually the same (for instance, because of schema search path differences) it would not be recognized as different, so that after dump and restore the child would be allowed to all the parent's default. Child columns that are NOT NULL where their parent is not could also be restored subtly incorrectly.

- Fix pg_restore's direct-to-database mode for INSERT-style table data (Tom Lane)

Direct-to-database restores from archive files made with --inserts or --column-inserts options fail when using pg_restore from a release dated September or December 2011, as a result of an oversight in a fix for another problem. The archive file itself is not at fault, and text-mode output is okay.

- Allow pg_upgrade to process tables containing regclass columns (Bruce Momjian)

Since pg_upgrade now takes care to preserve pg_class OIDs, there was no longer any reason for this restriction.

- Make libpq ignore ENOTDIR errors when looking for an SSL client certificate file (Magnus Hagander)

This allows SSL connections to be established, though without a certificate, even when the user's home directory is set to something like /dev/null.

- Fix some more field alignment issues in ecpg's SQLDA area (Zoltan Boszormenyi)

- Allow AT option in ecpg DEALLOCATE statements (Michael Meskes)

The infrastructure to support this has been there for awhile, but through an oversight there was still an error check rejecting the case.

- Do not use the variable name when defining a varchar structure in ecpg (Michael Meskes)

- Fix contrib/auto_explain's JSON output mode to produce valid JSON (Andrew Dunstan)

The output used brackets at the top level, when it should have used braces.

- Fix error in contrib/intarray's int[] & int[] operator (Guillaume Lelarge)

If the smallest integer the two input arrays have in common is 1, and there are smaller values in either array, then 1 would be incorrectly omitted from the result.

- Fix error detection in contrib/pgcrypto's encrypt_iv() and decrypt_iv() (Marko Kreen)

These functions failed to report certain types of invalid-input errors, and would instead return random garbage values for incorrect input.

- Fix one-byte buffer overrun in contrib/test_parser (Paul Guyot)

The code would try to read one more byte than it should, which would crash in corner cases. Since contrib/test_parser is only example code, this is not a security issue in itself, but bad example code is still bad.

- Use __sync_lock_test_and_set() for spinlocks on ARM, if available (Martin Pitt)

This function replaces our previous use of the SWPB instruction, which is deprecated and not available on ARMv6 and later. Reports suggest that the old code doesn't fail in an obvious way on recent ARM boards, but simply doesn't interlock concurrent accesses, leading to bizarre failures in multiprocess operation.

- Use -fexcess-precision=standard option when building with gcc versions that accept it (Andrew Dunstan)

This prevents assorted scenarios wherein recent versions of gcc will produce creative results.

- Allow use of threaded Python on FreeBSD (Chris Rees)

Our configure script previously believed that this combination wouldn't work; but FreeBSD fixed the problem, so remove that error check.

E.118. Release 9.0.6

Release date: 2011-12-05

This release contains a variety of fixes from 9.0.5. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.118.1. Migration to Version 9.0.6

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, a longstanding error was discovered in the definition of the `information_schema.referential_constraints` view. If you rely on correct results from that view, you should replace its definition as explained in the first changelog item below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.4, see Section E.120, « Release 9.0.4 ».

E.118.2. Changes

- Fix bugs in `information_schema.referential_constraints` view (Tom Lane)

This view was being insufficiently careful about matching the foreign-key constraint to the depended-on primary or unique key constraint. That could result in failure to show a foreign key constraint at all, or showing it multiple times, or claiming that it depends on a different constraint than the one it really does.

Since the view definition is installed by `initdb`, merely upgrading will not fix the problem. If you need to fix this in an existing installation, you can (as a superuser) drop the `information_schema` schema then re-create it by sourcing `SHAREDIR/information_schema.sql`. (Run `pg_config --sharedir` if you're uncertain where `SHAREDIR` is.) This must be repeated in each database to be fixed.

- Fix possible crash during **UPDATE** or **DELETE** that joins to the output of a scalar-returning function (Tom Lane)

A crash could only occur if the target row had been concurrently updated, so this problem surfaced only intermittently.

- Fix incorrect replay of WAL records for GIN index updates (Tom Lane)

This could result in transiently failing to find index entries after a crash, or on a hot-standby server. The problem would be repaired by the next **VACUUM** of the index, however.

- Fix TOAST-related data corruption during `CREATE TABLE dest AS SELECT * FROM src` or `INSERT INTO dest SELECT * FROM src` (Tom Lane)

If a table has been modified by **ALTER TABLE ADD COLUMN**, attempts to copy its data verbatim to another table could produce corrupt results in certain corner cases. The problem can only manifest in this precise form in 8.4 and later, but we patched earlier versions as well in case there are other code paths that could trigger the same bug.

- Fix possible failures during hot standby startup (Simon Riggs)

- Start hot standby faster when initial snapshot is incomplete (Simon Riggs)

- Fix race condition during toast table access from stale syscache entries (Tom Lane)

The typical symptom was transient errors like « missing chunk number 0 for toast value NNNNN in pg_toast_2619 », where the cited toast table would always belong to a system catalog.

- Track dependencies of functions on items used in parameter default expressions (Tom Lane)

Previously, a referenced object could be dropped without having dropped or modified the function, leading to misbehavior when the function was used. Note that merely installing this update will not fix the missing dependency entries; to do that, you'd need to **CREATE OR REPLACE** each such function afterwards. If you have functions whose defaults depend on non-built-in objects, doing so is recommended.

- Allow inlining of set-returning SQL functions with multiple OUT parameters (Tom Lane)

- Don't trust deferred-unique indexes for join removal (Tom Lane and Marti Raudsepp)

A deferred uniqueness constraint might not hold intra-transaction, so assuming that it does could give incorrect query results.

- Make `DatumGetInetP()` unpack inet datums that have a 1-byte header, and add a new macro, `DatumGetInetPP()`, that does not (Heikki Linnakangas)

This change affects no core code, but might prevent crashes in add-on code that expects `DatumGetInetP()` to produce an

unpacked datum as per usual convention.

- Improve locale support in money type's input and output (Tom Lane)

Aside from not supporting all standard `lc_monetary` formatting options, the input and output functions were inconsistent, meaning there were locales in which dumped money values could not be re-read.

- Don't let `transform_null_equals` affect `CASE foo WHEN NULL ...` constructs (Heikki Linnakangas)

`transform_null_equals` is only supposed to affect `foo = NULL` expressions written directly by the user, not equality checks generated internally by this form of `CASE`.

- Change foreign-key trigger creation order to better support self-referential foreign keys (Tom Lane)

For a cascading foreign key that references its own table, a row update will fire both the `ON UPDATE` trigger and the `CHECK` trigger as one event. The `ON UPDATE` trigger must execute first, else the `CHECK` will check a non-final state of the row and possibly throw an inappropriate error. However, the firing order of these triggers is determined by their names, which generally sort in creation order since the triggers have auto-generated names following the convention `« RI_ConstraintTrigger_NNNN »`. A proper fix would require modifying that convention, which we will do in 9.2, but it seems risky to change it in existing releases. So this patch just changes the creation order of the triggers. Users encountering this type of error should drop and re-create the foreign key constraint to get its triggers into the right order.

- Avoid floating-point underflow while tracking buffer allocation rate (Greg Matthews)

While harmless in itself, on certain platforms this would result in annoying kernel log messages.

- Preserve configuration file name and line number values when starting child processes under Windows (Tom Lane)

Formerly, these would not be displayed correctly in the `pg_settings` view.

- Fix incorrect field alignment in `ecpg`'s `SQLDA` area (Zoltan Boszormenyi)

- Preserve blank lines within commands in `psql`'s command history (Robert Haas)

The former behavior could cause problems if an empty line was removed from within a string literal, for example.

- Fix `pg_dump` to dump user-defined casts between auto-generated types, such as table rowtypes (Tom Lane)

- Assorted fixes for `pg_upgrade` (Bruce Momjian)

Handle exclusion constraints correctly, avoid failures on Windows, don't complain about mismatched toast table names in 8.4 databases.

- Use the preferred version of `xsubpp` to build PL/Perl, not necessarily the operating system's main copy (David Wheeler and Alex Hunsaker)

- Fix incorrect coding in `contrib/dict_int` and `contrib/dict_xsyn` (Tom Lane)

Some functions incorrectly assumed that memory returned by `malloc()` is guaranteed zeroed.

- Fix assorted errors in `contrib/unaccent`'s configuration file parsing (Tom Lane)

- Honor query cancel interrupts promptly in `pgstatindex()` (Robert Haas)

- Fix incorrect quoting of log file name in macOS start script (Sidar Lopez)

- Ensure VPATH builds properly install all server header files (Peter Eisentraut)

- Shorten file names reported in verbose error messages (Peter Eisentraut)

Regular builds have always reported just the name of the C file containing the error message call, but VPATH builds formerly reported an absolute path name.

- Fix interpretation of Windows timezone names for Central America (Tom Lane)

Map `« Central America Standard Time »` to `CST6`, not `CST6CDT`, because DST is generally not observed anywhere in Central America.

- Update time zone data files to `tzdata` release 2011n for DST law changes in Brazil, Cuba, Fiji, Palestine, Russia, and Samoa; also historical corrections for Alaska and British East Africa.

E.119. Release 9.0.5

Release date: 2011-09-26

This release contains a variety of fixes from 9.0.4. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.119.1. Migration to Version 9.0.5

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 9.0.4, see Section E.120, « Release 9.0.4 ».

E.119.2. Changes

- Fix catalog cache invalidation after a **VACUUM FULL** or **CLUSTER** on a system catalog (Tom Lane)
In some cases the relocation of a system catalog row to another place would not be recognized by concurrent server processes, allowing catalog corruption to occur if they then tried to update that row. The worst-case outcome could be as bad as complete loss of a table.
- Fix incorrect order of operations during sinval reset processing, and ensure that TOAST OIDs are preserved in system catalogs (Tom Lane)

These mistakes could lead to transient failures after a **VACUUM FULL** or **CLUSTER** on a system catalog.

- Fix bugs in indexing of in-doubt HOT-updated tuples (Tom Lane)

These bugs could result in index corruption after reindexing a system catalog. They are not believed to affect user indexes.

- Fix multiple bugs in GiST index page split processing (Heikki Linnakangas)

The probability of occurrence was low, but these could lead to index corruption.

- Fix possible buffer overrun in `tsvector_concat()` (Tom Lane)

The function could underestimate the amount of memory needed for its result, leading to server crashes.

- Fix crash in `xml_recv` when processing a « standalone » parameter (Tom Lane)

- Make `pg_options_to_table` return NULL for an option with no value (Tom Lane)

Previously such cases would result in a server crash.

- Avoid possibly accessing off the end of memory in **ANALYZE** and in SJIS-2004 encoding conversion (Noah Misch)

This fixes some very-low-probability server crash scenarios.

- Protect `pg_stat_reset_shared()` against NULL input (Magnus Hagander)

- Fix possible failure when a recovery conflict deadlock is detected within a sub-transaction (Tom Lane)

- Avoid spurious conflicts while recycling btree index pages during hot standby (Noah Misch, Simon Riggs)

- Shut down WAL receiver if it's still running at end of recovery (Heikki Linnakangas)

The postmaster formerly panicked in this situation, but it's actually a legitimate case.

- Fix race condition in relcache init file invalidation (Tom Lane)

There was a window wherein a new backend process could read a stale init file but miss the inval messages that would tell it the data is stale. The result would be bizarre failures in catalog accesses, typically « could not read block 0 in file ... » later during startup.

- Fix memory leak at end of a GiST index scan (Tom Lane)

Commands that perform many separate GiST index scans, such as verification of a new GiST-based exclusion constraint on a table already containing many rows, could transiently require large amounts of memory due to this leak.

- Fix memory leak when encoding conversion has to be done on incoming command strings and **LISTEN** is active (Tom Lane)

- Fix incorrect memory accounting (leading to possible memory bloat) in tuplestores supporting holdable cursors and plpgsql's `RETURN NEXT` command (Tom Lane)

- Fix trigger WHEN conditions when both BEFORE and AFTER triggers exist (Tom Lane)

Evaluation of WHEN conditions for AFTER ROW UPDATE triggers could crash if there had been a BEFORE ROW trigger fired for the same update.

- Fix performance problem when constructing a large, lossy bitmap (Tom Lane)
- Fix join selectivity estimation for unique columns (Tom Lane)

This fixes an erroneous planner heuristic that could lead to poor estimates of the result size of a join.
- Fix nested PlaceHolderVar expressions that appear only in sub-select target lists (Tom Lane)

This mistake could result in outputs of an outer join incorrectly appearing as NULL.
- Allow the planner to assume that empty parent tables really are empty (Tom Lane)

Normally an empty table is assumed to have a certain minimum size for planning purposes; but this heuristic seems to do more harm than good for the parent table of an alliance hierarchy, which often is permanently empty.
- Allow nested **EXISTS** queries to be optimized properly (Tom Lane)
- Fix array- and path-creating functions to ensure padding bytes are zeroes (Tom Lane)

This avoids some situations where the planner will think that semantically-equal constants are not equal, resulting in poor optimization.
- Fix **EXPLAIN** to handle gating Result nodes within inner-indexscan subplans (Tom Lane)

The usual symptom of this oversight was « bogus varno » errors.
- Fix btree preprocessing of *indexedcol* IS NULL conditions (Dean Rasheed)

Such a condition is unsatisfiable if combined with any other type of btree-indexable condition on the same index column. The case was handled incorrectly in 9.0.0 and later, leading to query output where there should be none.
- Work around gcc 4.6.0 bug that breaks WAL replay (Tom Lane)

This could lead to loss of committed transactions after a server crash.
- Fix dump bug for VALUES in a view (Tom Lane)
- Disallow SELECT FOR UPDATE / SHARE on sequences (Tom Lane)

This operation doesn't work as expected and can lead to failures.
- Fix **VACUUM** so that it always updates pg_class.reltuples/relpages (Tom Lane)

This fixes some scenarios where autovacuum could make increasingly poor decisions about when to vacuum tables.
- Defend against integer overflow when computing size of a hash table (Tom Lane)
- Fix cases where **CLUSTER** might attempt to access already-removed TOAST data (Tom Lane)
- Fix premature timeout failures during initial authentication transaction (Tom Lane)
- Fix portability bugs in use of credentials control messages for « peer » authentication (Tom Lane)
- Fix SSPI login when multiple roundtrips are required (Ahmed Shinwari, Magnus Hagander)

The typical symptom of this problem was « The function requested is not supported » errors during SSPI login.
- Fix failure when adding a new variable of a custom variable class to postgresql.conf (Tom Lane)
- Throw an error if pg_hba.conf contains hostssl but SSL is disabled (Tom Lane)

This was concluded to be more user-friendly than the previous behavior of silently ignoring such lines.
- Fix failure when **DROP OWNED BY** attempts to remove default privileges on sequences (Shigeru Hanada)
- Fix typo in pg_srand48 seed initialization (Andres Freund)

This led to failure to use all bits of the provided seed. This function is not used on most platforms (only those without srandom), and the potential security exposure from a less-random-than-expected seed seems minimal in any case.
- Avoid integer overflow when the sum of LIMIT and OFFSET values exceeds 2^63 (Heikki Linnakangas)
- Add overflow checks to int4 and int8 versions of generate_series() (Robert Haas)
- Fix trailing-zero removal in to_char() (Marti Raudsep)

In a format with FM and no digit positions after the decimal point, zeroes to the left of the decimal point could be removed incorrectly.

- Fix `pg_size.pretty()` to avoid overflow for inputs close to 2^{63} (Tom Lane)
- Weaken plpgsql's check for typmod matching in record values (Tom Lane)

An overly enthusiastic check could lead to discarding length modifiers that should have been kept.
- Correctly handle quotes in locale names during initdb (Heikki Linnakangas)

The case can arise with some Windows locales, such as « People's Republic of China ».
- In `pg_upgrade`, avoid dumping orphaned temporary tables (Bruce Momjian)

This prevents situations wherein table OID assignments could get out of sync between old and new installations.
- Fix `pg_upgrade` to preserve toast tables' relfrozenxids during an upgrade from 8.3 (Bruce Momjian)

Failure to do this could lead to `pg_clog` files being removed too soon after the upgrade.
- In `pg_upgrade`, fix the `-l (log)` option to work on Windows (Bruce Momjian)
- In `pg_ctl`, support silent mode for service registrations on Windows (MauMau)
- Fix psql's counting of script file line numbers during `COPY` from a different file (Tom Lane)
- Fix `pg_restore`'s direct-to-database mode for `standard_conforming_strings` (Tom Lane)

`pg_restore` could emit incorrect commands when restoring directly to a database server from an archive file that had been made with `standard_conforming_strings` set to on.
- Be more user-friendly about unsupported cases for parallel `pg_restore` (Tom Lane)

This change ensures that such cases are detected and reported before any restore actions have been taken.
- Fix write-past-buffer-end and memory leak in libpq's LDAP service lookup code (Albe Laurenz)
- In libpq, avoid failures when using nonblocking I/O and an SSL connection (Martin Pihlak, Tom Lane)
- Improve libpq's handling of failures during connection startup (Tom Lane)

In particular, the response to a server report of `fork()` failure during SSL connection startup is now saner.
- Improve libpq's error reporting for SSL failures (Tom Lane)
- Fix `PQsetvalue()` to avoid possible crash when adding a new tuple to a PGresult originally obtained from a server query (Andrew Chernow)
- Make ecpplib write double values with 15 digits precision (Akira Kurosawa)
- In ecpplib, be sure `LC_NUMERIC` setting is restored after an error (Michael Meskes)
- Apply upstream fix for blowfish signed-character bug (CVE-2011-2483) (Tom Lane)

contrib/pg_crypto's blowfish encryption code could give wrong results on platforms where char is signed (which is most), leading to encrypted passwords being weaker than they should be.
- Fix memory leak in contrib/seg (Heikki Linnakangas)
- Fix `pgstatindex()` to give consistent results for empty indexes (Tom Lane)
- Allow building with perl 5.14 (Alex Hunsaker)
- Fix assorted issues with build and install file paths containing spaces (Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2011i for DST law changes in Canada, Egypt, Russia, Samoa, and South Sudan.

E.120. Release 9.0.4

Release date: 2011-04-18

This release contains a variety of fixes from 9.0.3. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.120.1. Migration to Version 9.0.4

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

However, if your installation was upgraded from a previous major release by running `pg_upgrade`, you should take action to prevent possible data loss due to a now-fixed bug in `pg_upgrade`. The recommended solution is to run **VACUUM FREEZE** on all TOAST tables. More information is available at http://wiki.postgresql.org/wiki/20110408pg_upgrade_fix.

E.120.2. Changes

- Fix `pg_upgrade`'s handling of TOAST tables (Bruce Momjian)

The `pg_class.relfrozenxid` value for TOAST tables was not correctly copied into the new installation during `pg_upgrade`. This could later result in `pg_clog` files being discarded while they were still needed to validate tuples in the TOAST tables, leading to « could not access status of transaction » failures.

This error poses a significant risk of data loss for installations that have been upgraded with `pg_upgrade`. This patch corrects the problem for future uses of `pg_upgrade`, but does not in itself cure the issue in installations that have been processed with a buggy version of `pg_upgrade`.

- Suppress incorrect « PD_ALL_VISIBLE flag was incorrectly set » warning (Heikki Linnakangas)

VACUUM would sometimes issue this warning in cases that are actually valid.

- Use better SQLSTATE error codes for hot standby conflict cases (Tatsuo Ishii and Simon Riggs)

All retryable conflict errors now have an error code that indicates that a retry is possible. Also, session closure due to the database being dropped on the master is now reported as `ERRCODE_DATABASE_DROPPED`, rather than `ERRCODE_ADMIN_SHUTDOWN`, so that connection poolers can handle the situation correctly.

- Prevent intermittent hang in interactions of startup process with bgwriter process (Simon Riggs)

This affected recovery in non-hot-standby cases.

- Disallow including a composite type in itself (Tom Lane)

This prevents scenarios wherein the server could recurse infinitely while processing the composite type. While there are some possible uses for such a structure, they don't seem compelling enough to justify the effort required to make sure it always works safely.

- Avoid potential deadlock during catalog cache initialization (Nikhil Sontakke)

In some cases the cache loading code would acquire share lock on a system index before locking the index's catalog. This could deadlock against processes trying to acquire exclusive locks in the other, more standard order.

- Fix dangling-pointer problem in `BEFORE ROW UPDATE` trigger handling when there was a concurrent update to the target tuple (Tom Lane)

This bug has been observed to result in intermittent « cannot extract system attribute from virtual tuple » failures while trying to do `UPDATE RETURNING ctid`. There is a very small probability of more serious errors, such as generating incorrect index entries for the updated tuple.

- Disallow **DROP TABLE** when there are pending deferred trigger events for the table (Tom Lane)

Formerly the **DROP** would go through, leading to « could not open relation with OID nnn » errors when the triggers were eventually fired.

- Allow « replication » as a user name in `pg_hba.conf` (Andrew Dunstan)

« replication » is special in the database name column, but it was mistakenly also treated as special in the user name column.

- Prevent crash triggered by constant-false WHERE conditions during GEQO optimization (Tom Lane)

- Improve planner's handling of semi-join and anti-join cases (Tom Lane)

- Fix handling of `SELECT FOR UPDATE` in a sub-SELECT (Tom Lane)

This bug typically led to « cannot extract system attribute from virtual tuple » errors.

- Fix selectivity estimation for text search to account for NULLs (Jesper Krogh)

- Fix `get_actual_variable_range()` to support hypothetical indexes injected by an index adviser plugin (Gurjeet Singh)

- Fix PL/Python memory leak involving array slices (Daniel Popowich)

- Allow libpq's SSL initialization to succeed when user's home directory is unavailable (Tom Lane)

If the SSL mode is such that a root certificate file is not required, there is no need to fail. This change restores the behavior to

what it was in pre-9.0 releases.

- Fix libpq to return a useful error message for errors detected in `conninfo_array_parse` (Joseph Adams)
A typo caused the library to return NULL, rather than the PGconn structure containing the error message, to the application.
- Fix ecpg preprocessor's handling of float constants (Heikki Linnakangas)
- Fix parallel pg_restore to handle comments on POST_DATA items correctly (Arnd Hannemann)
- Fix pg_restore to cope with long lines (over 1KB) in TOC files (Tom Lane)
- Put in more safeguards against crashing due to division-by-zero with overly enthusiastic compiler optimization (Aurelien Jarno)
- Support use of `dlopen()` in FreeBSD and OpenBSD on MIPS (Tom Lane)
There was a hard-wired assumption that this system function was not available on MIPS hardware on these systems. Use a compile-time test instead, since more recent versions have it.
- Fix compilation failures on HP-UX (Heikki Linnakangas)
- Avoid crash when trying to write to the Windows console very early in process startup (Rushabh Lathia)
- Support building with MinGW 64 bit compiler for Windows (Andrew Dunstan)
- Fix version-incompatibility problem with libintl on Windows (Hiroshi Inoue)
- Fix usage of xcopy in Windows build scripts to work correctly under Windows 7 (Andrew Dunstan)
This affects the build scripts only, not installation or usage.
- Fix path separator used by pg_regress on Cygwin (Andrew Dunstan)
- Update time zone data files to tzdata release 2011f for DST law changes in Chile, Cuba, Falkland Islands, Morocco, Samoa, and Turkey; also historical corrections for South Australia, Alaska, and Hawaii.

E.121. Release 9.0.3

Release date: 2011-01-31

This release contains a variety of fixes from 9.0.2. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.121.1. Migration to Version 9.0.3

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

E.121.2. Changes

- Before exiting walreceiver, ensure all the received WAL is fsync'd to disk (Heikki Linnakangas)
Otherwise the standby server could replay some un-synced WAL, conceivably leading to data corruption if the system crashes just at that point.
- Avoid excess fsync activity in walreceiver (Heikki Linnakangas)
- Make **ALTER TABLE** revalidate uniqueness and exclusion constraints when needed (Noah Misch)
This was broken in 9.0 by a change that was intended to suppress revalidation during **VACUUM FULL** and **CLUSTER**, but unintentionally affected **ALTER TABLE** as well.
- Fix EvalPlanQual for **UPDATE** of an alliance tree in which the tables are not all alike (Tom Lane)

Any variation in the table row types (including dropped columns present in only some child tables) would confuse the EvalPlanQual code, leading to misbehavior or even crashes. Since EvalPlanQual is only executed during concurrent updates to the same row, the problem was only seen intermittently.

- Avoid failures when **EXPLAIN** tries to display a simple-form CASE expression (Tom Lane)
If the CASE's test expression was a constant, the planner could simplify the CASE into a form that confused the expression-display code, resulting in « unexpected CASE WHEN clause » errors.

- Fix assignment to an array slice that is before the existing range of subscripts (Tom Lane)

If there was a gap between the newly added subscripts and the first pre-existing subscript, the code miscalculated how many entries needed to be copied from the old array's null bitmap, potentially leading to data corruption or crash.

- Avoid unexpected conversion overflow in planner for very distant date values (Tom Lane)

The date type supports a wider range of dates than can be represented by the timestamp types, but the planner assumed it could always convert a date to timestamp with impunity.

- Fix PL/Python crash when an array contains null entries (Alex Hunsaker)

- Remove ecpg's fixed length limit for constants defining an array dimension (Michael Meskes)

- Fix erroneous parsing of tsquery values containing . . . & !(subexpression) | . . . (Tom Lane)

Queries containing this combination of operators were not executed correctly. The same error existed in contrib/intarray's query_int type and contrib/ltree's ltxtquery type.

- Fix buffer overrun in contrib/intarray's input function for the query_int type (Apple)

This bug is a security risk since the function's return address could be overwritten. Thanks to Apple Inc's security team for reporting this issue and supplying the fix. (CVE-2010-4015)

- Fix bug in contrib/seg's GiST picksplit algorithm (Alexander Korotkov)

This could result in considerable inefficiency, though not actually incorrect answers, in a GiST index on a seg column. If you have such an index, consider REINDEXing it after installing this update. (This is identical to the bug that was fixed in contrib/cube in the previous update.)

E.122. Release 9.0.2

Release date: 2010-12-16

This release contains a variety of fixes from 9.0.1. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.122.1. Migration to Version 9.0.2

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

E.122.2. Changes

- Force the default wal_sync_method to be fdatasync on Linux (Tom Lane, Marti Raudsepp)

The default on Linux has actually been fdatasync for many years, but recent kernel changes caused PostgreSQL™ to choose open_datasync instead. This choice did not result in any performance improvement, and caused outright failures on certain filesystems, notably ext 4 with the data=journal mount option.

- Fix « too many KnownAssignedXids » error during Hot Standby replay (Heikki Linnakangas)

- Fix race condition in lock acquisition during Hot Standby (Simon Riggs)

- Avoid unnecessary conflicts during Hot Standby (Simon Riggs)

This fixes some cases where replay was considered to conflict with standby queries (causing delay of replay or possibly cancellation of the queries), but there was no real conflict.

- Fix assorted bugs in WAL replay logic for GIN indexes (Tom Lane)

This could result in « bad buffer id: 0 » failures or corruption of index contents during replication.

- Fix recovery from base backup when the starting checkpoint WAL record is not in the same WAL segment as its redo point (Jeff Davis)

- Fix corner-case bug when streaming replication is enabled immediately after creating the master database cluster (Heikki Linnakangas)

- Fix persistent slowdown of autovacuum workers when multiple workers remain active for a long time (Tom Lane)

The effective vacuum_cost_limit for an autovacuum worker could drop to nearly zero if it processed enough tables, causing it to run extremely slowly.

- Fix long-term memory leak in autovacuum launcher (Alvaro Herrera)
- Avoid failure when trying to report an impending transaction wraparound condition from outside a transaction (Tom Lane)

This oversight prevented recovery after transaction wraparound got too close, because database startup processing would fail.
- Add support for detecting register-stack overrun on IA64 (Tom Lane)

The IA64 architecture has two hardware stacks. Full prevention of stack-overrun failures requires checking both.
- Add a check for stack overflow in `copyObject()` (Tom Lane)

Certain code paths could crash due to stack overflow given a sufficiently complex query.
- Fix detection of page splits in temporary GiST indexes (Heikki Linnakangas)

It is possible to have a « concurrent » page split in a temporary index, if for example there is an open cursor scanning the index when an insertion is done. GiST failed to detect this case and hence could deliver wrong results when execution of the cursor continued.
- Fix error checking during early connection processing (Tom Lane)

The check for too many child processes was skipped in some cases, possibly leading to postmaster crash when attempting to add the new child process to fixed-size arrays.
- Improve efficiency of window functions (Tom Lane)

Certain cases where a large number of tuples needed to be read in advance, but `work_mem` was large enough to allow them all to be held in memory, were unexpectedly slow. `percent_rank()`, `cume_dist()` and `ntile()` in particular were subject to this problem.
- Avoid memory leakage while **ANALYZE**'ing complex index expressions (Tom Lane)
- Ensure an index that uses a whole-row Var still depends on its table (Tom Lane)

An index declared like `create index i on t (foo(t.*))` would not automatically get dropped when its table was dropped.
- Add missing support in **DROP OWNED BY** for removing foreign data wrapper/server privileges belonging to a user (Heikki Linnakangas)
- Do not « inline » a SQL function with multiple OUT parameters (Tom Lane)

This avoids a possible crash due to loss of information about the expected result rowtype.
- Fix crash when inline-ing a set-returning function whose argument list contains a reference to an inline-able user function (Tom Lane)
- Behave correctly if ORDER BY, LIMIT, FOR UPDATE, or WITH is attached to the VALUES part of `INSERT ... VALUES` (Tom Lane)
- Make the OFF keyword unreserved (Heikki Linnakangas)

This prevents problems with using `off` as a variable name in PL/pgSQL. That worked before 9.0, but was now broken because PL/pgSQL now treats all core reserved words as reserved.
- Fix constant-folding of `COALESCE()` expressions (Tom Lane)

The planner would sometimes attempt to evaluate sub-expressions that in fact could never be reached, possibly leading to unexpected errors.
- Fix « could not find pathkey item to sort » planner failure with comparison of whole-row Vars (Tom Lane)
- Fix postmaster crash when connection acceptance (`accept()` or one of the calls made immediately after it) fails, and the postmaster was compiled with GSSAPI support (Alexander Chernikov)
- Retry after receiving an invalid response packet from a RADIUS authentication server (Magnus Hagander)

This fixes a low-risk potential denial of service condition.
- Fix missed unlink of temporary files when `log_temp_files` is active (Tom Lane)

If an error occurred while attempting to emit the log message, the unlink was not done, resulting in accumulation of temp files.
- Add print functionality for InhRelation nodes (Tom Lane)

This avoids a failure when `debug_print_parse` is enabled and certain types of query are executed.

- Fix incorrect calculation of distance from a point to a horizontal line segment (Tom Lane)
This bug affected several different geometric distance-measurement operators.
- Fix incorrect calculation of transaction status in ecpg (Itagaki Takahiro)
- Fix errors in psql's Unicode-escape support (Tom Lane)
- Speed up parallel pg_restore when the archive contains many large objects (blobs) (Tom Lane)
- Fix PL/pgSQL's handling of « simple » expressions to not fail in recursion or error-recovery cases (Tom Lane)
- Fix PL/pgSQL's error reporting for no-such-column cases (Tom Lane)
As of 9.0, it would sometimes report « missing FROM-clause entry for table foo » when « record foo has no field bar » would be more appropriate.
- Fix PL/Python to honor typmod (i.e., length or precision restrictions) when assigning to tuple fields (Tom Lane)
This fixes a regression from 8.4.
- Fix PL/Python's handling of set-returning functions (Jan Urbanski)
Attempts to call SPI functions within the iterator generating a set result would fail.
- Fix bug in contrib/cube's GiST picksplit algorithm (Alexander Korotkov)
This could result in considerable inefficiency, though not actually incorrect answers, in a GiST index on a cube column. If you have such an index, consider REINDEXing it after installing this update.
- Don't emit « identifier will be truncated » notices in contrib/dblink except when creating new connections (Itagaki Takahiro)
- Fix potential coredump on missing public key in contrib/pgcrypto (Marti Raudsepp)
- Fix buffer overrun in contrib/pg_upgrade (Hernan Gonzalez)
- Fix memory leak in contrib/xml2's XPath query functions (Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2010o for DST law changes in Fiji and Samoa; also historical corrections for Hong Kong.

E.123. Release 9.0.1

Release date: 2010-10-04

This release contains a variety of fixes from 9.0.0. For information about new features in the 9.0 major release, see Section E.124, « Release 9.0 ».

E.123.1. Migration to Version 9.0.1

A dump/restore is not required for those running 9.0.X.

E.123.2. Changes

- Use a separate interpreter for each calling SQL userid in PL/Perl and PL/Tcl (Tom Lane)

This change prevents security problems that can be caused by subverting Perl or Tcl code that will be executed later in the same session under another SQL user identity (for example, within a SECURITY DEFINER function). Most scripting languages offer numerous ways that that might be done, such as redefining standard functions or operators called by the target function. Without this change, any SQL user with Perl or Tcl language usage rights can do essentially anything with the SQL privileges of the target function's owner.

The cost of this change is that intentional communication among Perl and Tcl functions becomes more difficult. To provide an escape hatch, PL/PerlU and PL/TclU functions continue to use only one interpreter per session. This is not considered a security issue since all such functions execute at the trust level of a database superuser already.

It is likely that third-party procedural languages that claim to offer trusted execution have similar security issues. We advise contacting the authors of any PL you are depending on for security-critical purposes.

Our thanks to Tim Bunce for pointing out this issue (CVE-2010-3433).

- Improve `pg_get_expr()` security fix so that the function can still be used on the output of a sub-select (Tom Lane)
- Fix incorrect placement of placeholder evaluation (Tom Lane)

This bug could result in query outputs being non-null when they should be null, in cases where the inner side of an outer join is a sub-select with non-strict expressions in its output list.

- Fix join removal's handling of placeholder expressions (Tom Lane)
- Fix possible duplicate scans of UNION ALL member relations (Tom Lane)
- Prevent infinite loop in `ProcessIncomingNotify()` after unlistening (Jeff Davis)
- Prevent `show_session_authorization()` from crashing within autovacuum processes (Tom Lane)
- Re-allow input of Julian dates prior to 0001-01-01 AD (Tom Lane)
Input such as '`J100000`' ::date worked before 8.4, but was unintentionally broken by added error-checking.
- Make psql recognize **DISCARD ALL** as a command that should not be encased in a transaction block in autocommit-off mode (Itagaki Takahiro)
- Update build infrastructure and documentation to reflect the source code repository's move from CVS to Git (Magnus Hagander and others)

E.124. Release 9.0

Release date: 2010-09-20

E.124.1. Overview

This release of PostgreSQL™ adds features that have been requested for years, such as easy-to-use replication, a mass permission-changing facility, and anonymous code blocks. While past major releases have been conservative in their scope, this release shows a bold new desire to provide facilities that new and existing users of PostgreSQL™ will embrace. This has all been done with few incompatibilities. Major enhancements include:

- Built-in replication based on log shipping. This advance consists of two features: Streaming Replication, allowing continuous archive (WAL) files to be streamed over a network connection to a standby server, and Hot Standby, allowing continuous archive standby servers to execute read-only queries. The net effect is to support a single master with multiple read-only slave servers.
- Easier database object permissions management. **GRANT/REVOKE IN SCHEMA** supports mass permissions changes on existing objects, while **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** allows control of privileges for objects created in the future. Large objects (BLOBs) now support permissions management as well.
- Broadly enhanced stored procedure support. The **DO** statement supports ad-hoc or « anonymous » code blocks. Functions can now be called using named parameters. PL/pgSQL is now installed by default, and PL/Perl and PL/Python have been enhanced in several ways, including support for Python3.
- Full support for 64-bit Windows™.
- More advanced reporting queries, including additional windowing options (**PRECEDING** and **FOLLOWING**) and the ability to control the order in which values are fed to aggregate functions.
- New trigger features, including SQL-standard-compliant per-column triggers and conditional trigger execution.
- Deferrable unique constraints. Mass updates to unique keys are now possible without trickery.
- Exclusion constraints. These provide a generalized version of unique constraints, allowing enforcement of complex conditions.
- New and enhanced security features, including RADIUS authentication, LDAP authentication improvements, and a new contrib module `passwordcheck` for testing password strength.
- New high-performance implementation of the **LISTEN/NOTIFY** feature. Pending events are now stored in a memory-based queue rather than a table. Also, a « payload » string can be sent with each event, rather than transmitting just an event name as before.
- New implementation of **VACUUM FULL**. This command now rewrites the entire table and indexes, rather than moving individual rows to compact space. It is substantially faster in most cases, and no longer results in index bloat.
- New contrib module `pg_upgrade` to support in-place upgrades from 8.3 or 8.4 to 9.0.

- Multiple performance enhancements for specific types of queries, including elimination of unnecessary joins. This helps optimize some automatically-generated queries, such as those produced by object-relational mappers (ORMs).
- **EXPLAIN** enhancements. The output is now available in JSON, XML, or YAML format, and includes buffer utilization and other data not previously available.
- `hstore` improvements, including new functions and greater data capacity.

The above items are explained in more detail in the sections below.

E.124.2. Migration to Version 9.0

A dump/restore using `pg_dump`, or use of `pg_upgrade`, is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Version 9.0 contains a number of changes that selectively break backwards compatibility in order to support new features and code quality improvements. In particular, users who make extensive use of PL/pgSQL, Point-In-Time Recovery (PITR), or Warm Standby should test their applications because of slight user-visible changes in those areas. Observe the following incompatibilities:

E.124.2.1. Server Settings

- Remove server parameter `add_missing_from`, which was defaulted to off for many years (Tom Lane)
- Remove server parameter `regex_flavor`, which was defaulted to `advanced` for many years (Tom Lane)
- `archive_mode` now only affects `archive_command`; a new setting, `wal_level`, affects the contents of the write-ahead log (Heikki Linnakangas)
- `log_temp_files` now uses default file size units of kilobytes (Robert Haas)

E.124.2.2. Queries

- When querying a parent table, do not do any separate permission checks on child tables scanned as part of the query (Peter Eisentraut)

The SQL standard specifies this behavior, and it is also much more convenient in practice than the former behavior of checking permissions on each child as well as the parent.

E.124.2.3. Data Types

- `bytea` output now appears in hex format by default (Peter Eisentraut)

The server parameter `bytea_output` can be used to select the traditional output format if needed for compatibility.

- Array input now considers only plain ASCII whitespace characters to be potentially ignorable; it will never ignore non-ASCII characters, even if they are whitespace according to some locales (Tom Lane)

This avoids some corner cases where array values could be interpreted differently depending on the server's locale settings.

- Improve standards compliance of `SIMILAR TO` patterns and SQL-style `substring()` patterns (Tom Lane)

This includes treating `?` and `{ . . . }` as pattern metacharacters, while they were simple literal characters before; that corresponds to new features added in SQL:2008. Also, `^` and `$` are now treated as simple literal characters; formerly they were treated as metacharacters, as if the pattern were following POSIX rather than SQL rules. Also, in SQL-standard `substring()`, use of parentheses for nesting no longer interferes with capturing of a substring. Also, processing of bracket expressions (character classes) is now more standards-compliant.

- Reject negative length values in 3-parameter `substring()` for bit strings, per the SQL standard (Tom Lane)
- Make `date_trunc` truncate rather than round when reducing precision of fractional seconds (Tom Lane)

The code always acted this way for integer-based dates/times. Now float-based dates/times behave similarly.

E.124.2.4. Object Renaming

- Tighten enforcement of column name consistency during `RENAME` when a child table alls the same column from multiple unrelated parents (KaiGai Kohei)

- No longer automatically rename indexes and index columns when the underlying table columns are renamed (Tom Lane)
Administrators can still rename such indexes and columns manually. This change will require an update of the JDBC driver, and possibly other drivers, so that unique indexes are correctly recognized after a rename.
- **CREATE OR REPLACE FUNCTION** can no longer change the declared names of function parameters (Pavel Stehule)
In order to avoid creating ambiguity in named-parameter calls, it is no longer allowed to change the aliases for input parameters in the declaration of an existing function (although names can still be assigned to previously unnamed parameters). You now have to **DROP** and recreate the function to do that.

E.124.2.5. PL/pgSQL

- PL/pgSQL now throws an error if a variable name conflicts with a column name used in a query (Tom Lane)
The former behavior was to bind ambiguous names to PL/pgSQL variables in preference to query columns, which often resulted in surprising misbehavior. Throwing an error allows easy detection of ambiguous situations. Although it's recommended that functions encountering this type of error be modified to remove the conflict, the old behavior can be restored if necessary via the configuration parameter `plpgsql.variable_conflict`, or via the per-function option `#variable_conflict`.
- PL/pgSQL no longer allows variable names that match certain SQL reserved words (Tom Lane)
This is a consequence of aligning the PL/pgSQL parser to match the core SQL parser more closely. If necessary, variable names can be double-quoted to avoid this restriction.
- PL/pgSQL now requires columns of composite results to match the expected type modifier as well as base type (Pavel Stehule, Tom Lane)
For example, if a column of the result type is declared as `NUMERIC(30,2)`, it is no longer acceptable to return a `NUMERIC` of some other precision in that column. Previous versions neglected to check the type modifier and would thus allow result rows that didn't actually conform to the declared restrictions.
- PL/pgSQL now treats selection into composite fields more consistently (Tom Lane)
Formerly, a statement like `SELECT ... INTO rec.fld FROM ...` was treated as a scalar assignment even if the record field `fld` was of composite type. Now it is treated as a record assignment, the same as when the `INTO` target is a regular variable of composite type. So the values to be assigned to the field's subfields should be written as separate columns of the `SELECT` list, not as a `ROW(...)` construct as in previous versions.
If you need to do this in a way that will work in both 9.0 and previous releases, you can write something like `rec.fld := ROW(...) FROM ...`
- Remove PL/pgSQL's `RENAME` declaration (Tom Lane)
Instead of `RENAME`, use `ALIAS`, which can now create an alias for any variable, not only dollar sign parameter names (such as `$1`) as before.

E.124.2.6. Other Incompatibilities

- Deprecate use of `=>` as an operator name (Robert Haas)
Future versions of PostgreSQL™ will probably reject this operator name entirely, in order to support the SQL-standard notation for named function parameters. For the moment, it is still allowed, but a warning is emitted when such an operator is defined.
- Remove support for platforms that don't have a working 64-bit integer data type (Tom Lane)
It is believed all still-supported platforms have working 64-bit integer data types.

E.124.3. Changes

Version 9.0 has an unprecedented number of new major features, and over 200 enhancements, improvements, new commands, new functions, and other changes.

E.124.3.1. Server

E.124.3.1.1. Continuous Archiving and Streaming Replication

PostgreSQL's existing standby-server capability has been expanded both to support read-only queries on standby servers and to greatly reduce the lag between master and standby servers. For many users, this will be a useful and low-administration form of replication, either for high availability or for horizontal scalability.

- Allow a standby server to accept read-only queries (Simon Riggs, Heikki Linnakangas)

This feature is called Hot Standby. There are new `postgresql.conf` and `recovery.conf` settings to control this feature, as well as extensive documentation.

- Allow write-ahead log (WAL) data to be streamed to a standby server (Fujii Masao, Heikki Linnakangas)

This feature is called Streaming Replication. Previously WAL data could be sent to standby servers only in units of entire WAL files (normally 16 megabytes each). Streaming Replication eliminates this inefficiency and allows updates on the master to be propagated to standby servers with very little delay. There are new `postgresql.conf` and `recovery.conf` settings to control this feature, as well as extensive documentation.

- Add `pg_last_xlog_receive_location()` and `pg_last_xlog_replay_location()`, which can be used to monitor standby server WAL activity (Simon Riggs, Fujii Masao, Heikki Linnakangas)

E.124.3.1.2. Performance

- Allow per-tablespace values to be set for sequential and random page cost estimates (`seq_page_cost/random_page_cost`) via **ALTER TABLESPACE ... SET/RESET** (Robert Haas)

- Improve performance and reliability of EvalPlanQual rechecks in join queries (Tom Lane)

UPDATE, DELETE, and SELECT FOR UPDATE/SHARE queries that involve joins will now behave much better when encountering freshly-updated rows.

- Improve performance of **TRUNCATE** when the table was created or truncated earlier in the same transaction (Tom Lane)
- Improve performance of finding alliance child tables (Tom Lane)

E.124.3.1.3. Optimizer

- Remove unnecessary outer joins (Robert Haas)

Outer joins where the inner side is unique and not referenced above the join are unnecessary and are therefore now removed. This will accelerate many automatically generated queries, such as those created by object-relational mappers (ORMs).

- Allow `IS NOT NULL` restrictions to use indexes (Tom Lane)

This is particularly useful for finding `MAX()`/`MIN()` values in indexes that contain many null values.

- Improve the optimizer's choices about when to use materialize nodes, and when to use sorting versus hashing for **DISTINCT** (Tom Lane)

- Improve the optimizer's equivalence detection for expressions involving boolean `<>` operators (Tom Lane)

E.124.3.1.4. GEQO

- Use the same random seed every time GEQO plans a query (Andres Freund)

While the Genetic Query Optimizer (GEQO) still selects random plans, it now always selects the same random plans for identical queries, thus giving more consistent performance. You can modify `geqo_seed` to experiment with alternative plans.

- Improve GEQO plan selection (Tom Lane)

This avoids the rare error « failed to make a valid plan », and should also improve planning speed.

E.124.3.1.5. Optimizer Statistics

- Improve **ANALYZE** to support alliance-tree statistics (Tom Lane)

This is particularly useful for partitioned tables. However, autovacuum does not yet automatically re-analyze parent tables when child tables change.

- Improve autovacuum's detection of when re-analyze is necessary (Tom Lane)

- Improve optimizer's estimation for greater/less-than comparisons (Tom Lane)

When looking up statistics for greater/less-than comparisons, if the comparison value is in the first or last histogram bucket, use an index (if available) to fetch the current actual column minimum or maximum. This greatly improves the accuracy of estimates for comparison values near the ends of the data range, particularly if the range is constantly changing due to addition of new data.

- Allow setting of number-of-distinct-values statistics using **ALTER TABLE** (Robert Haas)

This allows users to override the estimated number or percentage of distinct values for a column. This statistic is normally computed by **ANALYZE**, but the estimate can be poor, especially on tables with very large numbers of rows.

E.124.3.1.6. Authentication

- Add support for RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service) authentication (Magnus Hagander)
- Allow LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) authentication to operate in « search/bind » mode (Robert Fleming, Magnus Hagander)

This allows the user to be looked up first, then the system uses the DN (Distinguished Name) returned for that user.

- Add `samehost` and `samenet` designations to `pg_hba.conf` (Stef Walter)

These match the server's IP address and subnet address respectively.

- Pass trusted SSL root certificate names to the client so the client can return an appropriate client certificate (Craig Ringer)

E.124.3.1.7. Monitoring

- Add the ability for clients to set an application name, which is displayed in `pg_stat_activity` (Dave Page)

This allows administrators to characterize database traffic and troubleshoot problems by source application.

- Add a `SQLSTATE` option (`%e`) to `log_line_prefix` (Guillaume Smet)

This allows users to compile statistics on errors and messages by error code number.

- Write to the Windows event log in UTF16 encoding (Itagaki Takahiro)

Now there is true multilingual support for PostgreSQL log messages on Windows.

E.124.3.1.8. Statistics Counters

- Add `pg_stat_reset_shared('bgwriter')` to reset the cluster-wide shared statistics for the background writer (Greg Smith)
- Add `pg_stat_reset_single_table_counters()` and `pg_stat_reset_single_function_counters()` to allow resetting the statistics counters for individual tables and functions (Magnus Hagander)

E.124.3.1.9. Server Settings

- Allow setting of configuration parameters based on database/role combinations (Alvaro Herrera)

Previously only per-database and per-role settings were possible, not combinations. All role and database settings are now stored in the new `pg_db_role_setting` system catalog. A new `psql` command `\drds` shows these settings. The legacy system views `pg_roles`, `pg_shadow`, and `pg_user` do not show combination settings, and therefore no longer completely represent the configuration for a user or database.

- Add server parameter `bonjour`, which controls whether a Bonjour-enabled server advertises itself via Bonjour™ (Tom Lane)

The default is off, meaning it does not advertise. This allows packagers to distribute Bonjour-enabled builds without worrying that individual users might not want the feature.

- Add server parameter `enable_material`, which controls the use of materialize nodes in the optimizer (Robert Haas)

The default is on. When off, the optimizer will not add materialize nodes purely for performance reasons, though they will still be used when necessary for correctness.

- Change server parameter `log_temp_files` to use default file size units of kilobytes (Robert Haas)
Previously this setting was interpreted in bytes if no units were specified.
- Log changes of parameter values when `postgresql.conf` is reloaded (Peter Eisentraut)
This lets administrators and security staff audit changes of database settings, and is also very convenient for checking the effects of `postgresql.conf` edits.
- Properly enforce superuser permissions for custom server parameters (Tom Lane)
Non-superusers can no longer issue **ALTER ROLE/DATABASE SET** for parameters that are not currently known to the server. This allows the server to correctly check that superuser-only parameters are only set by superusers. Previously, the `SET` would be allowed and then ignored at session start, making superuser-only custom parameters much less useful than they should be.

E.124.3.2. Queries

- Perform **SELECT FOR UPDATE/SHARE** processing after applying `LIMIT`, so the number of rows returned is always predictable (Tom Lane)
Previously, changes made by concurrent transactions could cause a **SELECT FOR UPDATE** to unexpectedly return fewer rows than specified by its `LIMIT`. `FOR UPDATE` in combination with `ORDER BY` can still produce surprising results, but that can be corrected by placing `FOR UPDATE` in a subquery.
- Allow mixing of traditional and SQL-standard `LIMIT/OFFSET` syntax (Tom Lane)
- Extend the supported frame options in window functions (Hitoshi Harada)
Frames can now start with `CURRENT ROW`, and the `ROWS n PRECEDING/FOLLOWING` options are now supported.
- Make **SELECT INTO** and **CREATE TABLE AS** return row counts to the client in their command tags (Boszormenyi Zoltan)
This can save an entire round-trip to the client, allowing result counts and pagination to be calculated without an additional `COUNT` query.

E.124.3.2.1. Unicode Strings

- Support Unicode surrogate pairs (dual 16-bit representation) in `U&` strings and identifiers (Peter Eisentraut)
- Support Unicode escapes in `E'...' strings (Marko Kreen)`

E.124.3.3. Object Manipulation

- Speed up **CREATE DATABASE** by deferring flushes to disk (Andres Freund, Greg Stark)
- Allow comments on columns of tables, views, and composite types only, not other relation types such as indexes and TOAST tables (Tom Lane)
- Allow the creation of enumerated types containing no values (Bruce Momjian)
- Let values of columns having storage type `MAIN` remain on the main heap page unless the row cannot fit on a page (Kevin Grittner)

Previously `MAIN` values were forced out to TOAST tables until the row size was less than one-quarter of the page size.

E.124.3.3.1. ALTER TABLE

- Implement `IF EXISTS` for `ALTER TABLE DROP COLUMN` and `ALTER TABLE DROP CONSTRAINT` (Andres Freund)
- Allow **ALTER TABLE** commands that rewrite tables to skip WAL logging (Itagaki Takahiro)
Such operations either produce a new copy of the table or are rolled back, so WAL archiving can be skipped, unless running in continuous archiving mode. This reduces I/O overhead and improves performance.
- Fix failure of `ALTER TABLE table ADD COLUMN col serial` when done by non-owner of table (Tom Lane)

E.124.3.3.2. CREATE TABLE

- Add support for copying COMMENTS and STORAGE settings in **CREATE TABLE ... LIKE** commands (Itagaki Takahiro)
- Add a shortcut for copying all properties in **CREATE TABLE ... LIKE** commands (Itagaki Takahiro)
- Add the SQL-standard **CREATE TABLE ... OF type** command (Peter Eisentraut)

This allows creation of a table that matches an existing composite type. Additional constraints and defaults can be specified in the command.

E.124.3.3.3. Constraints

- Add deferrable unique constraints (Dean Rasheed)

This allows mass updates, such as `UPDATE tab SET col = col + 1`, to work reliably on columns that have unique indexes or are marked as primary keys. If the constraint is specified as DEFERRABLE it will be checked at the end of the statement, rather than after each row is updated. The constraint check can also be deferred until the end of the current transaction, allowing such updates to be spread over multiple SQL commands.

- Add exclusion constraints (Jeff Davis)

Exclusion constraints generalize uniqueness constraints by allowing arbitrary comparison operators, not just equality. They are created with the **CREATE TABLE CONSTRAINT ... EXCLUDE** clause. The most common use of exclusion constraints is to specify that column entries must not overlap, rather than simply not be equal. This is useful for time periods and other ranges, as well as arrays. This feature enhances checking of data integrity for many calendaring, time-management, and scientific applications.

- Improve uniqueness-constraint violation error messages to report the values causing the failure (Itagaki Takahiro)

For example, a uniqueness constraint violation might now report `Key (x)=(2) already exists.`

E.124.3.3.4. Object Permissions

- Add the ability to make mass permission changes across a whole schema using the new **GRANT/REVOKE IN SCHEMA** clause (Petr Jelinek)

This simplifies management of object permissions and makes it easier to utilize database roles for application data security.

- Add **ALTER DEFAULT PRIVILEGES** command to control privileges of objects created later (Petr Jelinek)

This greatly simplifies the assignment of object privileges in a complex database application. Default privileges can be set for tables, views, sequences, and functions. Defaults may be assigned on a per-schema basis, or database-wide.

- Add the ability to control large object (BLOB) permissions with **GRANT/REVOKE** (KaiGai Kohei)

Formerly, any database user could read or modify any large object. Read and write permissions can now be granted and revoked per large object, and the ownership of large objects is tracked.

E.124.3.4. Utility Operations

- Make **LISTEN/NOTIFY** store pending events in a memory queue, rather than in a system table (Joachim Wieland)

This substantially improves performance, while retaining the existing features of transactional support and guaranteed delivery.

- Allow **NOTIFY** to pass an optional « payload » string to listeners (Joachim Wieland)

This greatly improves the usefulness of **LISTEN/NOTIFY** as a general-purpose event queue system.

- Allow **CLUSTER** on all per-database system catalogs (Tom Lane)

Shared catalogs still cannot be clustered.

E.124.3.4.1. COPY

- Accept `COPY ... CSV FORCE QUOTE *` (Itagaki Takahiro)

Now * can be used as shorthand for « all columns » in the FORCE QUOTE clause.

- Add new **COPY** syntax that allows options to be specified inside parentheses (Robert Haas, Emmanuel Cecchet)

This allows greater flexibility for future **COPY** options. The old syntax is still supported, but only for pre-existing options.

E.124.3.4.2. EXPLAIN

- Allow **EXPLAIN** to output in XML, JSON, or YAML format (Robert Haas, Greg Sabino Mullane)

The new output formats are easily machine-readable, supporting the development of new tools for analysis of **EXPLAIN** output.

- Add new BUFFERS option to report query buffer usage during **EXPLAIN ANALYZE** (Itagaki Takahiro)

This allows better query profiling for individual queries. Buffer usage is no longer reported in the output for log_statement_stats and related settings.

- Add hash usage information to **EXPLAIN** output (Robert Haas)

- Add new **EXPLAIN** syntax that allows options to be specified inside parentheses (Robert Haas)

This allows greater flexibility for future **EXPLAIN** options. The old syntax is still supported, but only for pre-existing options.

E.124.3.4.3. VACUUM

- Change **VACUUM FULL** to rewrite the entire table and rebuild its indexes, rather than moving individual rows around to compact space (Itagaki Takahiro, Tom Lane)

The previous method was usually slower and caused index bloat. Note that the new method will use more disk space transiently during **VACUUM FULL**; potentially as much as twice the space normally occupied by the table and its indexes.

- Add new **VACUUM** syntax that allows options to be specified inside parentheses (Itagaki Takahiro)

This allows greater flexibility for future **VACUUM** options. The old syntax is still supported, but only for pre-existing options.

E.124.3.4.4. Indexes

- Allow an index to be named automatically by omitting the index name in **CREATE INDEX** (Tom Lane)

- By default, multicol column indexes are now named after all their columns; and index expression columns are now named based on their expressions (Tom Lane)

- Reindexing shared system catalogs is now fully transactional and crash-safe (Tom Lane)

Formerly, reindexing a shared index was only allowed in standalone mode, and a crash during the operation could leave the index in worse condition than it was before.

- Add point_ops operator class for GiST (Teodor Sigaev)

This feature permits GiST indexing of point columns. The index can be used for several types of queries such as *point* <@ *polygon* (point is in polygon). This should make many PostGIS™ queries faster.

- Use red-black binary trees for GIN index creation (Teodor Sigaev)

Red-black trees are self-balancing. This avoids slowdowns in cases where the input is in nonrandom order.

E.124.3.5. Data Types

- Allow bytea values to be written in hex notation (Peter Eisentraut)

The server parameter bytea_output controls whether hex or traditional format is used for bytea output. Libpq's PQescapeByteaConn() function automatically uses the hex format when connected to PostgreSQL™ 9.0 or newer servers. However, pre-9.0 libpq versions will not correctly process hex format from newer servers.

The new hex format will be directly compatible with more applications that use binary data, allowing them to store and retrieve it without extra conversion. It is also significantly faster to read and write than the traditional format.

- Allow server parameter extra_float_digits to be increased to 3 (Tom Lane)

The previous maximum `extra_float_digits` setting was 2. There are cases where 3 digits are needed to dump and restore float4 values exactly. `pg_dump` will now use the setting of 3 when dumping from a server that allows it.

- Tighten input checking for int2vector values (Caleb Welton)

E.124.3.5.1. Full Text Search

- Add prefix support in `synonym` dictionaries (Teodor Sigaev)
- Add *filtering* dictionaries (Teodor Sigaev)
Filtering dictionaries allow tokens to be modified then passed to subsequent dictionaries.
- Allow underscores in email-address tokens (Teodor Sigaev)
- Use more standards-compliant rules for parsing URL tokens (Tom Lane)

E.124.3.6. Functions

- Allow function calls to supply parameter names and match them to named parameters in the function definition (Pavel Stehule)

For example, if a function is defined to take parameters `a` and `b`, it can be called with `func(a := 7, b := 12)` or `func(b := 12, a := 7)`.

- Support locale-specific regular expression processing with UTF-8 server encoding (Tom Lane)

Locale-specific regular expression functionality includes case-insensitive matching and locale-specific character classes. Previously, these features worked correctly for non-ASCII characters only if the database used a single-byte server encoding (such as `LATIN1`). They will still misbehave in multi-byte encodings other than `UTF-8`.

- Add support for scientific notation in `to_char()` (IEEE specification) (Pavel Stehule, Brendan Jurd)
- Make `to_char()` honor FM (fill mode) in Y, YY, and YYY specifications (Bruce Momjian, Tom Lane)
It was already honored by YYYY.
- Fix `to_char()` to output localized numeric and monetary strings in the correct encoding on Windows™ (Hiroshi Inoue, Itagaki Takahiro, Bruce Momjian)
- Correct calculations of « overlaps » and « contains » operations for polygons (Teodor Sigaev)

The polygon `&& (overlaps)` operator formerly just checked to see if the two polygons' bounding boxes overlapped. It now does a more correct check. The polygon `@>` and `<@` (contains/contained by) operators formerly checked to see if one polygon's vertices were all contained in the other; this can wrongly report « true » for some non-convex polygons. Now they check that all line segments of one polygon are contained in the other.

E.124.3.6.1. Aggregates

- Allow aggregate functions to use `ORDER BY` (Andrew Gierth)

For example, this is now supported: `array_agg(a ORDER BY b)`. This is useful with aggregates for which the order of input values is significant, and eliminates the need to use a nonstandard subquery to determine the ordering.

- Multi-argument aggregate functions can now use `DISTINCT` (Andrew Gierth)
- Add the `string_agg()` aggregate function to combine values into a single string (Pavel Stehule)
- Aggregate functions that are called with `DISTINCT` are now passed `NULL` values if the aggregate transition function is not marked as `STRICT` (Andrew Gierth)

For example, `agg(DISTINCT x)` might pass a `NULL` `x` value to `agg()`. This is more consistent with the behavior in non-`DISTINCT` cases.

E.124.3.6.2. Bit Strings

- Add `get_bit()` and `set_bit()` functions for bit strings, mirroring those for bytea (Leonardo F)

- Implement OVERLAY() (replace) for bit strings and bytea (Leonardo F)

E.124.3.6.3. Object Information Functions

- Add pg_table_size() and pg_indexes_size() to provide a more user-friendly interface to the pg_relation_size() function (Bernd Helmle)
- Add has_sequence_privilege() for sequence permission checking (Abhijit Menon-Sen)
- Update the information_schema views to conform to SQL:2008 (Peter Eisentraut)
- Make the information_schema views correctly display maximum octet lengths for char and varchar columns (Peter Eisentraut)
- Speed up information_schema privilege views (Joachim Wieland)

E.124.3.6.4. Function and Trigger Creation

- Support execution of anonymous code blocks using the **DO** statement (Petr Jelinek, Joshua Tolley, Hannu Valtonen)
This allows execution of server-side code without the need to create and delete a temporary function definition. Code can be executed in any language for which the user has permissions to define a function.
- Implement SQL-standard-compliant per-column triggers (Itagaki Takahiro)
Such triggers are fired only when the specified column(s) are affected by the query, e.g. appear in an **UPDATE**'s SET list.
- Add the WHEN clause to **CREATE TRIGGER** to allow control over whether a trigger is fired (Itagaki Takahiro)
While the same type of check can always be performed inside the trigger, doing it in an external WHEN clause can have performance benefits.

E.124.3.7. Server-Side Languages

- Add the OR REPLACE clause to **CREATE LANGUAGE** (Tom Lane)

This is helpful to optionally install a language if it does not already exist, and is particularly helpful now that PL/pgSQL is installed by default.

E.124.3.7.1. PL/pgSQL Server-Side Language

- Install PL/pgSQL by default (Bruce Momjian)

The language can still be removed from a particular database if the administrator has security or performance concerns about making it available.

- Improve handling of cases where PL/pgSQL variable names conflict with identifiers used in queries within a function (Tom Lane)

The default behavior is now to throw an error when there is a conflict, so as to avoid surprising behaviors. This can be modified, via the configuration parameter plpgsql.variable_conflict or the per-function option #variable_conflict, to allow either the variable or the query-supplied column to be used. In any case PL/pgSQL will no longer attempt to substitute variables in places where they would not be syntactically valid.

- Make PL/pgSQL use the main lexer, rather than its own version (Tom Lane)

This ensures accurate tracking of the main system's behavior for details such as string escaping. Some user-visible details, such as the set of keywords considered reserved in PL/pgSQL, have changed in consequence.

- Avoid throwing an unnecessary error for an invalid record reference (Tom Lane)

An error is now thrown only if the reference is actually fetched, rather than whenever the enclosing expression is reached. For example, many people have tried to do this in triggers:

```
if TG_OP = 'INSERT' and NEW.col1 = ... then
```

This will now actually work as expected.

- Improve PL/pgSQL's ability to handle row types with dropped columns (Pavel Stehule)
- Allow input parameters to be assigned values within PL/pgSQL functions (Steve Prentice)

Formerly, input parameters were treated as being declared CONST, so the function's code could not change their values. This restriction has been removed to simplify porting of functions from other DBMSes that do not impose the equivalent restriction. An input parameter now acts like a local variable initialized to the passed-in value.

- Improve error location reporting in PL/pgSQL (Tom Lane)
- Add *count* and ALL options to **MOVE FORWARD/BACKWARD** in PL/pgSQL (Pavel Stehule)
- Allow PL/pgSQL's WHERE CURRENT OF to use a cursor variable (Tom Lane)
- Allow PL/pgSQL's **OPEN cursor FOR EXECUTE** to use parameters (Pavel Stehule, Itagaki Takahiro)

This is accomplished with a new USING clause.

E.124.3.7.2. PL/Perl Server-Side Language

- Add new PL/Perl functions: `quote_literal()`, `quote_nullable()`, `quote_ident()`, `encode_byt ea()`, `decode_byt ea()`, `looks_like_number()`, `encode_array_literal()`, `encode_array_constructor()` (Tim Bunce)
- Add server parameter `plperl.on_init` to specify a PL/Perl initialization function (Tim Bunce)
`plperl.on_plperl_init` and `plperl.on_plperlu_init` are also available for initialization that is specific to the trusted or untrusted language respectively.
- Support **END** blocks in PL/Perl (Tim Bunce)
END blocks do not currently allow database access.
- Allow **use strict** in PL/Perl (Tim Bunce)
Perl `strict` checks can also be globally enabled with the new server parameter `plperl.use_strict`.
- Allow **require** in PL/Perl (Tim Bunce)
This basically tests to see if the module is loaded, and if not, generates an error. It will not allow loading of modules that the administrator has not preloaded via the initialization parameters.
- Allow **use feature** in PL/Perl if Perl version 5.10 or later is used (Tim Bunce)
- Verify that PL/Perl return values are valid in the server encoding (Andrew Dunstan)

E.124.3.7.3. PL/Python Server-Side Language

- Add Unicode support in PL/Python (Peter Eisentraut)
Strings are automatically converted from/to the server encoding as necessary.
- Improve bytea support in PL/Python (Caleb Welton)
Bytea values passed into PL/Python are now represented as binary, rather than the PostgreSQL bytea text format. Bytea values containing null bytes are now also output properly from PL/Python. Passing of boolean, integer, and float values was also improved.
- Support arrays as parameters and return values in PL/Python (Peter Eisentraut)
- Improve mapping of SQL domains to Python types (Peter Eisentraut)
- Add Python 3 support to PL/Python (Peter Eisentraut)
The new server-side language is called `plpython3u`. This cannot be used in the same session with the Python 2 server-side language.
- Improve error location and exception reporting in PL/Python (Peter Eisentraut)

E.124.3.8. Client Applications

- Add an `--analyze-only` option to **vacuumdb**, to analyze without vacuuming (Bruce Momjian)

E.124.3.8.1. psql

- Add support for quoting/escaping the values of psql variables as SQL strings or identifiers (Pavel Stehule, Robert Haas)
For example, : 'var' will produce the value of var quoted and properly escaped as a literal string, while : "var" will produce its value quoted and escaped as an identifier.
- Ignore a leading UTF-8-encoded Unicode byte-order marker in script files read by psql (Itagaki Takahiro)
This is enabled when the client encoding is UTF-8. It improves compatibility with certain editors, mostly on Windows, that insist on inserting such markers.
- Fix **psql --file** - to properly honor **--single-transaction** (Bruce Momjian)
- Avoid overwriting of psql's command-line history when two psql sessions are run concurrently (Tom Lane)
- Improve psql's tab completion support (Itagaki Takahiro)
- Show \timing output when it is enabled, regardless of « quiet » mode (Peter Eisentraut)

E.124.3.8.1.1. psql Display

- Improve display of wrapped columns in psql (Roger Leigh)
This behavior is now the default. The previous formatting is available by using **\pset linestyle old-ascii**.
- Allow psql to use fancy Unicode line-drawing characters via **\pset linestyle unicode** (Roger Leigh)

E.124.3.8.1.2. psql \d Commands

- Make **\d** show child tables that all from the specified parent (Damien Clochard)
\d shows only the number of child tables, while **\d+** shows the names of all child tables.
- Show definitions of index columns in **\d index_name** (Khee Chin)
The definition is useful for expression indexes.
- Show a view's defining query only in **\d+**, not in **\d** (Peter Eisentraut)
Always including the query was deemed overly verbose.

E.124.3.8.2. pg_dump

- Make pg_dump/pg_restore --clean also remove large objects (Itagaki Takahiro)
The previous coding could fail when dumping to an archive file and then generating script output from pg_restore.
- pg_restore now emits large-object data in hex format when generating script output (Tom Lane)
This could cause compatibility problems if the script is then loaded into a pre-9.0 server. To work around that, restore directly to the server, instead.
- Allow pg_dump to dump comments attached to columns of composite types (Taro Minowa (Higepon))
- Make pg_dump --verbose output the pg_dump and server versions in text output mode (Jim Cox, Tom Lane)
These were already provided in custom output mode.
- pg_restore now complains if any command-line arguments remain after the switches and optional file name (Tom Lane)
Previously, it silently ignored any such arguments.

E.124.3.8.3. pg_ctl

- Allow pg_ctl to be used safely to start the postmaster during a system reboot (Tom Lane)
Previously, pg_ctl's parent process could have been mistakenly identified as a running postmaster based on a stale postmaster lock file, resulting in a transient failure to start the database.

- Give pg_ctl the ability to initialize the database (by invoking initdb) (Zdenek Kotala)

E.124.3.9. Development Tools

E.124.3.9.1. libpq

- Add new libpq functions PQconnectdbParams() and PQconnectStartParams() (Guillaume Lelarge)

These functions are similar to PQconnectdb() and PQconnectStart() except that they accept a null-terminated array of connection options, rather than requiring all options to be provided in a single string.

- Add libpq functions PQescapeLiteral() and PQescapeIdentifier() (Robert Haas)

These functions return appropriately quoted and escaped SQL string literals and identifiers. The caller is not required to pre-allocate the string result, as is required by PQescapeStringConn().

- Add support for a per-user service file (.pg_service.conf), which is checked before the site-wide service file (Peter Eisentraut)

- Properly report an error if the specified libpq service cannot be found (Peter Eisentraut)

- Add TCP keepalive settings in libpq (Tollef Fog Heen, Fujii Masao, Robert Haas)

Keepalive settings were already supported on the server end of TCP connections.

- Avoid extra system calls to block and unblock SIGPIPE in libpq, on platforms that offer alternative methods (Jeremy Kerr)

- When a .pgpass-supplied password fails, mention where the password came from in the error message (Bruce Momjian)

- Load all SSL certificates given in the client certificate file (Tom Lane)

This improves support for indirectly-signed SSL certificates.

E.124.3.9.2. ecpg

- Add SQLDA (SQL Descriptor Area) support to ecpg (Boszormenyi Zoltan)

- Add the **DESCRIBE [OUTPUT]** statement to ecpg (Boszormenyi Zoltan)

- Add an ECPGtransactionStatus function to return the current transaction status (Bernd Helmle)

- Add the **string** data type in ecpg Informix-compatibility mode (Boszormenyi Zoltan)

- Allow ecpg to use **new** and **old** variable names without restriction (Michael Meskes)

- Allow ecpg to use variable names in **free()** (Michael Meskes)

- Make **ecpg_dynamic_type()** return zero for non-SQL3 data types (Michael Meskes)

Previously it returned the negative of the data type OID. This could be confused with valid type OIDs, however.

- Support long long types on platforms that already have 64-bit long (Michael Meskes)

E.124.3.9.2.1. ecpg Cursors

- Add out-of-scope cursor support in ecpg's native mode (Boszormenyi Zoltan)

This allows **DECLARE** to use variables that are not in scope when **OPEN** is called. This facility already existed in ecpg's Informix-compatibility mode.

- Allow dynamic cursor names in ecpg (Boszormenyi Zoltan)

- Allow ecpg to use noise words **FROM** and **IN** in **FETCH** and **MOVE** (Boszormenyi Zoltan)

E.124.3.10. Build Options

- Enable client thread safety by default (Bruce Momjian)

The thread-safety option can be disabled with `configure --disable-thread-safety`.

- Add support for controlling the Linux out-of-memory killer (Alex Hunsaker, Tom Lane)

Now that `/proc/self/oom_adj` allows disabling of the Linux™ out-of-memory (OOM) killer, it's recommendable to disable OOM kills for the postmaster. It may then be desirable to re-enable OOM kills for the postmaster's child processes. The new compile-time option `LINUX_OOM_ADJ` allows the killer to be reactivated for child processes.

E.124.3.10.1. Makefiles

- New Makefile targets `world`, `install-world`, and `installcheck-world` (Andrew Dunstan)
These are similar to the existing `all`, `install`, and `installcheck` targets, but they also build the HTML documentation, build and test `contrib`, and test server-side languages and `ecpg`.
- Add data and documentation installation location control to PGXS Makefiles (Mark Cave-Ayland)
- Add Makefile rules to build the PostgreSQL™ documentation as a single HTML file or as a single plain-text file (Peter Eisentraut, Bruce Momjian)

E.124.3.10.2. Windows

- Support compiling on 64-bit Windows™ and running in 64-bit mode (Tsutomu Yamada, Magnus Hagander)
This allows for large shared memory sizes on Windows™.
- Support server builds using Visual Studio 2008™ (Magnus Hagander)

E.124.3.11. Source Code

- Distribute prebuilt documentation in a subdirectory tree, rather than as tar archive files inside the distribution tarball (Peter Eisentraut)

For example, the prebuilt HTML documentation is now in `doc/src/sgml/html/`; the manual pages are packaged similarly.

- Make the server's lexer reentrant (Tom Lane)
This was needed for use of the lexer by PL/pgSQL.
- Improve speed of memory allocation (Tom Lane, Greg Stark)
- User-defined constraint triggers now have entries in `pg_constraint` as well as `pg_trigger` (Tom Lane)
Because of this change, `pg_constraint.pgconstrname` is now redundant and has been removed.
- Add system catalog columns `pg_constraint.conindid` and `pg_trigger.tgconstrindid` to better document the use of indexes for constraint enforcement (Tom Lane)
- Allow multiple conditions to be communicated to backends using a single operating system signal (Fujii Masao)
This allows new features to be added without a platform-specific constraint on the number of signal conditions.
- Improve source code test coverage, including `contrib`, PL/Python, and PL/Perl (Peter Eisentraut, Andrew Dunstan)
- Remove the use of flat files for system table bootstrapping (Tom Lane, Alvaro Herrera)
This improves performance when using many roles or databases, and eliminates some possible failure conditions.
- Automatically generate the initial contents of `pg_attribute` for « bootstrapped » catalogs (John Naylor)
This greatly simplifies changes to these catalogs.
- Split the processing of **INSERT/UPDATE/DELETE** operations out of `execMain.c` (Marko Tiikkaja)
Updates are now executed in a separate `ModifyTable` node. This change is necessary infrastructure for future improvements.
- Simplify translation of `psql`'s SQL help text (Peter Eisentraut)
- Reduce the lengths of some file names so that all file paths in the distribution tarball are less than 100 characters (Tom Lane)
Some decompression programs have problems with longer file paths.
- Add a new `ERRECODE_INVALID_PASSWORD` SQLSTATE error code (Bruce Momjian)
- With authors' permissions, remove the few remaining personal source code copyright notices (Bruce Momjian)

The personal copyright notices were insignificant but the community occasionally had to answer questions about them.

- Add new documentation section about running PostgreSQL™ in non-durable mode to improve performance (Bruce Momjian)
- Restructure the HTML documentation `Makefile` rules to make their dependency checks work correctly, avoiding unnecessary rebuilds (Peter Eisentraut)
- Use DocBook™ XSL stylesheets for man page building, rather than Docbook2X™ (Peter Eisentraut)
This changes the set of tools needed to build the man pages.
- Improve PL/Perl code structure (Tim Bunce)
- Improve error context reports in PL/Perl (Alexey Klyukin)

E.124.3.11.1. New Build Requirements

Note that these requirements do not apply when building from a distribution tarball, since tarballs include the files that these programs are used to build.

- Require Autoconf 2.63 to build configure (Peter Eisentraut)
- Require Flex 2.5.31 or later to build from a CVS checkout (Tom Lane)
- Require Perl version 5.8 or later to build from a CVS checkout (John Naylor, Andrew Dunstan)

E.124.3.11.2. Portability

- Use a more modern API for Bonjour (Tom Lane)

Bonjour support now requires macOS™ 10.3 or later. The older API has been deprecated by Apple.

- Add spinlock support for the SuperH™ architecture (Nobuhiro Iwamatsu)
- Allow non-GCC compilers to use inline functions if they support them (Kurt Harriman)
- Remove support for platforms that don't have a working 64-bit integer data type (Tom Lane)
- Restructure use of `LDFLAGS` to be more consistent across platforms (Tom Lane)

`LDFLAGS` is now used for linking both executables and shared libraries, and we add on `LDFLAGS_EX` when linking executables, or `LDFLAGS_SL` when linking shared libraries.

E.124.3.11.3. Server Programming

- Make backend header files safe to include in C++™ (Kurt Harriman, Peter Eisentraut)

These changes remove keyword conflicts that previously made C++™ usage difficult in backend code. However, there are still other complexities when using C++™ for backend functions. `extern "C" { }` is still necessary in appropriate places, and memory management and error handling are still problematic.

- Add `AggCheckCallContext()` for use in detecting if a C™ function is being called as an aggregate (Hitoshi Harada)
- Change calling convention for `SearchSysCache()` and related functions to avoid hard-wiring the maximum number of cache keys (Robert Haas)

Existing calls will still work for the moment, but can be expected to break in 9.1 or later if not converted to the new style.

- Require calls of `fastgetattr()` and `heap_getattr()` backend macros to provide a non-NUL fourth argument (Robert Haas)
- Custom typanalyze functions should no longer rely on `VacAttrStats.attr` to determine the type of data they will be passed (Tom Lane)

This was changed to allow collection of statistics on index columns for which the storage type is different from the underlying column data type. There are new fields that tell the actual datatype being analyzed.

E.124.3.11.4. Server Hooks

- Add parser hooks for processing `ColumnRef` and `ParamRef` nodes (Tom Lane)

- Add a ProcessUtility hook so loadable modules can control utility commands (Itagaki Takahiro)

E.124.3.11.5. Binary Upgrade Support

- Add contrib/pg_upgrade to support in-place upgrades (Bruce Momjian)

This avoids the requirement of dumping/reloading the database when upgrading to a new major release of PostgreSQL, thus reducing downtime by orders of magnitude. It supports upgrades to 9.0 from PostgreSQL 8.3 and 8.4.

- Add support for preserving relation relfilenode values during binary upgrades (Bruce Momjian)

- Add support for preserving pg_type and pg_enum OIDs during binary upgrades (Bruce Momjian)

- Move data files within tablespaces into PostgreSQL™-version-specific subdirectories (Bruce Momjian)

This simplifies binary upgrades.

E.124.3.12. Contrib

- Add multithreading option (-j) to contrib/pgbench (Itagaki Takahiro)

This allows multiple CPUs to be used by pgbench, reducing the risk of pgbench itself becoming the test bottleneck.

- Add \shell and \setshell meta commands to contrib/pgbench (Michael Paquier)

- New features for contrib/dict_xsyn (Sergey Karpov)

The new options are matchorig, matchsynonyms, and keepsynonyms.

- Add full text dictionary contrib/unaccent (Teodor Sigaev)

This filtering dictionary removes accents from letters, which makes full-text searches over multiple languages much easier.

- Add dblink_get_notify() to contrib/dblink (Marcus Kempe)

This allows asynchronous notifications in dblink™.

- Improve contrib/dblink's handling of dropped columns (Tom Lane)

This affects dblink_build_sql_insert() and related functions. These functions now number columns according to logical not physical column numbers.

- Greatly increase contrib/hstore's data length limit, and add B-tree and hash support so GROUP BY and DISTINCT operations are possible on hstore columns (Andrew Gierth)

New functions and operators were also added. These improvements make hstore a full-function key-value store embedded in PostgreSQL™.

- Add contrib/passwordcheck to support site-specific password strength policies (Laurenz Albe)

The source code of this module should be modified to implement site-specific password policies.

- Add contrib/pg_archivecleanup tool (Simon Riggs)

This is designed to be used in the archive_cleanup_command server parameter, to remove no-longer-needed archive files.

- Add query text to contrib/auto_explain output (Andrew Dunstan)

- Add buffer access counters to contrib/pg_stat_statements (Itagaki Takahiro)

- Update contrib/start-scripts/linux to use /proc/self/oom_adj to disable the Linux™ out-of-memory (OOM) killer (Alex Hunsaker, Tom Lane)

E.125. Release 8.4.22

Release date: 2014-07-24

This release contains a variety of fixes from 8.4.21. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

This is expected to be the last PostgreSQL™ release in the 8.4.X series. Users are encouraged to update to a newer release branch

soon.

E.125.1. Migration to Version 8.4.22

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, this release corrects an index corruption problem in some GiST indexes. See the first changelog entry below to find out whether your installation has been affected and what steps you should take if so.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.19, see Section E.128, « Release 8.4.19 ».

E.125.2. Changes

- Correctly initialize padding bytes in contrib/btree_gist indexes on bit columns (Heikki Linnakangas)

This error could result in incorrect query results due to values that should compare equal not being seen as equal. Users with GiST indexes on bit or bit varying columns should **REINDEX** those indexes after installing this update.

- Protect against torn pages when deleting GIN list pages (Heikki Linnakangas)

This fix prevents possible index corruption if a system crash occurs while the page update is being written to disk.

- Fix possibly-incorrect cache invalidation during nested calls to `ReceiveSharedInvalidMessages` (Andres Freund)

- Don't assume a subquery's output is unique if there's a set-returning function in its targetlist (David Rowley)

This oversight could lead to misoptimization of constructs like `WHERE x IN (SELECT y, generate_series(1,10) FROM t GROUP BY y)`.

- Fix failure to detoast fields in composite elements of structured types (Tom Lane)

This corrects cases where TOAST pointers could be copied into other tables without being dereferenced. If the original data is later deleted, it would lead to errors like « missing chunk number 0 for toast value ... » when the now-dangling pointer is used.

- Fix « record type has not been registered » failures with whole-row references to the output of Append plan nodes (Tom Lane)

- Fix possible crash when invoking a user-defined function while rewinding a cursor (Tom Lane)

- Fix query-lifespan memory leak while evaluating the arguments for a function in `FROM` (Tom Lane)

- Fix session-lifespan memory leaks in regular-expression processing (Tom Lane, Arthur O'Dwyer, Greg Stark)

- Fix data encoding error in `hungarian.stop` (Tom Lane)

- Fix liveness checks for rows that were inserted in the current transaction and then deleted by a now-rolled-back subtransaction (Andres Freund)

This could cause problems (at least spurious warnings, and at worst an infinite loop) if **CREATE INDEX** or **CLUSTER** were done later in the same transaction.

- Clear `pg_stat_activity.xact_start` during **PREPARE TRANSACTION** (Andres Freund)

After the **PREPARE**, the originating session is no longer in a transaction, so it should not continue to display a transaction start time.

- Fix **REASSIGN OWNED** to not fail for text search objects (Álvaro Herrera)

- Block signals during postmaster startup (Tom Lane)

This ensures that the postmaster will properly clean up after itself if, for example, it receives `SIGINT` while still starting up.

- Secure Unix-domain sockets of temporary postmasters started during `make check` (Noah Misch)

Any local user able to access the socket file could connect as the server's bootstrap superuser, then proceed to execute arbitrary code as the operating-system user running the test, as we previously noted in CVE-2014-0067. This change defends against that risk by placing the server's socket in a temporary, mode 0700 subdirectory of `/tmp`. The hazard remains however on platforms where Unix sockets are not supported, notably Windows, because then the temporary postmaster must accept local TCP connections.

A useful side effect of this change is to simplify `make check` testing in builds that override `DEFAULT_PGSOCKET_DIR`. Popular non-default values like `/var/run/postgresql` are often not writable by the build user, requiring workarounds that will no longer be necessary.

- On Windows, allow new sessions to absorb values of `PGC_BACKEND` parameters (such as `log_connections`) from the confi-

guration file (Amit Kapila)

Previously, if such a parameter were changed in the file post-startup, the change would have no effect.

- Properly quote executable path names on Windows (Nikhil Deshpande)

This oversight could cause initdb and pg_upgrade to fail on Windows, if the installation path contained both spaces and @ signs.

- Fix linking of libpython on macOS (Tom Lane)

The method we previously used can fail with the Python library supplied by Xcode 5.0 and later.

- Avoid buffer bloat in libpq when the server consistently sends data faster than the client can absorb it (Shin-ichi Morita, Tom Lane)

libpq could be coerced into enlarging its input buffer until it runs out of memory (which would be reported misleadingly as « lost synchronization with server »). Under ordinary circumstances it's quite far-fetched that data could be continuously transmitted more quickly than the `recv()` loop can absorb it, but this has been observed when the client is artificially slowed by scheduler constraints.

- Ensure that LDAP lookup attempts in libpq time out as intended (Laurenz Albe)

- Fix pg_restore's processing of old-style large object comments (Tom Lane)

A direct-to-database restore from an archive file generated by a pre-9.0 version of pg_dump would usually fail if the archive contained more than a few comments for large objects.

- In contrib/pgcrypto functions, ensure sensitive information is cleared from stack variables before returning (Marko Kreen)

- In contrib/uuid-ossp, cache the state of the OSSP UUID library across calls (Tom Lane)

This improves the efficiency of UUID generation and reduces the amount of entropy drawn from /dev/urandom, on platforms that have that.

- Update time zone data files to tzdata release 2014e for DST law changes in Crimea, Egypt, and Morocco.

E.126. Release 8.4.21

Release date: 2014-03-20

This release contains a variety of fixes from 8.4.20. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 8.4.X release series in July 2014. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

E.126.1. Migration to Version 8.4.21

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.19, see Section E.128, « Release 8.4.19 ».

E.126.2. Changes

- Restore GIN metapages unconditionally to avoid torn-page risk (Heikki Linnakangas)

Although this oversight could theoretically result in a corrupted index, it is unlikely to have caused any problems in practice, since the active part of a GIN metapage is smaller than a standard 512-byte disk sector.

- Allow regular-expression operators to be terminated early by query cancel requests (Tom Lane)

This prevents scenarios wherein a pathological regular expression could lock up a server process uninterruptibly for a long time.

- Remove incorrect code that tried to allow OVERLAPS with single-element row arguments (Joshua Yanovski)

This code never worked correctly, and since the case is neither specified by the SQL standard nor documented, it seemed better to remove it than fix it.

- Avoid getting more than AccessShareLock when de-parsing a rule or view (Dean Rasheed)

This oversight resulted in pg_dump unexpectedly acquiring RowExclusiveLock locks on tables mentioned as the targets of INSERT/UPDATE/DELETE commands in rules. While usually harmless, that could interfere with concurrent transactions that tried to acquire, for example, ShareLock on those tables.

- Prevent interrupts while reporting non-ERROR messages (Tom Lane)

This guards against rare server-process freezups due to recursive entry to `syslog()`, and perhaps other related problems.

- Update time zone data files to tzdata release 2014a for DST law changes in Fiji and Turkey, plus historical changes in Israel and Ukraine.

E.127. Release 8.4.20

Release date: 2014-02-20

This release contains a variety of fixes from 8.4.19. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 8.4.X release series in July 2014. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

E.127.1. Migration to Version 8.4.20

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.19, see Section E.128, « Release 8.4.19 ».

E.127.2. Changes

- Shore up GRANT ... WITH ADMIN OPTION restrictions (Noah Misch)

Granting a role without ADMIN OPTION is supposed to prevent the grantee from adding or removing members from the granted role, but this restriction was easily bypassed by doing SET ROLE first. The security impact is mostly that a role member can revoke the access of others, contrary to the wishes of his grantor. Unapproved role member additions are a lesser concern, since an uncooperative role member could provide most of his rights to others anyway by creating views or SECURITY DEFINER functions. (CVE-2014-0060)

- Prevent privilege escalation via manual calls to PL validator functions (Andres Freund)

The primary role of PL validator functions is to be called implicitly during CREATE FUNCTION, but they are also normal SQL functions that a user can call explicitly. Calling a validator on a function actually written in some other language was not checked for and could be exploited for privilege-escalation purposes. The fix involves adding a call to a privilege-checking function in each validator function. Non-core procedural languages will also need to make this change to their own validator functions, if any. (CVE-2014-0061)

- Avoid multiple name lookups during table and index DDL (Robert Haas, Andres Freund)

If the name lookups come to different conclusions due to concurrent activity, we might perform some parts of the DDL on a different table than other parts. At least in the case of CREATE INDEX, this can be used to cause the permissions checks to be performed against a different table than the index creation, allowing for a privilege escalation attack. (CVE-2014-0062)

- Prevent buffer overrun with long datetime strings (Noah Misch)

The MAXDATELEN constant was too small for the longest possible value of type interval, allowing a buffer overrun in `interval_out()`. Although the datetime input functions were more careful about avoiding buffer overrun, the limit was short enough to cause them to reject some valid inputs, such as input containing a very long timezone name. The ecpg library contained these vulnerabilities along with some of its own. (CVE-2014-0063)

- Prevent buffer overrun due to integer overflow in size calculations (Noah Misch, Heikki Linnakangas)

Several functions, mostly type input functions, calculated an allocation size without checking for overflow. If overflow did occur, a too-small buffer would be allocated and then written past. (CVE-2014-0064)

- Prevent overruns of fixed-size buffers (Peter Eisentraut, Jozef Mlich)

Use `strlcpy()` and related functions to provide a clear guarantee that fixed-size buffers are not overrun. Unlike the preceding items, it is unclear whether these cases really represent live issues, since in most cases there appear to be previous constraints on the size of the input string. Nonetheless it seems prudent to silence all Coverity warnings of this type. (CVE-2014-0065)

- Avoid crashing if `crypt()` returns NULL (Honza Horak, Bruce Momjian)

There are relatively few scenarios in which `crypt()` could return NULL, but `contrib/chkpass` would crash if it did. One practical case in which this could be an issue is if libc is configured to refuse to execute unapproved hashing algorithms (e.g., « FIPS mode »). (CVE-2014-0066)

- Document risks of `make check` in the regression testing instructions (Noah Misch, Tom Lane)

Since the temporary server started by `make check` uses « trust » authentication, another user on the same machine could connect to it as database superuser, and then potentially exploit the privileges of the operating-system user who started the tests. A future release will probably incorporate changes in the testing procedure to prevent this risk, but some public discussion is needed first. So for the moment, just warn people against using `make check` when there are untrusted users on the same machine. (CVE-2014-0067)

- Fix possible mis-replay of WAL records when some segments of a relation aren't full size (Greg Stark, Tom Lane)

The WAL update could be applied to the wrong page, potentially many pages past where it should have been. Aside from corrupting data, this error has been observed to result in significant « bloat » of standby servers compared to their masters, due to updates being applied far beyond where the end-of-file should have been. This failure mode does not appear to be a significant risk during crash recovery, only when initially synchronizing a standby created from a base backup taken from a quickly-changing master.

- Ensure that insertions into non-leaf GIN index pages write a full-page WAL record when appropriate (Heikki Linnakangas)

The previous coding risked index corruption in the event of a partial-page write during a system crash.

- Fix race conditions during server process exit (Robert Haas)

Ensure that signal handlers don't attempt to use the process's `MyProc` pointer after it's no longer valid.

- Fix unsafe references to `errno` within error reporting logic (Christian Kruse)

This would typically lead to odd behaviors such as missing or inappropriate `HINT` fields.

- Fix possible crashes from using `ereport()` too early during server startup (Tom Lane)

The principal case we've seen in the field is a crash if the server is started in a directory it doesn't have permission to read.

- Clear retry flags properly in OpenSSL socket write function (Alexander Kukushkin)

This omission could result in a server lockup after unexpected loss of an SSL-encrypted connection.

- Fix length checking for Unicode identifiers (`U& " . . . "` syntax) containing escapes (Tom Lane)

A spurious truncation warning would be printed for such identifiers if the escaped form of the identifier was too long, but the identifier actually didn't need truncation after de-escaping.

- Fix possible crash due to invalid plan for nested sub-selects, such as `WHERE (. . . x IN (SELECT . . .) . . .) IN (SELECT . . .)` (Tom Lane)

- Ensure that `ANALYZE` creates statistics for a table column even when all the values in it are « too wide » (Tom Lane)

`ANALYZE` intentionally omits very wide values from its histogram and most-common-values calculations, but it neglected to do something sane in the case that all the sampled entries are too wide.

- In `ALTER TABLE . . . SET TABLESPACE`, allow the database's default tablespace to be used without a permissions check (Stephen Frost)

`CREATE TABLE` has always allowed such usage, but `ALTER TABLE` didn't get the memo.

- Fix « cannot accept a set » error when some arms of a `CASE` return a set and others don't (Tom Lane)

- Fix checks for all-zero client addresses in `pgstat` functions (Kevin Grittner)

- Fix possible misclassification of multibyte characters by the text search parser (Tom Lane)

Non-ASCII characters could be misclassified when using C locale with a multibyte encoding. On Cygwin, non-C locales could fail as well.

- Fix possible misbehavior in `plainto_tsquery()` (Heikki Linnakangas)

Use `memmove()` not `memcpy()` for copying overlapping memory regions. There have been no field reports of this actually causing trouble, but it's certainly risky.

- Accept `SHIFT_JIS` as an encoding name for locale checking purposes (Tatsuo Ishii)

- Fix misbehavior of PQhost() on Windows (Fuji Masa)
It should return localhost if no host has been specified.
- Improve error handling in libpq and psql for failures during COPY TO STDOUT/FROM STDIN (Tom Lane)
In particular this fixes an infinite loop that could occur in 9.2 and up if the server connection was lost during COPY FROM STDIN. Variants of that scenario might be possible in older versions, or with other client applications.
- Fix misaligned descriptors in ecpg (MauMau)
- In ecpg, handle lack of a hostname in the connection parameters properly (Michael Meskes)
- Fix performance regression in contrib/dblink connection startup (Joe Conway)
Avoid an unnecessary round trip when client and server encodings match.
- In contrib/isn, fix incorrect calculation of the check digit for ISMN values (Fabien Coelho)
- Ensure client-code-only installation procedure works as documented (Peter Eisentraut)
- In Mingw and Cygwin builds, install the libpq DLL in the bin directory (Andrew Dunstan)
This duplicates what the MSVC build has long done. It should fix problems with programs like psql failing to start because they can't find the DLL.
- Don't generate plain-text HISTORY and src/test/regress/README files anymore (Tom Lane)
These text files duplicated the main HTML and PDF documentation formats. The trouble involved in maintaining them greatly outweighs the likely audience for plain-text format. Distribution tarballs will still contain files by these names, but they'll just be stubs directing the reader to consult the main documentation. The plain-text INSTALL file will still be maintained, as there is arguably a use-case for that.
- Update time zone data files to tzdata release 2013i for DST law changes in Jordan and historical changes in Cuba.
In addition, the zones Asia/Riyadh87, Asia/Riyadh88, and Asia/Riyadh89 have been removed, as they are no longer maintained by IANA, and never represented actual civil timekeeping practice.

E.128. Release 8.4.19

Release date: 2013-12-05

This release contains a variety of fixes from 8.4.18. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.128.1. Migration to Version 8.4.19

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, this release corrects a potential data corruption issue. See the first changelog entry below to find out whether your installation has been affected and what steps you can take if so.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.17, see Section E.130, « Release 8.4.17 ».

E.128.2. Changes

- Fix VACUUM's tests to see whether it can update *relfrozenxid* (Andres Freund)

In some cases VACUUM (either manual or autovacuum) could incorrectly advance a table's *relfrozenxid* value, allowing tuples to escape freezing, causing those rows to become invisible once 2^{31} transactions have elapsed. The probability of data loss is fairly low since multiple incorrect advancements would need to happen before actual loss occurs, but it's not zero. Users upgrading from release 8.4.8 or earlier are not affected, but all later versions contain the bug.

The issue can be ameliorated by, after upgrading, vacuuming all tables in all databases while having *vacuum_freeze_table_age* set to zero. This will fix any latent corruption but will not be able to fix all pre-existing data errors. However, an installation can be presumed safe after performing this vacuuming if it has executed fewer than 2^{31} update transactions in its lifetime (check this with `SELECT txid_current() < 2^31`).

- Fix race condition in GIN index posting tree page deletion (Heikki Linnakangas)

This could lead to transient wrong answers or query failures.

- Avoid flattening a subquery whose SELECT list contains a volatile function wrapped inside a sub-SELECT (Tom Lane)
This avoids unexpected results due to extra evaluations of the volatile function.
- Fix planner's processing of non-simple-variable subquery outputs nested within outer joins (Tom Lane)
This error could lead to incorrect plans for queries involving multiple levels of subqueries within JOIN syntax.
- Fix premature deletion of temporary files (Andres Freund)
- Fix possible read past end of memory in rule printing (Peter Eisentraut)
- Fix array slicing of int2vector and oidvector values (Tom Lane)
Expressions of this kind are now implicitly promoted to regular int2 or oid arrays.
- Fix incorrect behaviors when using a SQL-standard, simple GMT offset timezone (Tom Lane)
In some cases, the system would use the simple GMT offset value when it should have used the regular timezone setting that had prevailed before the simple offset was selected. This change also causes the `timeofday` function to honor the simple GMT offset zone.
- Prevent possible misbehavior when logging translations of Windows error codes (Tom Lane)
- Properly quote generated command lines in `pg_ctl` (Naoya Anzai and Tom Lane)
This fix applies only to Windows.
- Fix `pg_dumpall` to work when a source database sets `default_transaction_read_only` via **ALTER DATABASE SET** (Kevin Grittner)
Previously, the generated script would fail during restore.
- Fix `ecpg`'s processing of lists of variables declared `varchar` (Zoltán Böszörményi)
- Make `contrib/lo` defend against incorrect trigger definitions (Marc Cousin)
- Update time zone data files to tzdata release 2013h for DST law changes in Argentina, Brazil, Jordan, Libya, Liechtenstein, Morocco, and Palestine. Also, new timezone abbreviations WIB, WIT, WITA for Indonesia.

E.129. Release 8.4.18

Release date: 2013-10-10

This release contains a variety of fixes from 8.4.17. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.129.1. Migration to Version 8.4.18

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.17, see Section E.130, « Release 8.4.17 ».

E.129.2. Changes

- Prevent corruption of multi-byte characters when attempting to case-fold identifiers (Andrew Dunstan)
PostgreSQL™ case-folds non-ASCII characters only when using a single-byte server encoding.
- Fix memory leak caused by `lo_open()` failure (Heikki Linnakangas)
- Fix memory overcommit bug when `work_mem` is using more than 24GB of memory (Stephen Frost)
- Fix deadlock bug in `libpq` when using SSL (Stephen Frost)
- Properly compute row estimates for boolean columns containing many NULL values (Andrew Gierth)
Previously tests like `col IS NOT TRUE` and `col IS NOT FALSE` did not properly factor in NULL values when estimating plan costs.
- Prevent pushing down WHERE clauses into unsafe UNION / INTERSECT subqueries (Tom Lane)
Subqueries of a UNION or INTERSECT that contain set-returning functions or volatile functions in their SELECT lists could be improperly optimized, leading to run-time errors or incorrect query results.

- Fix rare case of « failed to locate grouping columns » planner failure (Tom Lane)
- Improve view dumping code's handling of dropped columns in referenced tables (Tom Lane)
- Fix possible deadlock during concurrent **CREATE INDEX CONCURRENTLY** operations (Tom Lane)
- Fix `regexp_matches()` handling of zero-length matches (Jeevan Chalke)

Previously, zero-length matches like '^' could return too many matches.
- Fix crash for overly-complex regular expressions (Heikki Linnakangas)
- Fix regular expression match failures for back references combined with non-greedy quantifiers (Jeevan Chalke)
- Prevent **CREATE FUNCTION** from checking **SET** variables unless function body checking is enabled (Tom Lane)
- Fix `pgp_pub_decrypt()` so it works for secret keys with passwords (Marko Kreen)
- Remove rare inaccurate warning during vacuum of index-less tables (Heikki Linnakangas)
- Avoid possible failure when performing transaction control commands (e.g **ROLLBACK**) in prepared queries (Tom Lane)
- Ensure that floating-point data input accepts standard spellings of « infinity » on all platforms (Tom Lane)

The C99 standard says that allowable spellings are `inf`, `+inf`, `-inf`, `infinity`, `+infinity`, and `-infinity`. Make sure we recognize these even if the platform's `strtod` function doesn't.
- Expand ability to compare rows to records and arrays (Rafal Rzepecki, Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2013d for DST law changes in Israel, Morocco, Palestine, and Paraguay. Also, historical zone data corrections for Macquarie Island.

E.130. Release 8.4.17

Release date: 2013-04-04

This release contains a variety of fixes from 8.4.16. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.130.1. Migration to Version 8.4.17

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, this release corrects several errors in management of GiST indexes. After installing this update, it is advisable to **REINDEX** any GiST indexes that meet one or more of the conditions described below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.10, see Section E.137, « Release 8.4.10 ».

E.130.2. Changes

- Reset OpenSSL randomness state in each postmaster child process (Marko Kreen)

This avoids a scenario wherein random numbers generated by `contrib/pgcrypto` functions might be relatively easy for another database user to guess. The risk is only significant when the postmaster is configured with `ssl = on` but most connections don't use SSL encryption. (CVE-2013-1900)

- Fix GiST indexes to not use « fuzzy » geometric comparisons when it's not appropriate to do so (Alexander Korotkov)

The core geometric types perform comparisons using « fuzzy » equality, but `gist_box_same` must do exact comparisons, else GiST indexes using it might become inconsistent. After installing this update, users should **REINDEX** any GiST indexes on box, polygon, circle, or point columns, since all of these use `gist_box_same`.

- Fix erroneous range-union and penalty logic in GiST indexes that use `contrib/btree_gist` for variable-width data types, that is text, bytea, bit, and numeric columns (Tom Lane)

These errors could result in inconsistent indexes in which some keys that are present would not be found by searches, and also in useless index bloat. Users are advised to **REINDEX** such indexes after installing this update.

- Fix bugs in GiST page splitting code for multi-column indexes (Tom Lane)

These errors could result in inconsistent indexes in which some keys that are present would not be found by searches, and also in indexes that are unnecessarily inefficient to search. Users are advised to **REINDEX** multi-column GiST indexes after instal-

ling this update.

- Fix infinite-loop risk in regular expression compilation (Tom Lane, Don Porter)
- Fix potential null-pointer dereference in regular expression compilation (Tom Lane)
- Fix `to_char()` to use ASCII-only case-folding rules where appropriate (Tom Lane)

This fixes misbehavior of some template patterns that should be locale-independent, but mishandled « I » and « i » in Turkish locales.

- Fix unwanted rejection of timestamp 1999-12-31 24:00:00 (Tom Lane)
- Remove useless « picksplit doesn't support secondary split » log messages (Josh Hansen, Tom Lane)

This message seems to have been added in expectation of code that was never written, and probably never will be, since GiST's default handling of secondary splits is actually pretty good. So stop nagging end users about it.

- Fix possible failure to send a session's last few transaction commit/abort counts to the statistics collector (Tom Lane)
- Eliminate memory leaks in PL/Perl's `spi_prepare()` function (Alex Hunsaker, Tom Lane)
- Fix `pg_dumpall` to handle database names containing « = » correctly (Heikki Linnakangas)
- Avoid crash in `pg_dump` when an incorrect connection string is given (Heikki Linnakangas)
- Ignore invalid indexes in `pg_dump` (Michael Paquier)

Dumping invalid indexes can cause problems at restore time, for example if the reason the index creation failed was because it tried to enforce a uniqueness condition not satisfied by the table's data. Also, if the index creation is in fact still in progress, it seems reasonable to consider it to be an uncommitted DDL change, which `pg_dump` wouldn't be expected to dump anyway.

- Fix `contrib/pg_trgm`'s `similarity()` function to return zero for trigram-less strings (Tom Lane)

Previously it returned NaN due to internal division by zero.

- Update time zone data files to tzdata release 2013b for DST law changes in Chile, Haiti, Morocco, Paraguay, and some Russian areas. Also, historical zone data corrections for numerous places.

Also, update the time zone abbreviation files for recent changes in Russia and elsewhere: CHOT, GET, IRKT, KGT, KRAT, MAGT, MAWT, MSK, NOVT, OMST, TKT, VLAT, WST, YAKT, YEKT now follow their current meanings, and VOLT (Europe/Volgograd) and MIST (Antarctica/Macquarie) are added to the default abbreviations list.

E.131. Release 8.4.16

Release date: 2013-02-07

This release contains a variety of fixes from 8.4.15. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.131.1. Migration to Version 8.4.16

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.10, see Section E.137, « Release 8.4.10 ».

E.131.2. Changes

- Prevent execution of `enum_recv` from SQL (Tom Lane)

The function was misdeclared, allowing a simple SQL command to crash the server. In principle an attacker might be able to use it to examine the contents of server memory. Our thanks to Sumit Soni (via Secunia SVCRP) for reporting this issue. (CVE-2013-0255)

- Update minimum recovery point when truncating a relation file (Heikki Linnakangas)

Once data has been discarded, it's no longer safe to stop recovery at an earlier point in the timeline.

- Fix SQL grammar to allow subscripting or field selection from a sub-SELECT result (Tom Lane)

- Protect against race conditions when scanning `pg_tablespace` (Stephen Frost, Tom Lane)

`CREATE DATABASE` and `DROP DATABASE` could misbehave if there were concurrent updates of `pg_tablespace` entries.

- Prevent **DROP OWNED** from trying to drop whole databases or tablespaces (Álvaro Herrera)
For safety, ownership of these objects must be reassigned, not dropped.
- Fix error in `vacuum_freeze_table_age` implementation (Andres Freund)
In installations that have existed for more than `vacuum_freeze_min_age` transactions, this mistake prevented autovacuum from using partial-table scans, so that a full-table scan would always happen instead.
- Prevent misbehavior when a `RowExpr` or `XmlExpr` is parse-analyzed twice (Andres Freund, Tom Lane)
This mistake could be user-visible in contexts such as `CREATE TABLE LIKE INCLUDING INDEXES`.
- Improve defenses against integer overflow in hashtable sizing calculations (Jeff Davis)
- Reject out-of-range dates in `to_date()` (Hitoshi Harada)
- Ensure that non-ASCII prompt strings are translated to the correct code page on Windows (Alexander Law, Noah Misch)
This bug affected `psql` and some other client programs.
- Fix possible crash in `psql`'s `\?` command when not connected to a database (Meng Qingzhong)
- Fix one-byte buffer overrun in `libpq's PQprintTuples` (Xi Wang)
This ancient function is not used anywhere by PostgreSQL™ itself, but it might still be used by some client code.
- Make `ecpglib` use translated messages properly (Chen Huajun)
- Properly install `ecpg_compat` and `pgtypes` libraries on MSVC (Jiang Guiqing)
- Rearrange `configure`'s tests for supplied functions so it is not fooled by bogus exports from `libedit/libreadline` (Christoph Berg)
- Ensure Windows build number increases over time (Magnus Hagander)
- Make `pgxs` build executables with the right `.exe` suffix when cross-compiling for Windows (Zoltan Boszormenyi)
- Add new timezone abbreviation `FET` (Tom Lane)
This is now used in some eastern-European time zones.

E.132. Release 8.4.15

Release date: 2012-12-06

This release contains a variety of fixes from 8.4.14. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.132.1. Migration to Version 8.4.15

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.10, see Section E.137, « Release 8.4.10 ».

E.132.2. Changes

- Fix multiple bugs associated with **CREATE INDEX CONCURRENTLY** (Andres Freund, Tom Lane)
Fix **CREATE INDEX CONCURRENTLY** to use in-place updates when changing the state of an index's `pg_index` row. This prevents race conditions that could cause concurrent sessions to miss updating the target index, thus resulting in corrupt concurrently-created indexes.
Also, fix various other operations to ensure that they ignore invalid indexes resulting from a failed **CREATE INDEX CONCURRENTLY** command. The most important of these is **VACUUM**, because an auto-vacuum could easily be launched on the table before corrective action can be taken to fix or remove the invalid index.
- Avoid corruption of internal hash tables when out of memory (Hitoshi Harada)
- Fix planning of non-strict equivalence clauses above outer joins (Tom Lane)
The planner could derive incorrect constraints from a clause equating a non-strict construct to something else, for example `WHERE COALESCE(foo, 0) = 0` when `foo` is coming from the nullable side of an outer join.
- Improve planner's ability to prove exclusion constraints from equivalence classes (Tom Lane)

- Fix partial-row matching in hashed subplans to handle cross-type cases correctly (Tom Lane)

This affects multicolumn NOT IN subplans, such as WHERE (a, b) NOT IN (SELECT x, y FROM ...) when for instance b and y are int4 and int8 respectively. This mistake led to wrong answers or crashes depending on the specific data-types involved.

- Acquire buffer lock when re-fetching the old tuple for an AFTER ROW UPDATE/DELETE trigger (Andres Freund)

In very unusual circumstances, this oversight could result in passing incorrect data to the precheck logic for a foreign-key enforcement trigger. That could result in a crash, or in an incorrect decision about whether to fire the trigger.

- Fix **ALTER COLUMN TYPE** to handle alled check constraints properly (Pavan Deolasee)

This worked correctly in pre-8.4 releases, and now works correctly in 8.4 and later.

- Fix **REASSIGN OWNED** to handle grants on tablespaces (Álvaro Herrera)

- Ignore incorrect pg_attribute entries for system columns for views (Tom Lane)

Views do not have any system columns. However, we forgot to remove such entries when converting a table to a view. That's fixed properly for 9.3 and later, but in previous branches we need to defend against existing mis-converted views.

- Fix rule printing to dump `INSERT INTO table DEFAULT VALUES` correctly (Tom Lane)

- Guard against stack overflow when there are too many UNION/INTERSECT/EXCEPT clauses in a query (Tom Lane)

- Prevent platform-dependent failures when dividing the minimum possible integer value by -1 (Xi Wang, Tom Lane)

- Fix possible access past end of string in date parsing (Hitoshi Harada)

- Produce an understandable error message if the length of the path name for a Unix-domain socket exceeds the platform-specific limit (Tom Lane, Andrew Dunstan)

Formerly, this would result in something quite unhelpful, such as « Non-recoverable failure in name resolution ».

- Fix memory leaks when sending composite column values to the client (Tom Lane)

- Make pg_ctl more robust about reading the `postmaster.pid` file (Heikki Linnakangas)

Fix race conditions and possible file descriptor leakage.

- Fix possible crash in psql if incorrectly-encoded data is presented and the `client_encoding` setting is a client-only encoding, such as SJIS (Jiang Guiqing)

- Fix bugs in the `restore.sql` script emitted by pg_dump in tar output format (Tom Lane)

The script would fail outright on tables whose names include upper-case characters. Also, make the script capable of restoring data in --inserts mode as well as the regular COPY mode.

- Fix pg_restore to accept POSIX-conformant tar files (Brian Weaver, Tom Lane)

The original coding of pg_dump's tar output mode produced files that are not fully conformant with the POSIX standard. This has been corrected for version 9.3. This patch updates previous branches so that they will accept both the incorrect and the corrected formats, in hopes of avoiding compatibility problems when 9.3 comes out.

- Fix pg_resetxlog to locate `postmaster.pid` correctly when given a relative path to the data directory (Tom Lane)

This mistake could lead to pg_resetxlog not noticing that there is an active postmaster using the data directory.

- Fix libpq's `lo_import()` and `lo_export()` functions to report file I/O errors properly (Tom Lane)

- Fix ecpg's processing of nested structure pointer variables (Muhammad Usama)

- Make contrib/pageinspect's btree page inspection functions take buffer locks while examining pages (Tom Lane)

- Fix pgxs support for building loadable modules on AIX (Tom Lane)

Building modules outside the original source tree didn't work on AIX.

- Update time zone data files to tzdata release 2012j for DST law changes in Cuba, Israel, Jordan, Libya, Palestine, Western Samoa, and portions of Brazil.

E.133. Release 8.4.14

Release date: 2012-09-24

This release contains a variety of fixes from 8.4.13. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.133.1. Migration to Version 8.4.14

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.10, see Section E.137, « Release 8.4.10 ».

E.133.2. Changes

- Fix planner's assignment of executor parameters, and fix executor's rescan logic for CTE plan nodes (Tom Lane)
These errors could result in wrong answers from queries that scan the same WITH subquery multiple times.
- Improve page-splitting decisions in GiST indexes (Alexander Korotkov, Robert Haas, Tom Lane)
Multi-column GiST indexes might suffer unexpected bloat due to this error.
- Fix cascading privilege revoke to stop if privileges are still held (Tom Lane)
If we revoke a grant option from some role X , but X still holds that option via a grant from someone else, we should not recursively revoke the corresponding privilege from role(s) Y that X had granted it to.
- Fix handling of SIGFPE when PL/Perl is in use (Andres Freund)
Perl resets the process's SIGFPE handler to SIG_IGN, which could result in crashes later on. Restore the normal Postgres signal handler after initializing PL/Perl.
- Prevent PL/Perl from crashing if a recursive PL/Perl function is redefined while being executed (Tom Lane)
- Work around possible misoptimization in PL/Perl (Tom Lane)
Some Linux distributions contain an incorrect version of pthread.h that results in incorrect compiled code in PL/Perl, leading to crashes if a PL/Perl function calls another one that throws an error.
- Update time zone data files to tzdata release 2012f for DST law changes in Fiji

E.134. Release 8.4.13

Release date: 2012-08-17

This release contains a variety of fixes from 8.4.12. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.134.1. Migration to Version 8.4.13

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.10, see Section E.137, « Release 8.4.10 ».

E.134.2. Changes

- Prevent access to external files/URLs via XML entity references (Noah Misch, Tom Lane)
`xml_parse()` would attempt to fetch external files or URLs as needed to resolve DTD and entity references in an XML value, thus allowing unprivileged database users to attempt to fetch data with the privileges of the database server. While the external data wouldn't get returned directly to the user, portions of it could be exposed in error messages if the data didn't parse as valid XML; and in any case the mere ability to check existence of a file might be useful to an attacker. (CVE-2012-3489)
- Prevent access to external files/URLs via contrib/xml2's `xslt_process()` (Peter Eisentraut)
libxslt offers the ability to read and write both files and URLs through stylesheet commands, thus allowing unprivileged database users to both read and write data with the privileges of the database server. Disable that through proper use of libxslt's security options. (CVE-2012-3488)
Also, remove `xslt_process()`'s ability to fetch documents and stylesheets from external files/URLs. While this was a documented « feature », it was long regarded as a bad idea. The fix for CVE-2012-3489 broke that capability, and rather than expend effort on trying to fix it, we're just going to summarily remove it.

- Prevent too-early recycling of btree index pages (Noah Misch)

When we allowed read-only transactions to skip assigning XIDs, we introduced the possibility that a deleted btree page could be recycled while a read-only transaction was still in flight to it. This would result in incorrect index search results. The probability of such an error occurring in the field seems very low because of the timing requirements, but nonetheless it should be fixed.

- Fix crash-safety bug with newly-created-or-reset sequences (Tom Lane)

If **ALTER SEQUENCE** was executed on a freshly created or reset sequence, and then precisely one `nextval()` call was made on it, and then the server crashed, WAL replay would restore the sequence to a state in which it appeared that no `nextval()` had been done, thus allowing the first sequence value to be returned again by the next `nextval()` call. In particular this could manifest for serial columns, since creation of a serial column's sequence includes an **ALTER SEQUENCE OWNED BY** step.

- Ensure the `backup_label` file is `fsync`'d after `pg_start_backup()` (Dave Kerr)

- Back-patch 9.1 improvement to compress the `fsync` request queue (Robert Haas)

This improves performance during checkpoints. The 9.1 change has now seen enough field testing to seem safe to back-patch.

- Only allow autovacuum to be auto-canceled by a directly blocked process (Tom Lane)

The original coding could allow inconsistent behavior in some cases; in particular, an autovacuum could get canceled after less than `deadlock_timeout` grace period.

- Improve logging of autovacuum cancels (Robert Haas)

- Fix log collector so that `log_truncate_on_rotation` works during the very first log rotation after server start (Tom Lane)

- Fix `WITH` attached to a nested set operation (`UNION/INTERSECT/EXCEPT`) (Tom Lane)

- Ensure that a whole-row reference to a subquery doesn't include any extra `GROUP BY` or `ORDER BY` columns (Tom Lane)

- Disallow copying whole-row references in `CHECK` constraints and index definitions during **CREATE TABLE** (Tom Lane)

This situation can arise in **CREATE TABLE** with `LIKE` or `INHERITS`. The copied whole-row variable was incorrectly labeled with the row type of the original table not the new one. Rejecting the case seems reasonable for `LIKE`, since the row types might well diverge later. For `INHERITS` we should ideally allow it, with an implicit coercion to the parent table's row type; but that will require more work than seems safe to back-patch.

- Fix memory leak in `ARRAY(SELECT ...)` subqueries (Heikki Linnakangas, Tom Lane)

- Fix extraction of common prefixes from regular expressions (Tom Lane)

The code could get confused by quantified parenthesized subexpressions, such as `^(foo)?bar`. This would lead to incorrect index optimization of searches for such patterns.

- Fix bugs with parsing signed `hh:mm` and `hh:mm:ss` fields in interval constants (Amit Kapila, Tom Lane)

- Report errors properly in `contrib/xml2's xslt_process()` (Tom Lane)

- Update time zone data files to tzdata release 2012e for DST law changes in Morocco and Tokelau

E.135. Release 8.4.12

Release date: 2012-06-04

This release contains a variety of fixes from 8.4.11. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.135.1. Migration to Version 8.4.12

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.10, see Section E.137, « Release 8.4.10 ».

E.135.2. Changes

- Fix incorrect password transformation in `contrib/pgcrypto's DES crypt()` function (Solar Designer)

If a password string contained the byte value 0x80, the remainder of the password was ignored, causing the password to be much weaker than it appeared. With this fix, the rest of the string is properly included in the DES hash. Any stored password values that are affected by this bug will thus no longer match, so the stored values may need to be updated. (CVE-2012-2143)

- Ignore `SECURITY DEFINER` and `SET` attributes for a procedural language's call handler (Tom Lane)
Applying such attributes to a call handler could crash the server. (CVE-2012-2655)
- Allow numeric timezone offsets in timestamp input to be up to 16 hours away from UTC (Tom Lane)
Some historical time zones have offsets larger than 15 hours, the previous limit. This could result in dumped data values being rejected during reload.
- Fix timestamp conversion to cope when the given time is exactly the last DST transition time for the current timezone (Tom Lane)

This oversight has been there a long time, but was not noticed previously because most DST-using zones are presumed to have an indefinite sequence of future DST transitions.

- Fix text to name and char to name casts to perform string truncation correctly in multibyte encodings (Karl Schnaitter)
- Fix memory copying bug in `to_tsquery()` (Heikki Linnakangas)
- Fix planner's handling of outer PlaceHolderVars within subqueries (Tom Lane)

This bug concerns sub-SELECTs that reference variables coming from the nullable side of an outer join of the surrounding query. In 9.1, queries affected by this bug would fail with « ERROR: Upper-level PlaceHolderVar found where not expected ». But in 9.0 and 8.4, you'd silently get possibly-wrong answers, since the value transmitted into the subquery wouldn't go to null when it should.

- Fix slow session startup when `pg_attribute` is very large (Tom Lane)

If `pg_attribute` exceeds one-fourth of `shared_buffers`, cache rebuilding code that is sometimes needed during session start would trigger the synchronized-scan logic, causing it to take many times longer than normal. The problem was particularly acute if many new sessions were starting at once.

- Ensure sequential scans check for query cancel reasonably often (Merlin Moncure)

A scan encountering many consecutive pages that contain no live tuples would not respond to interrupts meanwhile.

- Ensure the Windows implementation of `PGSemaphoreLock()` clears `ImmediateInterruptOK` before returning (Tom Lane)

This oversight meant that a query-cancel interrupt received later in the same query could be accepted at an unsafe time, with unpredictable but not good consequences.

- Show whole-row variables safely when printing views or rules (Abbas Butt, Tom Lane)

Corner cases involving ambiguous names (that is, the name could be either a table or column name of the query) were printed in an ambiguous way, risking that the view or rule would be interpreted differently after dump and reload. Avoid the ambiguous case by attaching a no-op cast.

- Fix **COPY FROM** to properly handle null marker strings that correspond to invalid encoding (Tom Lane)

A null marker string such as `E'\\0'` should work, and did work in the past, but the case got broken in 8.4.

- Ensure autovacuum worker processes perform stack depth checking properly (Heikki Linnakangas)

Previously, infinite recursion in a function invoked by auto-**ANALYZE** could crash worker processes.

- Fix logging collector to not lose log coherency under high load (Andrew Dunstan)

The collector previously could fail to reassemble large messages if it got too busy.

- Fix logging collector to ensure it will restart file rotation after receiving `SIGHUP` (Tom Lane)

- Fix WAL replay logic for GIN indexes to not fail if the index was subsequently dropped (Tom Lane)

- Fix memory leak in PL/pgSQL's **RETURN NEXT** command (Joe Conway)

- Fix PL/pgSQL's **GET DIAGNOSTICS** command when the target is the function's first variable (Tom Lane)

- Fix potential access off the end of memory in psql's expanded display (`\x`) mode (Peter Eisentraut)

- Fix several performance problems in `pg_dump` when the database contains many objects (Jeff Janes, Tom Lane)

`pg_dump` could get very slow if the database contained many schemas, or if many objects are in dependency loops, or if there are many owned sequences.

- Fix `contrib/dblink`'s `dblink_exec()` to not leak temporary database connections upon error (Tom Lane)
- Fix `contrib/dblink` to report the correct connection name in error messages (Kyotaro Horiguchi)
- Update time zone data files to tzdata release 2012c for DST law changes in Antarctica, Armenia, Chile, Cuba, Falkland Islands, Gaza, Haiti, Hebron, Morocco, Syria, and Tokelau Islands; also historical corrections for Canada.

E.136. Release 8.4.11

Release date: 2012-02-27

This release contains a variety of fixes from 8.4.10. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.136.1. Migration to Version 8.4.11

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.10, see Section E.137, « Release 8.4.10 ».

E.136.2. Changes

- Require execute permission on the trigger function for **CREATE TRIGGER** (Robert Haas)

This missing check could allow another user to execute a trigger function with forged input data, by installing it on a table he owns. This is only of significance for trigger functions marked `SECURITY DEFINER`, since otherwise trigger functions run as the table owner anyway. (CVE-2012-0866)

- Remove arbitrary limitation on length of common name in SSL certificates (Heikki Linnakangas)

Both libpq and the server truncated the common name extracted from an SSL certificate at 32 bytes. Normally this would cause nothing worse than an unexpected verification failure, but there are some rather-implausible scenarios in which it might allow one certificate holder to impersonate another. The victim would have to have a common name exactly 32 bytes long, and the attacker would have to persuade a trusted CA to issue a certificate in which the common name has that string as a prefix. Impersonating a server would also require some additional exploit to redirect client connections. (CVE-2012-0867)

- Convert newlines to spaces in names written in `pg_dump` comments (Robert Haas)

`pg_dump` was incautious about sanitizing object names that are emitted within SQL comments in its output script. A name containing a newline would at least render the script syntactically incorrect. Maliciously crafted object names could present a SQL injection risk when the script is reloaded. (CVE-2012-0868)

- Fix btree index corruption from insertions concurrent with vacuuming (Tom Lane)

An index page split caused by an insertion could sometimes cause a concurrently-running **VACUUM** to miss removing index entries that it should remove. After the corresponding table rows are removed, the dangling index entries would cause errors (such as « could not read block N in file ... ») or worse, silently wrong query results after unrelated rows are re-inserted at the now-free table locations. This bug has been present since release 8.2, but occurs so infrequently that it was not diagnosed until now. If you have reason to suspect that it has happened in your database, reindexing the affected index will fix things.

- Update per-column permissions, not only per-table permissions, when changing table owner (Tom Lane)

Failure to do this meant that any previously granted column permissions were still shown as having been granted by the old owner. This meant that neither the new owner nor a superuser could revoke the now-untraceable-to-table-owner permissions.

- Allow non-existent values for some settings in **ALTER USER/DATABASE SET** (Heikki Linnakangas)

Allow `default_text_search_config`, `default_tablespace`, and `temp_tablespaces` to be set to names that are not known. This is because they might be known in another database where the setting is intended to be used, or for the tablespace cases because the tablespace might not be created yet. The same issue was previously recognized for `search_path`, and these settings now act like that one.

- Avoid crashing when we have problems deleting table files post-commit (Tom Lane)

Dropping a table should lead to deleting the underlying disk files only after the transaction commits. In event of failure then (for instance, because of wrong file permissions) the code is supposed to just emit a warning message and go on, since it's too

late to abort the transaction. This logic got broken as of release 8.4, causing such situations to result in a PANIC and an unres-tartable database.

- Track the OID counter correctly during WAL replay, even when it wraps around (Tom Lane)

Previously the OID counter would remain stuck at a high value until the system exited replay mode. The practical conse-quences of that are usually nil, but there are scenarios wherein a standby server that's been promoted to master might take a long time to advance the OID counter to a reasonable value once values are needed.

- Fix regular expression back-references with * attached (Tom Lane)

Rather than enforcing an exact string match, the code would effectively accept any string that satisfies the pattern sub-expression referenced by the back-reference symbol.

A similar problem still afflicts back-references that are embedded in a larger quantified expression, rather than being the im-mEDIATE subject of the quantifier. This will be addressed in a future PostgreSQL™ release.

- Fix recently-introduced memory leak in processing of inet/cidr values (Heikki Linnakangas)

A patch in the December 2011 releases of PostgreSQL™ caused memory leakage in these operations, which could be signifi-cant in scenarios such as building a btree index on such a column.

- Fix dangling pointer after **CREATE TABLE AS/SELECT INTO** in a SQL-language function (Tom Lane)

In most cases this only led to an assertion failure in assert-enabled builds, but worse consequences seem possible.

- Avoid double close of file handle in syslogger on Windows (MauMau)

Ordinarily this error was invisible, but it would cause an exception when running on a debug version of Windows.

- Fix I/O-conversion-related memory leaks in plpgsql (Andres Freund, Jan Urbanski, Tom Lane)

Certain operations would leak memory until the end of the current function.

- Improve pg_dump's handling of alled table columns (Tom Lane)

pg_dump mishandled situations where a child column has a different default expression than its parent column. If the default is textually identical to the parent's default, but not actually the same (for instance, because of schema search path differences) it would not be recognized as different, so that after dump and restore the child would be allowed to all the parent's default. Child columns that are NOT NULL where their parent is not could also be restored subtly incorrectly.

- Fix pg_restore's direct-to-database mode for INSERT-style table data (Tom Lane)

Direct-to-database restores from archive files made with --inserts or --column-inserts options fail when using pg_restore from a release dated September or December 2011, as a result of an oversight in a fix for another problem. The ar-chive file itself is not at fault, and text-mode output is okay.

- Allow AT option in ecpg DEALLOCATE statements (Michael Meskes)

The infrastructure to support this has been there for awhile, but through an oversight there was still an error check rejecting the case.

- Fix error in contrib/intarray's int[] & int[] operator (Guillaume Lelarge)

If the smallest integer the two input arrays have in common is 1, and there are smaller values in either array, then 1 would be incorrectly omitted from the result.

- Fix error detection in contrib/pgcrypto's encrypt_iv() and decrypt_iv() (Marko Kreen)

These functions failed to report certain types of invalid-input errors, and would instead return random garbage values for in-correct input.

- Fix one-byte buffer overrun in contrib/test_parser (Paul Guyot)

The code would try to read one more byte than it should, which would crash in corner cases. Since contrib/test_parser is only example code, this is not a security issue in itself, but bad example code is still bad.

- Use __sync_lock_test_and_set() for spinlocks on ARM, if available (Martin Pitt)

This function replaces our previous use of the SWPB instruction, which is deprecated and not available on ARMv6 and later. Reports suggest that the old code doesn't fail in an obvious way on recent ARM boards, but simply doesn't interlock concurrent accesses, leading to bizarre failures in multiprocess operation.

- Use -fexcess-precision=standard option when building with gcc versions that accept it (Andrew Dunstan)

This prevents assorted scenarios wherein recent versions of gcc will produce creative results.

- Allow use of threaded Python on FreeBSD (Chris Rees)

Our configure script previously believed that this combination wouldn't work; but FreeBSD fixed the problem, so remove that error check.

E.137. Release 8.4.10

Release date: 2011-12-05

This release contains a variety of fixes from 8.4.9. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.137.1. Migration to Version 8.4.10

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, a longstanding error was discovered in the definition of the `information_schema.referential_constraints` view. If you rely on correct results from that view, you should replace its definition as explained in the first changelog item below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.8, see Section E.139, « Release 8.4.8 ».

E.137.2. Changes

- Fix bugs in `information_schema.referential_constraints` view (Tom Lane)

This view was being insufficiently careful about matching the foreign-key constraint to the depended-on primary or unique key constraint. That could result in failure to show a foreign key constraint at all, or showing it multiple times, or claiming that it depends on a different constraint than the one it really does.

Since the view definition is installed by `initdb`, merely upgrading will not fix the problem. If you need to fix this in an existing installation, you can (as a superuser) drop the `information_schema` schema then re-create it by sourcing `SHAREDIR/information_schema.sql`. (Run `pg_config --sharedir` if you're uncertain where `SHAREDIR` is.) This must be repeated in each database to be fixed.

- Fix incorrect replay of WAL records for GIN index updates (Tom Lane)

This could result in transiently failing to find index entries after a crash, or on a hot-standby server. The problem would be repaired by the next **VACUUM** of the index, however.

- Fix TOAST-related data corruption during `CREATE TABLE dest AS SELECT * FROM src` or `INSERT INTO dest SELECT * FROM src` (Tom Lane)

If a table has been modified by **ALTER TABLE ADD COLUMN**, attempts to copy its data verbatim to another table could produce corrupt results in certain corner cases. The problem can only manifest in this precise form in 8.4 and later, but we patched earlier versions as well in case there are other code paths that could trigger the same bug.

- Fix race condition during toast table access from stale syscache entries (Tom Lane)

The typical symptom was transient errors like « missing chunk number 0 for toast value NNNNN in pg_toast_2619 », where the cited toast table would always belong to a system catalog.

- Track dependencies of functions on items used in parameter default expressions (Tom Lane)

Previously, a referenced object could be dropped without having dropped or modified the function, leading to misbehavior when the function was used. Note that merely installing this update will not fix the missing dependency entries; to do that, you'd need to **CREATE OR REPLACE** each such function afterwards. If you have functions whose defaults depend on non-built-in objects, doing so is recommended.

- Allow inlining of set-returning SQL functions with multiple OUT parameters (Tom Lane)

- Make `DatumGetInetP()` unpack inet datums that have a 1-byte header, and add a new macro, `DatumGetInetPP()`, that does not (Heikki Linnakangas)

This change affects no core code, but might prevent crashes in add-on code that expects `DatumGetInetP()` to produce an unpacked datum as per usual convention.

- Improve locale support in money type's input and output (Tom Lane)

Aside from not supporting all standard `lc_monetary` formatting options, the input and output functions were inconsistent, meaning there were locales in which dumped money values could not be re-read.

- Don't let `transform_null_equals` affect `CASE foo WHEN NULL ...` constructs (Heikki Linnakangas)

`transform_null_equals` is only supposed to affect `foo = NULL` expressions written directly by the user, not equality checks generated internally by this form of `CASE`.

- Change foreign-key trigger creation order to better support self-referential foreign keys (Tom Lane)

For a cascading foreign key that references its own table, a row update will fire both the `ON UPDATE` trigger and the `CHECK` trigger as one event. The `ON UPDATE` trigger must execute first, else the `CHECK` will check a non-final state of the row and possibly throw an inappropriate error. However, the firing order of these triggers is determined by their names, which generally sort in creation order since the triggers have auto-generated names following the convention

« `RI_ConstraintTrigger_NNNN` ». A proper fix would require modifying that convention, which we will do in 9.2, but it seems risky to change it in existing releases. So this patch just changes the creation order of the triggers. Users encountering this type of error should drop and re-create the foreign key constraint to get its triggers into the right order.

- Avoid floating-point underflow while tracking buffer allocation rate (Greg Matthews)

While harmless in itself, on certain platforms this would result in annoying kernel log messages.

- Preserve configuration file name and line number values when starting child processes under Windows (Tom Lane)

Formerly, these would not be displayed correctly in the `pg_settings` view.

- Preserve blank lines within commands in `psql`'s command history (Robert Haas)

The former behavior could cause problems if an empty line was removed from within a string literal, for example.

- Fix `pg_dump` to dump user-defined casts between auto-generated types, such as table rowtypes (Tom Lane)

- Use the preferred version of `xsubpp` to build PL/Perl, not necessarily the operating system's main copy (David Wheeler and Alex Hunsaker)

- Fix incorrect coding in `contrib/dict_int` and `contrib/dict_xsyn` (Tom Lane)

Some functions incorrectly assumed that memory returned by `malloc()` is guaranteed zeroed.

- Honor query cancel interrupts promptly in `pgstatindex()` (Robert Haas)

- Ensure VPATH builds properly install all server header files (Peter Eisentraut)

- Shorten file names reported in verbose error messages (Peter Eisentraut)

Regular builds have always reported just the name of the C file containing the error message call, but VPATH builds formerly reported an absolute path name.

- Fix interpretation of Windows timezone names for Central America (Tom Lane)

Map « Central America Standard Time » to CST6, not CST6CDT, because DST is generally not observed anywhere in Central America.

- Update time zone data files to tzdata release 2011n for DST law changes in Brazil, Cuba, Fiji, Palestine, Russia, and Samoa; also historical corrections for Alaska and British East Africa.

E.138. Release 8.4.9

Release date: 2011-09-26

This release contains a variety of fixes from 8.4.8. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.138.1. Migration to Version 8.4.9

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.8, see Section E.139, « Release 8.4.8 ».

E.138.2. Changes

- Fix bugs in indexing of in-doubt HOT-updated tuples (Tom Lane)

These bugs could result in index corruption after reindexing a system catalog. They are not believed to affect user indexes.

- Fix multiple bugs in GiST index page split processing (Heikki Linnakangas)

The probability of occurrence was low, but these could lead to index corruption.

- Fix possible buffer overrun in `tsvector_concat()` (Tom Lane)

The function could underestimate the amount of memory needed for its result, leading to server crashes.

- Fix crash in `xml_recv` when processing a « standalone » parameter (Tom Lane)

- Make `pg_options_to_table` return NULL for an option with no value (Tom Lane)

Previously such cases would result in a server crash.

- Avoid possibly accessing off the end of memory in **ANALYZE** and in SJIS-2004 encoding conversion (Noah Misch)

This fixes some very-low-probability server crash scenarios.

- Prevent intermittent hang in interactions of startup process with bgwriter process (Simon Riggs)

This affected recovery in non-hot-standby cases.

- Fix race condition in relcache init file invalidation (Tom Lane)

There was a window wherein a new backend process could read a stale init file but miss the inval messages that would tell it the data is stale. The result would be bizarre failures in catalog accesses, typically « could not read block 0 in file ... » later during startup.

- Fix memory leak at end of a GiST index scan (Tom Lane)

Commands that perform many separate GiST index scans, such as verification of a new GiST-based exclusion constraint on a table already containing many rows, could transiently require large amounts of memory due to this leak.

- Fix incorrect memory accounting (leading to possible memory bloat) in tuplestores supporting holdable cursors and plpgsql's `RETURN NEXT` command (Tom Lane)

- Fix performance problem when constructing a large, lossy bitmap (Tom Lane)

- Fix join selectivity estimation for unique columns (Tom Lane)

This fixes an erroneous planner heuristic that could lead to poor estimates of the result size of a join.

- Fix nested PlaceHolderVar expressions that appear only in sub-select target lists (Tom Lane)

This mistake could result in outputs of an outer join incorrectly appearing as NULL.

- Allow nested **EXISTS** queries to be optimized properly (Tom Lane)

- Fix array- and path-creating functions to ensure padding bytes are zeroes (Tom Lane)

This avoids some situations where the planner will think that semantically-equal constants are not equal, resulting in poor optimization.

- Fix **EXPLAIN** to handle gating Result nodes within inner-indexscan subplans (Tom Lane)

The usual symptom of this oversight was « bogus varno » errors.

- Work around gcc 4.6.0 bug that breaks WAL replay (Tom Lane)

This could lead to loss of committed transactions after a server crash.

- Fix dump bug for **VALUES** in a view (Tom Lane)

- Disallow **SELECT FOR UPDATE / SHARE** on sequences (Tom Lane)

This operation doesn't work as expected and can lead to failures.

- Fix **VACUUM** so that it always updates `pg_class.reltuples/relpages` (Tom Lane)

This fixes some scenarios where autovacuum could make increasingly poor decisions about when to vacuum tables.

- Defend against integer overflow when computing size of a hash table (Tom Lane)

- Fix cases where **CLUSTER** might attempt to access already-removed TOAST data (Tom Lane)

- Fix portability bugs in use of credentials control messages for « peer » authentication (Tom Lane)
- Fix SSPI login when multiple roundtrips are required (Ahmed Shinwari, Magnus Hagander)

The typical symptom of this problem was « The function requested is not supported » errors during SSPI login.
- Throw an error if `pg_hba.conf` contains `hostssl` but SSL is disabled (Tom Lane)

This was concluded to be more user-friendly than the previous behavior of silently ignoring such lines.
- Fix typo in `pg_srand48` seed initialization (Andres Freund)

This led to failure to use all bits of the provided seed. This function is not used on most platforms (only those without `srandom`), and the potential security exposure from a less-random-than-expected seed seems minimal in any case.
- Avoid integer overflow when the sum of `LIMIT` and `OFFSET` values exceeds 2^{63} (Heikki Linnakangas)
- Add overflow checks to `int4` and `int8` versions of `generate_series()` (Robert Haas)
- Fix trailing-zero removal in `to_char()` (Marti Raudsepp)

In a format with `FM` and no digit positions after the decimal point, zeroes to the left of the decimal point could be removed incorrectly.
- Fix `pg_size.pretty()` to avoid overflow for inputs close to 2^{63} (Tom Lane)
- Weaken plpgsql's check for typmod matching in record values (Tom Lane)

An overly enthusiastic check could lead to discarding length modifiers that should have been kept.
- Correctly handle quotes in locale names during `initdb` (Heikki Linnakangas)

The case can arise with some Windows locales, such as « People's Republic of China ».
- Fix `pg_upgrade` to preserve toast tables' `relfrozenxids` during an upgrade from 8.3 (Bruce Momjian)

Failure to do this could lead to `pg_clog` files being removed too soon after the upgrade.
- In `pg_ctl`, support silent mode for service registrations on Windows (MauMau)
- Fix psql's counting of script file line numbers during `COPY` from a different file (Tom Lane)
- Fix `pg_restore`'s direct-to-database mode for `standard_conforming_strings` (Tom Lane)

`pg_restore` could emit incorrect commands when restoring directly to a database server from an archive file that had been made with `standard_conforming_strings` set to on.
- Be more user-friendly about unsupported cases for parallel `pg_restore` (Tom Lane)

This change ensures that such cases are detected and reported before any restore actions have been taken.
- Fix write-past-buffer-end and memory leak in libpq's LDAP service lookup code (Albe Laurenz)
- In libpq, avoid failures when using nonblocking I/O and an SSL connection (Martin Pihlak, Tom Lane)
- Improve libpq's handling of failures during connection startup (Tom Lane)

In particular, the response to a server report of `fork()` failure during SSL connection startup is now saner.
- Improve libpq's error reporting for SSL failures (Tom Lane)
- Fix `PQsetvalue()` to avoid possible crash when adding a new tuple to a PGresult originally obtained from a server query (Andrew Chernow)
- Make ecpglib write double values with 15 digits precision (Akira Kurosawa)
- In ecpglib, be sure `LC_NUMERIC` setting is restored after an error (Michael Meskes)
- Apply upstream fix for blowfish signed-character bug (CVE-2011-2483) (Tom Lane)

`contrib/pg_crypto`'s blowfish encryption code could give wrong results on platforms where `char` is signed (which is most), leading to encrypted passwords being weaker than they should be.
- Fix memory leak in `contrib/seg` (Heikki Linnakangas)
- Fix `pgstatindex()` to give consistent results for empty indexes (Tom Lane)
- Allow building with perl 5.14 (Alex Hunsaker)

- Update configure script's method for probing existence of system functions (Tom Lane)
The version of autoconf we used in 8.3 and 8.2 could be fooled by compilers that perform link-time optimization.
- Fix assorted issues with build and install file paths containing spaces (Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2011i for DST law changes in Canada, Egypt, Russia, Samoa, and South Sudan.

E.139. Release 8.4.8

Release date: 2011-04-18

This release contains a variety of fixes from 8.4.7. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.139.1. Migration to Version 8.4.8

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

However, if your installation was upgraded from a previous major release by running `pg_upgrade`, you should take action to prevent possible data loss due to a now-fixed bug in `pg_upgrade`. The recommended solution is to run **VACUUM FREEZE** on all TOAST tables. More information is available at http://wiki.postgresql.org/wiki/20110408pg_upgrade_fix.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.2, see Section E.145, « Release 8.4.2 ».

E.139.2. Changes

- Fix `pg_upgrade`'s handling of TOAST tables (Bruce Momjian)

The `pg_class.relfrozenxid` value for TOAST tables was not correctly copied into the new installation during `pg_upgrade`. This could later result in `pg_clog` files being discarded while they were still needed to validate tuples in the TOAST tables, leading to « could not access status of transaction » failures.

This error poses a significant risk of data loss for installations that have been upgraded with `pg_upgrade`. This patch corrects the problem for future uses of `pg_upgrade`, but does not in itself cure the issue in installations that have been processed with a buggy version of `pg_upgrade`.

- Suppress incorrect « PD_ALL_VISIBLE flag was incorrectly set » warning (Heikki Linnakangas)

VACUUM would sometimes issue this warning in cases that are actually valid.

- Disallow including a composite type in itself (Tom Lane)

This prevents scenarios wherein the server could recurse infinitely while processing the composite type. While there are some possible uses for such a structure, they don't seem compelling enough to justify the effort required to make sure it always works safely.

- Avoid potential deadlock during catalog cache initialization (Nikhil Sontakke)

In some cases the cache loading code would acquire share lock on a system index before locking the index's catalog. This could deadlock against processes trying to acquire exclusive locks in the other, more standard order.

- Fix dangling-pointer problem in BEFORE ROW UPDATE trigger handling when there was a concurrent update to the target tuple (Tom Lane)

This bug has been observed to result in intermittent « cannot extract system attribute from virtual tuple » failures while trying to do `UPDATE RETURNING ctid`. There is a very small probability of more serious errors, such as generating incorrect index entries for the updated tuple.

- Disallow **DROP TABLE** when there are pending deferred trigger events for the table (Tom Lane)

Formerly the **DROP** would go through, leading to « could not open relation with OID nnn » errors when the triggers were eventually fired.

- Prevent crash triggered by constant-false WHERE conditions during GEQO optimization (Tom Lane)

- Improve planner's handling of semi-join and anti-join cases (Tom Lane)

- Fix selectivity estimation for text search to account for NULLs (Jesper Krogh)

- Improve PL/pgSQL's ability to handle row types with dropped columns (Pavel Stehule)

This is a back-patch of fixes previously made in 9.0.

- Fix PL/Python memory leak involving array slices (Daniel Popowich)
- Fix pg_restore to cope with long lines (over 1KB) in TOC files (Tom Lane)
- Put in more safeguards against crashing due to division-by-zero with overly enthusiastic compiler optimization (Aurelien Jarno)
- Support use of dlopen() in FreeBSD and OpenBSD on MIPS (Tom Lane)

There was a hard-wired assumption that this system function was not available on MIPS hardware on these systems. Use a compile-time test instead, since more recent versions have it.

- Fix compilation failures on HP-UX (Heikki Linnakangas)
- Fix version-incompatibility problem with libintl on Windows (Hirosi Inoue)
- Fix usage of xcopy in Windows build scripts to work correctly under Windows 7 (Andrew Dunstan)
This affects the build scripts only, not installation or usage.
- Fix path separator used by pg_regress on Cygwin (Andrew Dunstan)
- Update time zone data files to tzdata release 2011f for DST law changes in Chile, Cuba, Falkland Islands, Morocco, Samoa, and Turkey; also historical corrections for South Australia, Alaska, and Hawaii.

E.140. Release 8.4.7

Release date: 2011-01-31

This release contains a variety of fixes from 8.4.6. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.140.1. Migration to Version 8.4.7

A dump/restore is not required for those running 8.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.2, see Section E.145, « Release 8.4.2 ».

E.140.2. Changes

- Avoid failures when **EXPLAIN** tries to display a simple-form CASE expression (Tom Lane)
If the CASE's test expression was a constant, the planner could simplify the CASE into a form that confused the expression-display code, resulting in « unexpected CASE WHEN clause » errors.
- Fix assignment to an array slice that is before the existing range of subscripts (Tom Lane)
If there was a gap between the newly added subscripts and the first pre-existing subscript, the code miscalculated how many entries needed to be copied from the old array's null bitmap, potentially leading to data corruption or crash.
- Avoid unexpected conversion overflow in planner for very distant date values (Tom Lane)
The date type supports a wider range of dates than can be represented by the timestamp types, but the planner assumed it could always convert a date to timestamp with impunity.
- Fix pg_restore's text output for large objects (BLOBs) when standard_conforming_strings is on (Tom Lane)
Although restoring directly to a database worked correctly, string escaping was incorrect if pg_restore was asked for SQL text output and standard_conforming_strings had been enabled in the source database.
- Fix erroneous parsing of tsquery values containing . . . & ! (subexpression) | . . . (Tom Lane)
Queries containing this combination of operators were not executed correctly. The same error existed in contrib/intarray's query_int type and contrib/ltree's ltxtquery type.
- Fix buffer overrun in contrib/intarray's input function for the query_int type (Apple)
This bug is a security risk since the function's return address could be overwritten. Thanks to Apple Inc's security team for reporting this issue and supplying the fix. (CVE-2010-4015)
- Fix bug in contrib/seg's GiST picksplit algorithm (Alexander Korotkov)

This could result in considerable inefficiency, though not actually incorrect answers, in a GiST index on a seg column. If you have such an index, consider **REINDEX**ing it after installing this update. (This is identical to the bug that was fixed in contrib/cube in the previous update.)

E.141. Release 8.4.6

Release date: 2010-12-16

This release contains a variety of fixes from 8.4.5. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.141.1. Migration to Version 8.4.6

A dump/restore is not required for those running 8.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.2, see Section E.145, « Release 8.4.2 ».

E.141.2. Changes

- Force the default wal_sync_method to be fdatasync on Linux (Tom Lane, Marti Raudsepp)

The default on Linux has actually been fdatasync for many years, but recent kernel changes caused PostgreSQL™ to choose open_datasync instead. This choice did not result in any performance improvement, and caused outright failures on certain filesystems, notably ext4 with the data=journal mount option.

- Fix assorted bugs in WAL replay logic for GIN indexes (Tom Lane)

This could result in « bad buffer id: 0 » failures or corruption of index contents during replication.

- Fix recovery from base backup when the starting checkpoint WAL record is not in the same WAL segment as its redo point (Jeff Davis)

- Fix persistent slowdown of autovacuum workers when multiple workers remain active for a long time (Tom Lane)

The effective vacuum_cost_limit for an autovacuum worker could drop to nearly zero if it processed enough tables, causing it to run extremely slowly.

- Add support for detecting register-stack overrun on IA64 (Tom Lane)

The IA64 architecture has two hardware stacks. Full prevention of stack-overrun failures requires checking both.

- Add a check for stack overflow in copyObject() (Tom Lane)

Certain code paths could crash due to stack overflow given a sufficiently complex query.

- Fix detection of page splits in temporary GiST indexes (Heikki Linnakangas)

It is possible to have a « concurrent » page split in a temporary index, if for example there is an open cursor scanning the index when an insertion is done. GiST failed to detect this case and hence could deliver wrong results when execution of the cursor continued.

- Fix error checking during early connection processing (Tom Lane)

The check for too many child processes was skipped in some cases, possibly leading to postmaster crash when attempting to add the new child process to fixed-size arrays.

- Improve efficiency of window functions (Tom Lane)

Certain cases where a large number of tuples needed to be read in advance, but work_mem was large enough to allow them all to be held in memory, were unexpectedly slow. percent_rank(), cume_dist() and ntile() in particular were subject to this problem.

- Avoid memory leakage while ANALYZE'ing complex index expressions (Tom Lane)

- Ensure an index that uses a whole-row Var still depends on its table (Tom Lane)

An index declared like create index i on t (foo(t.*)) would not automatically get dropped when its table was dropped.

- Do not « inline » a SQL function with multiple OUT parameters (Tom Lane)

This avoids a possible crash due to loss of information about the expected result rowtype.

- Behave correctly if ORDER BY, LIMIT, FOR UPDATE, or WITH is attached to the VALUES part of INSERT . . . VALUES (Tom Lane)
- Fix constant-folding of COALESCE() expressions (Tom Lane)

The planner would sometimes attempt to evaluate sub-expressions that in fact could never be reached, possibly leading to unexpected errors.
- Fix postmaster crash when connection acceptance (accept() or one of the calls made immediately after it) fails, and the postmaster was compiled with GSSAPI support (Alexander Chernikov)
- Fix missed unlink of temporary files when log_temp_files is active (Tom Lane)

If an error occurred while attempting to emit the log message, the unlink was not done, resulting in accumulation of temp files.
- Add print functionality for InhRelation nodes (Tom Lane)

This avoids a failure when debug_print_parse is enabled and certain types of query are executed.
- Fix incorrect calculation of distance from a point to a horizontal line segment (Tom Lane)

This bug affected several different geometric distance-measurement operators.
- Fix incorrect calculation of transaction status in ecpg (Itagaki Takahiro)
- Fix PL/pgSQL's handling of « simple » expressions to not fail in recursion or error-recovery cases (Tom Lane)
- Fix PL/Python's handling of set-returning functions (Jan Urbanski)

Attempts to call SPI functions within the iterator generating a set result would fail.
- Fix bug in contrib/cube's GiST picksplit algorithm (Alexander Korotkov)

This could result in considerable inefficiency, though not actually incorrect answers, in a GiST index on a cube column. If you have such an index, consider REINDEXing it after installing this update.
- Don't emit « identifier will be truncated » notices in contrib/dblink except when creating new connections (Itagaki Takahiro)
- Fix potential coredump on missing public key in contrib/pgcrypto (Marti Raudsepp)
- Fix memory leak in contrib/xml2's XPath query functions (Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2010o for DST law changes in Fiji and Samoa; also historical corrections for Hong Kong.

E.142. Release 8.4.5

Release date: 2010-10-04

This release contains a variety of fixes from 8.4.4. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.142.1. Migration to Version 8.4.5

A dump/restore is not required for those running 8.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.2, see Section E.145, « Release 8.4.2 ».

E.142.2. Changes

- Use a separate interpreter for each calling SQL userid in PL/Perl and PL/Tcl (Tom Lane)

This change prevents security problems that can be caused by subverting Perl or Tcl code that will be executed later in the same session under another SQL user identity (for example, within a SECURITY DEFINER function). Most scripting languages offer numerous ways that that might be done, such as redefining standard functions or operators called by the target function. Without this change, any SQL user with Perl or Tcl language usage rights can do essentially anything with the SQL privileges of the target function's owner.

The cost of this change is that intentional communication among Perl and Tcl functions becomes more difficult. To provide an escape hatch, PL/PerlU and PL/TclU functions continue to use only one interpreter per session. This is not considered a security issue since all such functions execute at the trust level of a database superuser already.

It is likely that third-party procedural languages that claim to offer trusted execution have similar security issues. We advise contacting the authors of any PL you are depending on for security-critical purposes.

Our thanks to Tim Bunce for pointing out this issue (CVE-2010-3433).

- Prevent possible crashes in `pg_get_expr()` by disallowing it from being called with an argument that is not one of the system catalog columns it's intended to be used with (Heikki Linnakangas, Tom Lane)

- Treat exit code 128 (`ERROR_WAIT_NO_CHILDREN`) as non-fatal on Windows (Magnus Hagander)

Under high load, Windows processes will sometimes fail at startup with this error code. Formerly the postmaster treated this as a panic condition and restarted the whole database, but that seems to be an overreaction.

- Fix incorrect placement of placeholder evaluation (Tom Lane)

This bug could result in query outputs being non-null when they should be null, in cases where the inner side of an outer join is a sub-select with non-strict expressions in its output list.

- Fix possible duplicate scans of `UNION ALL` member relations (Tom Lane)

- Fix « cannot handle unplanned sub-select » error (Tom Lane)

This occurred when a sub-select contains a join alias reference that expands into an expression containing another sub-select.

- Fix mishandling of whole-row Vars that reference a view or sub-select and appear within a nested sub-select (Tom Lane)

- Fix mishandling of cross-type `IN` comparisons (Tom Lane)

This could result in failures if the planner tried to implement an `IN` join with a sort-then-unique-then-plain-join plan.

- Fix computation of **ANALYZE** statistics for tsvector columns (Jan Urbanski)

The original coding could produce incorrect statistics, leading to poor plan choices later.

- Improve planner's estimate of memory used by `array_agg()`, `string_agg()`, and similar aggregate functions (Hitoshi Harada)

The previous drastic underestimate could lead to out-of-memory failures due to inappropriate choice of a hash-aggregation plan.

- Fix failure to mark cached plans as transient (Tom Lane)

If a plan is prepared while **CREATE INDEX CONCURRENTLY** is in progress for one of the referenced tables, it is supposed to be re-planned once the index is ready for use. This was not happening reliably.

- Reduce PANIC to ERROR in some occasionally-reported btree failure cases, and provide additional detail in the resulting error messages (Tom Lane)

This should improve the system's robustness with corrupted indexes.

- Fix incorrect search logic for partial-match queries with GIN indexes (Tom Lane)

Cases involving AND/OR combination of several GIN index conditions didn't always give the right answer, and were sometimes much slower than necessary.

- Prevent `show_session_authorization()` from crashing within autovacuum processes (Tom Lane)

- Defend against functions returning setof record where not all the returned rows are actually of the same rowtype (Tom Lane)

- Fix possible corruption of pending trigger event lists during subtransaction rollback (Tom Lane)

This could lead to a crash or incorrect firing of triggers.

- Fix possible failure when hashing a pass-by-reference function result (Tao Ma, Tom Lane)

- Improve merge join's handling of NULLs in the join columns (Tom Lane)

A merge join can now stop entirely upon reaching the first NULL, if the sort order is such that NULLs sort high.

- Take care to fsync the contents of lockfiles (both `postmaster.pid` and the socket lockfile) while writing them (Tom Lane)

This omission could result in corrupted lockfile contents if the machine crashes shortly after postmaster start. That could in turn prevent subsequent attempts to start the postmaster from succeeding, until the lockfile is manually removed.

- Avoid recursion while assigning XIDs to heavily-nested subtransactions (Andres Freund, Robert Haas)

The original coding could result in a crash if there was limited stack space.

- Avoid holding open old WAL segments in the walwriter process (Magnus Hagander, Heikki Linnakangas)
The previous coding would prevent removal of no-longer-needed segments.
- Fix `log_line_prefix`'s %i escape, which could produce junk early in backend startup (Tom Lane)
- Prevent misinterpretation of partially-specified relation options for TOAST tables (Itagaki Takahiro)
In particular, `fillfactor` would be read as zero if any other reloption had been set for the table, leading to serious bloat.
- Fix allance count tracking in **ALTER TABLE ... ADD CONSTRAINT** (Robert Haas)
- Fix possible data corruption in **ALTER TABLE ... SET TABLESPACE** when archiving is enabled (Jeff Davis)
- Allow **CREATE DATABASE** and **ALTER DATABASE ... SET TABLESPACE** to be interrupted by query-cancel (Guillaume Lelarge)
- Improve **CREATE INDEX**'s checking of whether proposed index expressions are immutable (Tom Lane)
- Fix **REASSIGN OWNED** to handle operator classes and families (Asko Tiidumaa)
- Fix possible core dump when comparing two empty tsquery values (Tom Lane)
- Fix **LIKE**'s handling of patterns containing % followed by _ (Tom Lane)
We've fixed this before, but there were still some incorrectly-handled cases.
- Re-allow input of Julian dates prior to 0001-01-01 AD (Tom Lane)
Input such as '`J100000`' :: `date` worked before 8.4, but was unintentionally broken by added error-checking.
- Fix PL/pgSQL to throw an error, not crash, if a cursor is closed within a FOR loop that is iterating over that cursor (Heikki Linnakangas)
- In PL/Python, defend against null pointer results from `PyCObject_AsVoidPtr` and `PyCObject_FromVoidPtr` (Peter Eisentraut)
- In libpq, fix full SSL certificate verification for the case where both `host` and `hostaddr` are specified (Tom Lane)
- Make psql recognize **DISCARD ALL** as a command that should not be encased in a transaction block in autocommit-off mode (Itagaki Takahiro)
- Fix some issues in pg_dump's handling of SQL/MED objects (Tom Lane)
Notably, pg_dump would always fail if run by a non-superuser, which was not intended.
- Improve pg_dump and pg_restore's handling of non-seekable archive files (Tom Lane, Robert Haas)
This is important for proper functioning of parallel restore.
- Improve parallel pg_restore's ability to cope with selective restore (`-L` option) (Tom Lane)
The original code tended to fail if the `-L` file commanded a non-default restore ordering.
- Fix ecpg to process data from RETURNING clauses correctly (Michael Meskes)
- Fix some memory leaks in ecpg (Zoltan Boszormenyi)
- Improve contrib/dblink's handling of tables containing dropped columns (Tom Lane)
- Fix connection leak after « duplicate connection name » errors in contrib/dblink (Itagaki Takahiro)
- Fix contrib/dblink to handle connection names longer than 62 bytes correctly (Itagaki Takahiro)
- Add `hstore(text, text)` function to contrib/hstore (Robert Haas)
This function is the recommended substitute for the now-deprecated `=>` operator. It was back-patched so that future-proofed code can be used with older server versions. Note that the patch will be effective only after contrib/hstore is installed or reinstalled in a particular database. Users might prefer to execute the **CREATE FUNCTION** command by hand, instead.
- Update build infrastructure and documentation to reflect the source code repository's move from CVS to Git (Magnus Hagander and others)
- Update time zone data files to tzdata release 2010l for DST law changes in Egypt and Palestine; also historical corrections for Finland.
This change also adds new names for two Micronesian timezones: Pacific/Chuuk is now preferred over Pacific/Truk (and the preferred abbreviation is CHUT not TRUT) and Pacific/Pohnpei is preferred over Pacific/Ponape.

- Make Windows' « N. Central Asia Standard Time » timezone map to Asia/Novosibirsk, not Asia/Almaty (Magnus Hagander)
Microsoft changed the DST behavior of this zone in the timezone update from KB976098. Asia/Novosibirsk is a better match to its new behavior.

E.143. Release 8.4.4

Release date: 2010-05-17

This release contains a variety of fixes from 8.4.3. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.143.1. Migration to Version 8.4.4

A dump/restore is not required for those running 8.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.2, see Section E.145, « Release 8.4.2 ».

E.143.2. Changes

- Enforce restrictions in plperl using an opmask applied to the whole interpreter, instead of using Safe.pm (Tim Bunce, Andrew Dunstan)

Recent developments have convinced us that Safe.pm is too insecure to rely on for making plperl trustable. This change removes use of Safe.pm altogether, in favor of using a separate interpreter with an opcode mask that is always applied. Pleasant side effects of the change include that it is now possible to use Perl's strict pragma in a natural way in plperl, and that Perl's \$a and \$b variables work as expected in sort routines, and that function compilation is significantly faster. (CVE-2010-1169)

- Prevent PL/Tcl from executing untrustworthy code from pltcl_modules (Tom)

PL/Tcl's feature for autoloading Tcl code from a database table could be exploited for trojan-horse attacks, because there was no restriction on who could create or insert into that table. This change disables the feature unless pltcl_modules is owned by a superuser. (However, the permissions on the table are not checked, so installations that really need a less-than-secure modules table can still grant suitable privileges to trusted non-superusers.) Also, prevent loading code into the unrestricted « normal » Tcl interpreter unless we are really going to execute a pltclu function. (CVE-2010-1170)

- Fix data corruption during WAL replay of ALTER ... SET TABLESPACE (Tom)

When archive_mode is on, ALTER ... SET TABLESPACE generates a WAL record whose replay logic was incorrect. It could write the data to the wrong place, leading to possibly-unrecoverable data corruption. Data corruption would be observed on standby slaves, and could occur on the master as well if a database crash and recovery occurred after committing the ALTER and before the next checkpoint.

- Fix possible crash if a cache reset message is received during rebuild of a relcache entry (Heikki)

This error was introduced in 8.4.3 while fixing a related failure.

- Apply per-function GUC settings while running the language validator for the function (Itagaki Takahiro)

This avoids failures if the function's code is invalid without the setting; an example is that SQL functions may not parse if the search_path is not correct.

- Do constraint exclusion for allied **UPDATE** and **DELETE** target tables when constraint_exclusion = partition (Tom)

Due to an oversight, this setting previously only caused constraint exclusion to be checked in **SELECT** commands.

- Do not allow an unprivileged user to reset superuser-only parameter settings (Alvaro)

Previously, if an unprivileged user ran ALTER USER ... RESET ALL for himself, or ALTER DATABASE ... RESET ALL for a database he owns, this would remove all special parameter settings for the user or database, even ones that are only supposed to be changeable by a superuser. Now, the **ALTER** will only remove the parameters that the user has permission to change.

- Avoid possible crash during backend shutdown if shutdown occurs when a CONTEXT addition would be made to log entries (Tom)

In some cases the context-printing function would fail because the current transaction had already been rolled back when it came time to print a log message.

- Fix erroneous handling of %r parameter in `recovery_end_command` (Heikki)
The value always came out zero.
 - Ensure the archiver process responds to changes in `archive_command` as soon as possible (Tom)
 - Fix PL/pgSQL's CASE statement to not fail when the case expression is a query that returns no rows (Tom)
 - Update PL/Perl's `ppport.h` for modern Perl versions (Andrew)
 - Fix assorted memory leaks in PL/Python (Andreas Freund, Tom)
 - Handle empty-string connect parameters properly in `ecpg` (Michael)
 - Prevent infinite recursion in `psql` when expanding a variable that refers to itself (Tom)
 - Fix `psql`'s `\copy` to not add spaces around a dot within `\copy (select ...)` (Tom)
Addition of spaces around the decimal point in a numeric literal would result in a syntax error.
 - Avoid formatting failure in `psql` when running in a locale context that doesn't match the `client_encoding` (Tom)
 - Fix unnecessary « GIN indexes do not support whole-index scans » errors for unsatisfiable queries using `contrib/in-tarray` operators (Tom)
 - Ensure that `contrib/pgstattuple` functions respond to cancel interrupts promptly (Tatsuhiro Kasahara)
 - Make server startup deal properly with the case that `shmget()` returns `EINVAL` for an existing shared memory segment (Tom)
- This behavior has been observed on BSD-derived kernels including macOS. It resulted in an entirely-misleading startup failure complaining that the shared memory request size was too large.
- Avoid possible crashes in syslogger process on Windows (Heikki)
 - Deal more robustly with incomplete time zone information in the Windows registry (Magnus)
 - Update the set of known Windows time zone names (Magnus)
 - Update time zone data files to tzdata release 2010j for DST law changes in Argentina, Australian Antarctic, Bangladesh, Mexico, Morocco, Pakistan, Palestine, Russia, Syria, Tunisia; also historical corrections for Taiwan.
- Also, add PKST (Pakistan Summer Time) to the default set of timezone abbreviations.

E.144. Release 8.4.3

Release date: 2010-03-15

This release contains a variety of fixes from 8.4.2. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.144.1. Migration to Version 8.4.3

A dump/restore is not required for those running 8.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.4.2, see Section E.145, « Release 8.4.2 ».

E.144.2. Changes

- Add new configuration parameter `ssl_renegotiation_limit` to control how often we do session key renegotiation for an SSL connection (Magnus)

This can be set to zero to disable renegotiation completely, which may be required if a broken SSL library is used. In particular, some vendors are shipping stopgap patches for CVE-2009-3555 that cause renegotiation attempts to fail.
- Fix possible deadlock during backend startup (Tom)
- Fix possible crashes due to not handling errors during relcache reload cleanly (Tom)
- Fix possible crash due to use of dangling pointer to a cached plan (Tatsuo)
- Fix possible crash due to overenthusiastic invalidation of cached plan for **ROLLBACK** (Tom)
- Fix possible crashes when trying to recover from a failure in subtransaction start (Tom)

- Fix server memory leak associated with use of savepoints and a client encoding different from server's encoding (Tom)
- Fix incorrect WAL data emitted during end-of-recovery cleanup of a GIST index page split (Yoichi Hirai)

This would result in index corruption, or even more likely an error during WAL replay, if we were unlucky enough to crash during end-of-recovery cleanup after having completed an incomplete GIST insertion.

- Fix bug in WAL redo cleanup method for GIN indexes (Heikki)
- Fix incorrect comparison of scan key in GIN index search (Teodor)
- Make `substring()` for bit types treat any negative length as meaning « all the rest of the string » (Tom)

The previous coding treated only -1 that way, and would produce an invalid result value for other negative values, possibly leading to a crash (CVE-2010-0442).

- Fix integer-to-bit-string conversions to handle the first fractional byte correctly when the output bit width is wider than the given integer by something other than a multiple of 8 bits (Tom)
- Fix some cases of pathologically slow regular expression matching (Tom)
- Fix bug occurring when trying to inline a SQL function that returns a set of a composite type that contains dropped columns (Tom)
- Fix bug with trying to update a field of an element of a composite-type array column (Tom)
- Avoid failure when **EXPLAIN** has to print a FieldStore or assignment ArrayRef expression (Tom)

These cases can arise now that **EXPLAIN VERBOSE** tries to print plan node target lists.

- Avoid an unnecessary coercion failure in some cases where an undecorated literal string appears in a subquery within **UNION/INTERSECT/EXCEPT** (Tom)

This fixes a regression for some cases that worked before 8.4.

- Avoid undesirable rowtype compatibility check failures in some cases where a whole-row Var has a rowtype that contains dropped columns (Tom)
- Fix the `STOP WAL LOCATION` entry in backup history files to report the next WAL segment's name when the end location is exactly at a segment boundary (Itagaki Takahiro)
- Always pass the catalog ID to an option validator function specified in **CREATE FOREIGN DATA WRAPPER** (Martin Pihlak)
- Fix some more cases of temporary-file leakage (Heikki)

This corrects a problem introduced in the previous minor release. One case that failed is when a plpgsql function returning set is called within another function's exception handler.

- Add support for doing `FULL JOIN ON FALSE` (Tom)

This prevents a regression from pre-8.4 releases for some queries that can now be simplified to a constant-false join condition.

- Improve constraint exclusion processing of boolean-variable cases, in particular make it possible to exclude a partition that has a « `bool_column = false` » constraint (Tom)
- Prevent treating an `INOUT` cast as representing binary compatibility (Heikki)
- Include column name in the message when warning about inability to grant or revoke column-level privileges (Stephen Frost)

This is more useful than before and helps to prevent confusion when a **REVOKE** generates multiple messages, which formerly appeared to be duplicates.

- When reading `pg_hba.conf` and related files, do not treat `@something` as a file inclusion request if the `@` appears inside quote marks; also, never treat `@` by itself as a file inclusion request (Tom)

This prevents erratic behavior if a role or database name starts with `@`. If you need to include a file whose path name contains spaces, you can still do so, but you must write `"@"/path_to/file"` rather than putting the quotes around the whole construct.

- Prevent infinite loop on some platforms if a directory is named as an inclusion target in `pg_hba.conf` and related files (Tom)
- Fix possible infinite loop if `SSL_read` or `SSL_write` fails without setting `errno` (Tom)

This is reportedly possible with some Windows versions of openssl.

- Disallow GSSAPI authentication on local connections, since it requires a hostname to function correctly (Magnus)
- Protect ecpg against applications freeing strings unexpectedly (Michael)
- Make ecpg report the proper SQLSTATE if the connection disappears (Michael)
- Fix translation of cell contents in psql \d output (Heikki)
- Fix psql's numericlocale option to not format strings it shouldn't in latex and troff output formats (Heikki)
- Fix a small per-query memory leak in psql (Tom)
- Make psql return the correct exit status (3) when ON_ERROR_STOP and --single-transaction are both specified and an error occurs during the implied COMMIT (Bruce)
- Fix pg_dump's output of permissions for foreign servers (Heikki)
- Fix possible crash in parallel pg_restore due to out-of-range dependency IDs (Tom)
- Fix plpgsql failure in one case where a composite column is set to NULL (Tom)
- Fix possible failure when calling PL/Perl functions from PL/PerlU or vice versa (Tim Bunce)
- Add volatile markings in PL/Python to avoid possible compiler-specific misbehavior (Zdenek Kotala)
- Ensure PL/Tcl initializes the Tcl interpreter fully (Tom)
The only known symptom of this oversight is that the Tcl clock command misbehaves if using Tcl 8.5 or later.
- Prevent ExecutorEnd from being run on portals created within a failed transaction or subtransaction (Tom)
This is known to cause issues when using contrib/auto_explain.
- Prevent crash in contrib/dblink when too many key columns are specified to a dblink_build_sql_* function (Rushabh Lathia, Joe Conway)
- Allow zero-dimensional arrays in contrib/ltree operations (Tom)
This case was formerly rejected as an error, but it's more convenient to treat it the same as a zero-element array. In particular this avoids unnecessary failures when an ltree operation is applied to the result of ARRAY (SELECT . . .) and the sub-select returns no rows.

- Fix assorted crashes in contrib/xml2 caused by sloppy memory management (Tom)
- Make building of contrib/xml2 more robust on Windows (Andrew)
- Fix race condition in Windows signal handling (Radu Ilie)
One known symptom of this bug is that rows in pg_listener could be dropped under heavy load.
- Make the configure script report failure if the C compiler does not provide a working 64-bit integer datatype (Tom)
This case has been broken for some time, and no longer seems worth supporting, so just reject it at configure time instead.
- Update time zone data files to tzdata release 2010e for DST law changes in Bangladesh, Chile, Fiji, Mexico, Paraguay, Samoa.

E.145. Release 8.4.2

Release date: 2009-12-14

This release contains a variety of fixes from 8.4.1. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

E.145.1. Migration to Version 8.4.2

A dump/restore is not required for those running 8.4.X. However, if you have any hash indexes, you should REINDEX them after updating to 8.4.2, to repair possible damage.

E.145.2. Changes

- Protect against indirect security threats caused by index functions changing session-local state (Gurjeet Singh, Tom)
This change prevents allegedly-immutable index functions from possibly subverting a superuser's session (CVE-2009-4136).

- Reject SSL certificates containing an embedded null byte in the common name (CN) field (Magnus)
This prevents unintended matching of a certificate to a server or client name during SSL validation (CVE-2009-4034).
 - Fix hash index corruption (Tom)
The 8.4 change that made hash indexes keep entries sorted by hash value failed to update the bucket splitting and compaction routines to preserve the ordering. So application of either of those operations could lead to permanent corruption of an index, in the sense that searches might fail to find entries that are present. To deal with this, it is recommended to REINDEX any hash indexes you may have after installing this update.
 - Fix possible crash during backend-startup-time cache initialization (Tom)
 - Avoid crash on empty thesaurus dictionary (Tom)
 - Prevent signals from interrupting VACUUM at unsafe times (Alvaro)
This fix prevents a PANIC if a VACUUM FULL is canceled after it's already committed its tuple movements, as well as transient errors if a plain VACUUM is interrupted after having truncated the table.
 - Fix possible crash due to integer overflow in hash table size calculation (Tom)
This could occur with extremely large planner estimates for the size of a hashjoin's result.
 - Fix crash if a DROP is attempted on an internally-dependent object (Tom)
 - Fix very rare crash in inet/cidr comparisons (Chris Mikkelsen)
 - Ensure that shared tuple-level locks held by prepared transactions are not ignored (Heikki)
 - Fix premature drop of temporary files used for a cursor that is accessed within a subtransaction (Heikki)
 - Fix memory leak in syslogger process when rotating to a new CSV logfile (Tom)
 - Fix memory leak in postmaster when re-parsing pg_hba.conf (Tom)
 - Fix Windows permission-downgrade logic (Jesse Morris)
This fixes some cases where the database failed to start on Windows, often with misleading error messages such as « could not locate matching postgres executable ».
 - Make FOR UPDATE / SHARE in the primary query not propagate into WITH queries (Tom)
For example, in
- ```
WITH w AS (SELECT * FROM foo) SELECT * FROM w, bar ... FOR UPDATE
```
- the FOR UPDATE will now affect bar but not foo. This is more useful and consistent than the original 8.4 behavior, which tried to propagate FOR UPDATE into the WITH query but always failed due to assorted implementation restrictions. It also follows the design rule that WITH queries are executed as if independent of the main query.
- Fix bug with a WITH RECURSIVE query immediately inside another one (Tom)
  - Fix concurrency bug in hash indexes (Tom)  
Concurrent insertions could cause index scans to transiently report wrong results.
  - Fix incorrect logic for GiST index page splits, when the split depends on a non-first column of the index (Paul Ramsey)
  - Fix wrong search results for a multi-column GIN index with fastupdate enabled (Teodor)
  - Fix bugs in WAL entry creation for GIN indexes (Tom)  
These bugs were masked when full\_page\_writes was on, but with it off a WAL replay failure was certain if a crash occurred before the next checkpoint.
  - Don't error out if recycling or removing an old WAL file fails at the end of checkpoint (Heikki)  
It's better to treat the problem as non-fatal and allow the checkpoint to complete. Future checkpoints will retry the removal. Such problems are not expected in normal operation, but have been seen to be caused by misdesigned Windows anti-virus and backup software.
  - Ensure WAL files aren't repeatedly archived on Windows (Heikki)  
This is another symptom that could happen if some other process interfered with deletion of a no-longer-needed file.
  - Fix PAM password processing to be more robust (Tom)

The previous code is known to fail with the combination of the Linux `pam_krb5` PAM module with Microsoft Active Directory as the domain controller. It might have problems elsewhere too, since it was making unjustified assumptions about what arguments the PAM stack would pass to it.

- Raise the maximum authentication token (Kerberos ticket) size in GSSAPI and SSPI authentication methods (Ian Turner)  
While the old 2000-byte limit was more than enough for Unix Kerberos implementations, tickets issued by Windows Domain Controllers can be much larger.
- Ensure that domain constraints are enforced in constructs like `ARRAY[ . . . ] ::domain`, where the domain is over an array type (Heikki)
- Fix foreign-key logic for some cases involving composite-type columns as foreign keys (Tom)
- Ensure that a cursor's snapshot is not modified after it is created (Alvaro)

This could lead to a cursor delivering wrong results if later operations in the same transaction modify the data the cursor is supposed to return.

- Fix `CREATE TABLE` to properly merge default expressions coming from different alliance parent tables (Tom)  
This used to work but was broken in 8.4.
- Re-enable collection of access statistics for sequences (Akira Kurosawa)  
This used to work but was broken in 8.3.
- Fix processing of ownership dependencies during `CREATE OR REPLACE FUNCTION` (Tom)
- Fix incorrect handling of `WHERE x=x` conditions (Tom)  
In some cases these could get ignored as redundant, but they aren't -- they're equivalent to `x IS NOT NULL`.
- Fix incorrect plan construction when using hash aggregation to implement `DISTINCT` for textually identical volatile expressions (Tom)
- Fix Assert failure for a volatile `SELECT DISTINCT ON` expression (Tom)
- Fix `ts_stat()` to not fail on an empty tsvector value (Tom)
- Make text search parser accept underscores in XML attributes (Peter)
- Fix encoding handling in xml binary input (Heikki)

If the XML header doesn't specify an encoding, we now assume UTF-8 by default; the previous handling was inconsistent.

- Fix bug with calling `plperl` from `plperlu` or vice versa (Tom)  
An error exit from the inner function could result in crashes due to failure to re-select the correct Perl interpreter for the outer function.
- Fix session-lifespan memory leak when a PL/Perl function is redefined (Tom)
- Ensure that Perl arrays are properly converted to PostgreSQL™ arrays when returned by a set-returning PL/Perl function (Andrew Dunstan, Abhijit Menon-Sen)

This worked correctly already for non-set-returning functions.

- Fix rare crash in exception processing in PL/Python (Peter)
- Fix ecpg problem with comments in `DECLARE CURSOR` statements (Michael)
- Fix ecpg to not treat recently-added keywords as reserved words (Tom)

This affected the keywords `CALLED`, `CATALOG`, `DEFINER`, `ENUM`, `FOLLOWING`, `INVOKER`, `OPTIONS`, `PARTITION`, `PRECEDING`, `RANGE`, `SECURITY`, `SERVER`, `UNBOUNDED`, and `WRAPPER`.

- Re-allow regular expression special characters in psql's `\df` function name parameter (Tom)
- In `contrib/fuzzystrmatch`, correct the calculation of levenshtein distances with non-default costs (Marcin Mank)
- In `contrib/pg_standby`, disable triggering failover with a signal on Windows (Fujii Masao)  
This never did anything useful, because Windows doesn't have Unix-style signals, but recent changes made it actually crash.
- Put `FREEZE` and `VERBOSE` options in the right order in the `VACUUM` command that `contrib/vacuumdb` produces (Heikki)

- Fix possible leak of connections when contrib/dblink encounters an error (Tatsuhito Kasahara)
- Ensure psql's flex module is compiled with the correct system header definitions (Tom)  
This fixes build failures on platforms where --enable-largefile causes incompatible changes in the generated code.
- Make the postmaster ignore any application\_name parameter in connection request packets, to improve compatibility with future libpq versions (Tom)
- Update the timezone abbreviation files to match current reality (Joachim Wieland)  
This includes adding IDT to the default timezone abbreviation set.
- Update time zone data files to tzdata release 2009s for DST law changes in Antarctica, Argentina, Bangladesh, Fiji, Novokuznetsk, Pakistan, Palestine, Samoa, Syria; also historical corrections for Hong Kong.

## E.146. Release 8.4.1

**Release date:** 2009-09-09

This release contains a variety of fixes from 8.4. For information about new features in the 8.4 major release, see Section E.147, « Release 8.4 ».

### E.146.1. Migration to Version 8.4.1

A dump/restore is not required for those running 8.4.X.

### E.146.2. Changes

- Fix WAL page header initialization at the end of archive recovery (Heikki)  
This could lead to failure to process the WAL in a subsequent archive recovery.
- Fix « cannot make new WAL entries during recovery » error (Tom)
- Fix problem that could make expired rows visible after a crash (Tom)  
This bug involved a page status bit potentially not being set correctly after a server crash.
- Disallow **RESET ROLE** and **RESET SESSION AUTHORIZATION** inside security-definer functions (Tom, Heikki)  
This covers a case that was missed in the previous patch that disallowed **SET ROLE** and **SET SESSION AUTHORIZATION** inside security-definer functions. (See CVE-2007-6600)
- Make **LOAD** of an already-loaded loadable module into a no-op (Tom)  
Formerly, **LOAD** would attempt to unload and re-load the module, but this is unsafe and not all that useful.
- Make window function PARTITION BY and ORDER BY items always be interpreted as simple expressions (Tom)  
In 8.4.0 these lists were parsed following the rules used for top-level GROUP BY and ORDER BY lists. But this was not correct per the SQL standard, and it led to possible circularity.
- Fix several errors in planning of semi-joins (Tom)  
These led to wrong query results in some cases where **IN** or **EXISTS** was used together with another join.
- Fix handling of whole-row references to subqueries that are within an outer join (Tom)  
An example is **SELECT COUNT(ss.\*)** FROM ... LEFT JOIN (SELECT ...) ss ON .... Here, **ss.\*** would be treated as **ROW(NULL,NULL,...)** for null-extended join rows, which is not the same as a simple **NUL**. Now it is treated as a simple **NUL**.
- Fix Windows shared-memory allocation code (Tsutomu Yamada, Magnus)  
This bug led to the often-reported « could not reattach to shared memory » error message.
- Fix locale handling with plperl (Heikki)  
This bug could cause the server's locale setting to change when a plperl function is called, leading to data corruption.
- Fix handling of reoptions to ensure setting one option doesn't force default values for others (Itagaki Takahiro)
- Ensure that a « fast shutdown » request will forcibly terminate open sessions, even if a « smart shutdown » was already in pro-

gress (Fujii Masao)

- Avoid memory leak for `array_agg()` in GROUP BY queries (Tom)
- Treat `to_char( . . . , 'TH' )` as an uppercase ordinal suffix with 'HH'/'HH12' (Heikki)  
It was previously handled as 'th' (lowercase).

- Include the fractional part in the result of `EXTRACT(second)` and `EXTRACT(milliseconds)` for time and time with time zone inputs (Tom)

This has always worked for floating-point datetime configurations, but was broken in the integer datetime code.

- Fix overflow for `INTERVAL 'x ms'` when `x` is more than 2 million and integer datetimes are in use (Alex Hunsaker)
- Improve performance when processing toasted values in index scans (Tom)

This is particularly useful for *PostGIS*.

- Fix a typo that disabled `commit_delay` (Jeff Janes)

- Output early-startup messages to `postmaster.log` if the server is started in silent mode (Tom)

Previously such error messages were discarded, leading to difficulty in debugging.

- Remove translated FAQs (Peter)

They are now on the *wiki*. The main FAQ was moved to the wiki some time ago.

- Fix `pg_ctl` to not go into an infinite loop if `postgresql.conf` is empty (Jeff Davis)
- Fix several errors in `pg_dump`'s --binary-upgrade mode (Bruce, Tom)  
`pg_dump --binary-upgrade` is used by `pg_migrator`.
- Fix `contrib/xml2's xslt_process()` to properly handle the maximum number of parameters (twenty) (Tom)
- Improve robustness of `libpq`'s code to recover from errors during **COPY FROM STDIN** (Tom)
- Avoid including conflicting readline and editline header files when both libraries are installed (Zdenek Kotala)
- Work around gcc bug that causes « floating-point exception » instead of « division by zero » on some platforms (Tom)
- Update time zone data files to tzdata release 2009l for DST law changes in Bangladesh, Egypt, Mauritius.

## E.147. Release 8.4

**Release date:** 2009-07-01

### E.147.1. Overview

After many years of development, PostgreSQL™ has become feature-complete in many areas. This release shows a targeted approach to adding features (e.g., authentication, monitoring, space reuse), and adds capabilities defined in the later SQL standards. The major areas of enhancement are:

- Windowing Functions
- Common Table Expressions and Recursive Queries
- Default and variadic parameters for functions
- Parallel Restore
- Column Permissions
- Per-database locale settings
- Improved hash indexes
- Improved join performance for `EXISTS` and `NOT EXISTS` queries
- Easier-to-use Warm Standby
- Automatic sizing of the Free Space Map
- Visibility Map (greatly reduces vacuum overhead for slowly-changing tables)

- Version-aware psql (backslash commands work against older servers)
- Support SSL certificates for user authentication
- Per-function runtime statistics
- Easy editing of functions in psql
- New contrib modules: pg\_stat\_statements, auto\_explain, citext, btree\_gin

The above items are explained in more detail in the sections below.

## E.147.2. Migration to Version 8.4

A dump/restore using pg\_dump is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Observe the following incompatibilities:

### E.147.2.1. General

- Use 64-bit integer datetimes by default (Neil Conway)

Previously this was selected by configure's --enable-integer-datetime option. To retain the old behavior, build with --disable-integer-datetime.

- Remove ipcclean utility command (Bruce)

The utility only worked on a few platforms. Users should use their operating system tools instead.

### E.147.2.2. Server Settings

- Change default setting for log\_min\_messages to warning (previously it was notice) to reduce log file volume (Tom)
- Change default setting for max\_prepared\_transactions to zero (previously it was 5) (Tom)
- Make debug\_print\_parse, debug\_print\_rewritten, and debug\_print\_plan output appear at LOG message level, not DEBUG1 as formerly (Tom)
- Make debug\_pretty\_print default to on (Tom)
- Remove explain\_pretty\_print parameter (no longer needed) (Tom)
- Make log\_temp\_files settable by superusers only, like other logging options (Simon Riggs)
- Remove automatic appending of the epoch timestamp when no % escapes are present in log\_filename (Robert Haas)  
This change was made because some users wanted a fixed log filename, for use with an external log rotation tool.
- Remove log\_restartpoints from recovery.conf; instead use log\_checkpoints (Simon)
- Remove krb\_realm and krb\_server\_hostname; these are now set in pg\_hba.conf instead (Magnus)
- There are also significant changes in pg\_hba.conf, as described below.

### E.147.2.3. Queries

- Change **TRUNCATE** and **LOCK** to apply to child tables of the specified table(s) (Peter)

These commands now accept an ONLY option that prevents processing child tables; this option must be used if the old behavior is needed.

- **SELECT DISTINCT** and **UNION/INTERSECT/EXCEPT** no longer always produce sorted output (Tom)

Previously, these types of queries always removed duplicate rows by means of Sort/Unique processing (i.e., sort then remove adjacent duplicates). Now they can be implemented by hashing, which will not produce sorted output. If an application relied on the output being in sorted order, the recommended fix is to add an ORDER BY clause. As a short-term workaround, the previous behavior can be restored by disabling enable\_hashagg, but that is a very performance-expensive fix. SELECT DISTINCT ON never uses hashing, however, so its behavior is unchanged.

- Force child tables to all CHECK constraints from parents (Alex Hunsaker, Nikhil Sontakke, Tom)

Formerly it was possible to drop such a constraint from a child table, allowing rows that violate the constraint to be visible when scanning the parent table. This was deemed inconsistent, as well as contrary to SQL standard.

- Disallow negative `LIMIT` or `OFFSET` values, rather than treating them as zero (Simon)
- Disallow **LOCK TABLE** outside a transaction block (Tom)

Such an operation is useless because the lock would be released immediately.

- Sequences now contain an additional `start_value` column (Zoltan Boszormenyi)

This supports **ALTER SEQUENCE ... RESTART**.

#### E.147.2.4. Functions and Operators

- Make numeric zero raised to a fractional power return 0, rather than throwing an error, and make numeric zero raised to the zero power return 1, rather than error (Bruce)

This matches the longstanding float8 behavior.

- Allow unary minus of floating-point values to produce minus zero (Tom)

The changed behavior is more IEEE-standard compliant.

- Throw an error if an escape character is the last character in a `LIKE` pattern (i.e., it has nothing to escape) (Tom)

Previously, such an escape character was silently ignored, thus possibly masking application logic errors.

- Remove `~~~` and `~<>~` operators formerly used for `LIKE` index comparisons (Tom)

Pattern indexes now use the regular equality operator.

- `xpath( )` now passes its arguments to libxml without any changes (Andrew)

This means that the XML argument must be a well-formed XML document. The previous coding attempted to allow XML fragments, but it did not work well.

- Make `xmlelement( )` format attribute values just like content values (Peter)

Previously, attribute values were formatted according to the normal SQL output behavior, which is sometimes at odds with XML rules.

- Rewrite memory management for libxml-using functions (Tom)

This change should avoid some compatibility problems with use of libxml in PL/Perl and other add-on code.

- Adopt a faster algorithm for hash functions (Kenneth Marshall, based on work of Bob Jenkins)

Many of the built-in hash functions now deliver different results on little-endian and big-endian platforms.

#### E.147.2.4.1. Temporal Functions and Operators

- `DateStyle` no longer controls interval output formatting; instead there is a new variable `IntervalStyle` (Ron Mayer)

- Improve consistency of handling of fractional seconds in timestamp and interval output (Ron Mayer)

This may result in displaying a different number of fractional digits than before, or rounding instead of truncating.

- Make `to_char( )`'s localized month/day names depend on `LC_TIME`, not `LC_MESSAGES` (Euler Taveira de Oliveira)

- Cause `to_date( )` and `to_timestamp( )` to more consistently report errors for invalid input (Brendan Jurd)

Previous versions would often ignore or silently misread input that did not match the format string. Such cases will now result in an error.

- Fix `to_timestamp( )` to not require upper/lower case matching for meridian (AM/PM) and era (BC/AD) format designations (Brendan Jurd)

For example, input value ad now matches the format string AD.

### E.147.3. Changes

Below you will find a detailed account of the changes between PostgreSQL™ 8.4 and the previous major release.

### E.147.3.1. Performance

- Improve optimizer statistics calculations (Jan Urbanski, Tom)

In particular, estimates for full-text-search operators are greatly improved.

- Allow **SELECT DISTINCT** and **UNION/INTERSECT/EXCEPT** to use hashing (Tom)

This means that these types of queries no longer automatically produce sorted output.

- Create explicit concepts of semi-joins and anti-joins (Tom)

This work formalizes our previous ad-hoc treatment of **IN** (**SELECT ...**) clauses, and extends it to **EXISTS** and **NOT EXISTS** clauses. It should result in significantly better planning of **EXISTS** and **NOT EXISTS** queries. In general, logically equivalent **IN** and **EXISTS** clauses should now have similar performance, whereas previously **IN** often won.

- Improve optimization of sub-selects beneath outer joins (Tom)

Formerly, a sub-select or view could not be optimized very well if it appeared within the nullable side of an outer join and contained non-strict expressions (for instance, constants) in its result list.

- Improve the performance of **text\_position()** and related functions by using Boyer-Moore-Horspool searching (David Rowley)

This is particularly helpful for long search patterns.

- Reduce I/O load of writing the statistics collection file by writing the file only when requested (Martin Pihlak)

- Improve performance for bulk inserts (Robert Haas, Simon)

- Increase the default value of **default\_statistics\_target** from 10 to 100 (Greg Sabino Mullane, Tom)

The maximum value was also increased from 1000 to 10000.

- Perform **constraint\_exclusion** checking by default in queries involving **allance** or **UNION ALL** (Tom)

A new **constraint\_exclusion** setting, **partition**, was added to specify this behavior.

- Allow I/O read-ahead for bitmap index scans (Greg Stark)

The amount of read-ahead is controlled by **effective\_ioConcurrency**. This feature is available only if the kernel has **posix\_fadvise()** support.

- Inline simple set-returning SQL functions in **FROM** clauses (Richard Rowell)

- Improve performance of multi-batch hash joins by providing a special case for join key values that are especially common in the outer relation (Bryce Cutt, Ramon Lawrence)

- Reduce volume of temporary data in multi-batch hash joins by suppressing « physical tlist » optimization (Michael Henderson, Ramon Lawrence)

- Avoid waiting for idle-in-transaction sessions during **CREATE INDEX CONCURRENTLY** (Simon)

- Improve performance of shared cache invalidation (Tom)

### E.147.3.2. Server

#### E.147.3.2.1. Settings

- Convert many **postgresql.conf** settings to enumerated values so that **pg\_settings** can display the valid values (Magnus)
- Add **cursor\_tuple\_fraction** parameter to control the fraction of a cursor's rows that the planner assumes will be fetched (Robert Hell)
- Allow underscores in the names of custom variable classes in **postgresql.conf** (Tom)

#### E.147.3.2.2. Authentication and security

- Remove support for the (insecure) **crypt** authentication method (Magnus)

This effectively obsoletes pre-PostgreSQL™ 7.2 client libraries, as there is no longer any non-plaintext password method that they can use.

- Support regular expressions in `pg_ident.conf` (Magnus)
- Allow Kerberos™/GSSAPI parameters to be changed without restarting the postmaster (Magnus)
- Support SSL certificate chains in server certificate file (Andrew Gierth)  
Including the full certificate chain makes the client able to verify the certificate without having all intermediate CA certificates present in the local store, which is often the case for commercial CAs.
- Report appropriate error message for combination of MD5 authentication and `db_user_namespace` enabled (Bruce)

#### E.147.3.2.3. `pg_hba.conf`

- Change all authentication options to use `name=value` syntax (Magnus)  
This makes incompatible changes to the `ldap`, `pam` and `ident` authentication methods. All `pg_hba.conf` entries with these methods need to be rewritten using the new format.
- Remove the `ident sameuser` option, instead making that behavior the default if no usermap is specified (Magnus)
- Allow a usermap parameter for all external authentication methods (Magnus)  
Previously a usermap was only supported for `ident` authentication.
- Add `clientcert` option to control requesting of a client certificate (Magnus)  
Previously this was controlled by the presence of a root certificate file in the server's data directory.
- Add `cert` authentication method to allow *user* authentication via SSL certificates (Magnus)  
Previously SSL certificates could only verify that the client had access to a certificate, not authenticate a user.
- Allow `krb5`, `gssapi` and `sspi` realm and `krb5` host settings to be specified in `pg_hba.conf` (Magnus)  
These override the settings in `postgresql.conf`.
- Add `include_realm` parameter for `krb5`, `gssapi`, and `sspi` methods (Magnus)  
This allows identical usernames from different realms to be authenticated as different database users using usermaps.
- Parse `pg_hba.conf` fully when it is loaded, so that errors are reported immediately (Magnus)  
Previously, most errors in the file wouldn't be detected until clients tried to connect, so an erroneous file could render the system unusable. With the new behavior, if an error is detected during reload then the bad file is rejected and the postmaster continues to use its old copy.
- Show all parsing errors in `pg_hba.conf` instead of aborting after the first one (Selena Deckelmann)
- Support `ident` authentication over Unix-domain sockets on Solaris™ (Garick Hamlin)

#### E.147.3.2.4. Continuous Archiving

- Provide an option to `pg_start_backup()` to force its implied checkpoint to finish as quickly as possible (Tom)  
The default behavior avoids excess I/O consumption, but that is pointless if no concurrent query activity is going on.
- Make `pg_stop_backup()` wait for modified WAL files to be archived (Simon)  
This guarantees that the backup is valid at the time `pg_stop_backup()` completes.
- When archiving is enabled, rotate the last WAL segment at shutdown so that all transactions can be archived immediately (Guillaume Smet, Heikki)
- Delay « smart » shutdown while a continuous archiving base backup is in progress (Laurenz Albe)
- Cancel a continuous archiving base backup if « fast » shutdown is requested (Laurenz Albe)
- Allow `recovery.conf` boolean variables to take the same range of string values as `postgresql.conf` boolean variables (Bruce)

### E.147.3.2.5. Monitoring

- Add `pg_conf_load_time()` to report when the PostgreSQL™ configuration files were last loaded (George Gensure)
- Add `pg_terminate_backend()` to safely terminate a backend (the `SIGTERM` signal works also) (Tom, Bruce)  
While it's always been possible to `SIGTERM` a single backend, this was previously considered unsupported; and testing of the case found some bugs that are now fixed.
- Add ability to track user-defined functions' call counts and runtimes (Martin Pihlak)  
Function statistics appear in a new system view, `pg_stat_user_functions`. Tracking is controlled by the new parameter `track_functions`.
- Allow specification of the maximum query string size in `pg_stat_activity` via new `track_activity_query_size` parameter (Thomas Lee)
- Increase the maximum line length sent to syslog, in hopes of improving performance (Tom)
- Add read-only configuration variables `segment_size`, `wal_block_size`, and `wal_segment_size` (Bernd Helmle)
- When reporting a deadlock, report the text of all queries involved in the deadlock to the server log (Itagaki Takahiro)
- Add `pg_stat_get_activity(pid)` function to return information about a specific process id (Magnus)
- Allow the location of the server's statistics file to be specified via `stats_temp_directory` (Magnus)  
This allows the statistics file to be placed in a RAM-resident directory to reduce I/O requirements. On startup/shutdown, the file is copied to its traditional location (`$PGDATA/global/`) so it is preserved across restarts.

### E.147.3.3. Queries

- Add support for WINDOW functions (Hitoshi Harada)
- Add support for WITH clauses (CTEs), including `WITH RECURSIVE` (Yoshiyuki Asaba, Tatsuo Ishii, Tom)
- Add **TABLE** command (Peter)  
`TABLE tablename` is a SQL standard short-hand for `SELECT * FROM tablename`.
- Allow AS to be optional when specifying a **SELECT** (or `RETURNING`) column output label (Hiroshi Saito)  
This works so long as the column label is not any PostgreSQL™ keyword; otherwise AS is still needed.
- Support set-returning functions in **SELECT** result lists even for functions that return their result via a tuplestore (Tom)  
In particular, this means that functions written in PL/pgSQL and other PL languages can now be called this way.
- Support set-returning functions in the output of aggregation and grouping queries (Tom)
- Allow **SELECT FOR UPDATE/SHARE** to work on alliance trees (Tom)
- Add infrastructure for SQL/MED (Martin Pihlak, Peter)  
There are no remote or external SQL/MED capabilities yet, but this change provides a standardized and future-proof system for managing connection information for modules like `dblink` and `plproxy`.
- Invalidate cached plans when referenced schemas, functions, operators, or operator classes are modified (Martin Pihlak, Tom)  
This improves the system's ability to respond to on-the-fly DDL changes.
- Allow comparison of composite types and allow arrays of anonymous composite types (Tom)  
This allows constructs such as `row(1, 1.1) = any (array[row(7, 7.7), row(1, 1.0)])`. This is particularly useful in recursive queries.
- Add support for Unicode string literal and identifier specifications using code points, e.g. `U&'d\0061t\+000061'` (Peter)
- Reject `\000` in string literals and **COPY** data (Tom)  
Previously, this was accepted but had the effect of terminating the string contents.
- Improve the parser's ability to report error locations (Tom)  
An error location is now reported for many semantic errors, such as mismatched datatypes, that previously could not be localized.

zed.

#### E.147.3.3.1. TRUNCATE

- Support statement-level ON TRUNCATE triggers (Simon)
- Add RESTART/CONTINUE IDENTITY options for **TRUNCATE TABLE** (Zoltan Boszormenyi)  
The start value of a sequence can be changed by **ALTER SEQUENCE START WITH**.
- Allow **TRUNCATE tab1, tab1** to succeed (Bruce)
- Add a separate **TRUNCATE** permission (Robert Haas)

#### E.147.3.3.2. EXPLAIN

- Make **EXPLAIN VERBOSE** show the output columns of each plan node (Tom)  
Previously **EXPLAIN VERBOSE** output an internal representation of the query plan. (That behavior is now available via `debug_print_plan`.)
- Make **EXPLAIN** identify subplans and initplans with individual labels (Tom)
- Make **EXPLAIN** honor `debug_print_plan` (Tom)
- Allow **EXPLAIN** on **CREATE TABLE AS** (Peter)

#### E.147.3.3.3. LIMIT/OFFSET

- Allow sub-selects in LIMIT and OFFSET (Tom)
- Add SQL-standard syntax for LIMIT/OFFSET capabilities (Peter)  
To wit, `OFFSET num {ROW|ROWS} FETCH {FIRST|NEXT} [num] {ROW|ROWS} ONLY`.

#### E.147.3.4. Object Manipulation

- Add support for column-level privileges (Stephen Frost, KaiGai Kohei)
- Refactor multi-object **DROP** operations to reduce the need for CASCADE (Alex Hunsaker)  
For example, if table B has a dependency on table A, the command `DROP TABLE A, B` no longer requires the CASCADE option.
- Fix various problems with concurrent **DROP** commands by ensuring that locks are taken before we begin to drop dependencies of an object (Tom)
- Improve reporting of dependencies during **DROP** commands (Tom)
- Add `WITH [NO] DATA` clause to **CREATE TABLE AS**, per the SQL standard (Peter, Tom)
- Add support for user-defined I/O conversion casts (Heikki)
- Allow **CREATE AGGREGATE** to use an internal transition datatype (Tom)
- Add `LIKE` clause to **CREATE TYPE** (Tom)  
This simplifies creation of data types that use the same internal representation as an existing type.

- Allow specification of the type category and « preferred » status for user-defined base types (Tom)  
This allows more control over the coercion behavior of user-defined types.
- Allow **CREATE OR REPLACE VIEW** to add columns to the end of a view (Robert Haas)

#### E.147.3.4.1. ALTER

- Add **ALTER TYPE RENAME** (Petr Jelinek)

- Add **ALTER SEQUENCE ... RESTART** (with no parameter) to reset a sequence to its initial value (Zoltan Boszormenyi)
- Modify the **ALTER TABLE** syntax to allow all reasonable combinations for tables, indexes, sequences, and views (Tom)  
This change allows the following new syntaxes:

- **ALTER SEQUENCE OWNER TO**
- **ALTER VIEW ALTER COLUMN SET/DROP DEFAULT**
- **ALTER VIEW OWNER TO**
- **ALTER VIEW SET SCHEMA**

There is no actual new functionality here, but formerly you had to say **ALTER TABLE** to do these things, which was confusing.

- Add support for the syntax **ALTER TABLE ... ALTER COLUMN ... SET DATA TYPE** (Peter)  
This is SQL-standard syntax for functionality that was already supported.
- Make **ALTER TABLE SET WITHOUT OIDS** rewrite the table to physically remove OID values (Tom)  
Also, add **ALTER TABLE SET WITH OIDS** to rewrite the table to add OIDs.

#### E.147.3.4.2. Database Manipulation

- Improve reporting of **CREATE/DROP/RENAME DATABASE** failure when uncommitted prepared transactions are the cause (Tom)
- Make **LC\_COLLATE** and **LC\_CTYPE** into per-database settings (Radek Strnad, Heikki)  
This makes collation similar to encoding, which was always configurable per database.
- Improve checks that the database encoding, collation (**LC\_COLLATE**), and character classes (**LC\_CTYPE**) match (Heikki, Tom)  
Note in particular that a new database's encoding and locale settings can be changed only when copying from `template0`. This prevents possibly copying data that doesn't match the settings.
- Add **ALTER DATABASE SET TABLESPACE** to move a database to a new tablespace (Guillaume Lelarge, Bernd Helmle)

#### E.147.3.5. Utility Operations

- Add a **VERBOSE** option to the **CLUSTER** command and `clusterdb` (Jim Cox)
- Decrease memory requirements for recording pending trigger events (Tom)

#### E.147.3.5.1. Indexes

- Dramatically improve the speed of building and accessing hash indexes (Tom Raney, Shreya Bhargava)  
This allows hash indexes to be sometimes faster than btree indexes. However, hash indexes are still not crash-safe.
- Make hash indexes store only the hash code, not the full value of the indexed column (Xiao Meng)  
This greatly reduces the size of hash indexes for long indexed values, improving performance.
- Implement fast update option for GIN indexes (Teodor, Oleg)  
This option greatly improves update speed at a small penalty in search speed.
- `xxx_pattern_ops` indexes can now be used for simple equality comparisons, not only for **LIKE** (Tom)

#### E.147.3.5.2. Full Text Indexes

- Remove the requirement to use `@@@` when doing GIN weighted lookups on full text indexes (Tom, Teodor)  
The normal `@@` text search operator can be used instead.
- Add an optimizer selectivity function for `@@` text search operations (Jan Urbanski)

- Allow prefix matching in full text searches (Teodor Sigaev, Oleg Bartunov)
- Support multi-column GIN indexes (Teodor Sigaev)
- Improve support for Nepali language and Devanagari alphabet (Teodor)

#### E.147.3.5.3. VACUUM

- Track free space in separate per-relation « fork » files (Heikki)

Free space discovered by **VACUUM** is now recorded in `*_fsm` files, rather than in a fixed-sized shared memory area. The `max_fsm_pages` and `max_fsm_relations` settings have been removed, greatly simplifying administration of free space management.

- Add a visibility map to track pages that do not require vacuuming (Heikki)

This allows **VACUUM** to avoid scanning all of a table when only a portion of the table needs vacuuming. The visibility map is stored in per-relation « fork » files.

- Add `vacuum_freeze_table_age` parameter to control when **VACUUM** should ignore the visibility map and do a full table scan to freeze tuples (Heikki)

- Track transaction snapshots more carefully (Alvaro)

This improves **VACUUM**'s ability to reclaim space in the presence of long-running transactions.

- Add ability to specify per-relation autovacuum and TOAST parameters in **CREATE TABLE** (Alvaro, Euler Taveira de Oliveira)

Autovacuum options used to be stored in a system table.

- Add `--freeze` option to `vacuumdb` (Bruce)

#### E.147.3.6. Data Types

- Add a `CaseSensitive` option for text search synonym dictionaries (Simon)
- Improve the precision of NUMERIC division (Tom)
- Add basic arithmetic operators for `int2` with `int8` (Tom)

This eliminates the need for explicit casting in some situations.

- Allow UUID input to accept an optional hyphen after every fourth digit (Robert Haas)
- Allow `on/off` as input for the boolean data type (Itagaki Takahiro)
- Allow spaces around `NaN` in the input string for type numeric (Sam Mason)

#### E.147.3.6.1. Temporal Data Types

- Reject year 0 BC and years 000 and 0000 (Tom)

Previously these were interpreted as 1 BC. (Note: years 0 and 00 are still assumed to be the year 2000.)

- Include SGT (Singapore time) in the default list of known time zone abbreviations (Tom)

- Support `infinity` and `-infinity` as values of type date (Tom)

- Make parsing of interval literals more standard-compliant (Tom, Ron Mayer)

For example, `INTERVAL '1' YEAR` now does what it's supposed to.

- Allow interval fractional-seconds precision to be specified after the `second` keyword, for SQL standard compliance (Tom)

Formerly the precision had to be specified after the keyword `interval`. (For backwards compatibility, this syntax is still supported, though deprecated.) Data type definitions will now be output using the standard format.

- Support the ISO 8601 interval syntax (Ron Mayer, Kevin Grittner)

For example, `INTERVAL 'P1Y2M3DT4H5M6.7S'` is now supported.

- Add `IntervalStyle` parameter which controls how interval values are output (Ron Mayer)

Valid values are: `postgres`, `postgres_verbose`, `sql_standard`, `iso_8601`. This setting also controls the handling of negative interval input when only some fields have positive/negative designations.

- Improve consistency of handling of fractional seconds in timestamp and interval output (Ron Mayer)

#### E.147.3.6.2. Arrays

- Improve the handling of casts applied to `ARRAY[ ]` constructs, such as `ARRAY[ . . . ]::integer[ ]` (Brendan Jurd)

Formerly PostgreSQL™ attempted to determine a data type for the `ARRAY[ ]` construct without reference to the ensuing cast. This could fail unnecessarily in many cases, in particular when the `ARRAY[ ]` construct was empty or contained only ambiguous entries such as `NULL`. Now the cast is consulted to determine the type that the array elements must be.

- Make SQL-syntax `ARRAY` dimensions optional to match the SQL standard (Peter)
- Add `array_ndims()` to return the number of dimensions of an array (Robert Haas)
- Add `array_length()` to return the length of an array for a specified dimension (Jim Nasby, Robert Haas, Peter Eisentraut)
- Add aggregate function `array_agg()`, which returns all aggregated values as a single array (Robert Haas, Jeff Davis, Peter)
- Add `unnest()`, which converts an array to individual row values (Tom)

This is the opposite of `array_agg()`.

- Add `array_fill()` to create arrays initialized with a value (Pavel Stehule)
- Add `generate_subscripts()` to simplify generating the range of an array's subscripts (Pavel Stehule)

#### E.147.3.6.3. Wide-Value Storage (TOAST)

- Consider TOAST compression on values as short as 32 bytes (previously 256 bytes) (Greg Stark)
- Require 25% minimum space savings before using TOAST compression (previously 20% for small values and any-savings-at-all for large values) (Greg)
- Improve TOAST heuristics for rows that have a mix of large and small toastable fields, so that we prefer to push large values out of line and don't compress small values unnecessarily (Greg, Tom)

#### E.147.3.7. Functions

- Document that `setseed()` allows values from -1 to 1 (not just 0 to 1), and enforce the valid range (Kris Jurka)
- Add server-side function `lo_import(filename, oid)` (Tatsuo)
- Add `quote_nullable()`, which behaves like `quote_literal()` but returns the string `NULL` for a null argument (Brendan Jurd)
- Improve full text search `headline()` function to allow extracting several fragments of text (Sushant Sinha)
- Add `suppress_redundant_updates_trigger()` trigger function to avoid overhead for non-data-changing updates (Andrew)
- Add `div(numeric, numeric)` to perform numeric division without rounding (Tom)
- Add timestamp and timestamptz versions of `generate_series()` (Hitoshi Harada)

#### E.147.3.7.1. Object Information Functions

- Implement `current_query()` for use by functions that need to know the currently running query (Tomas Doran)
- Add `pg_get_keywords()` to return a list of the parser keywords (Dave Page)
- Add `pg_get_functiondef()` to see a function's definition (Abhijit Menon-Sen)
- Allow the second argument of `pg_get_expr()` to be zero when deparsing an expression that does not contain variables (Tom)
- Modify `pg_relation_size()` to use `regclass` (Heikki)

`pg_relation_size(data_type_name)` no longer works.

- Add `boot_val` and `reset_val` columns to `pg_settings` output (Greg Smith)
- Add source file name and line number columns to `pg_settings` output for variables set in a configuration file (Magnus, Alvaro)

For security reasons, these columns are only visible to superusers.

- Add support for `CURRENT_CATALOG`, `CURRENT_SCHEMA`, `SET CATALOG`, `SET SCHEMA` (Peter)

These provide SQL-standard syntax for existing features.

- Add `pg_typeof()` which returns the data type of any value (Brendan Jurd)
- Make `version()` return information about whether the server is a 32- or 64-bit binary (Bruce)
- Fix the behavior of information schema columns `is_insertable_into` and `is_updatable` to be consistent (Peter)
- Improve the behavior of information schema `datetime_precision` columns (Peter)

These columns now show zero for date columns, and 6 (the default precision) for time, timestamp, and interval without a declared precision, rather than showing null as formerly.

- Convert remaining builtin set-returning functions to use OUT parameters (Jaime Casanova)

This makes it possible to call these functions without specifying a column list: `pg_show_all_settings()`, `pg_lock_status()`, `pg_prepared_xact()`, `pg_prepared_statement()`, `pg_cursor()`

- Make `pg_*_is_visible()` and `has_*_privilege()` functions return NULL for invalid OIDs, rather than reporting an error (Tom)
- Extend `has_*_privilege()` functions to allow inquiring about the OR of multiple privileges in one call (Stephen Frost, Tom)
- Add `has_column_privilege()` and `has_any_column_privilege()` functions (Stephen Frost, Tom)

#### E.147.3.7.2. Function Creation

- Support variadic functions (functions with a variable number of arguments) (Pavel Stehule)  
Only trailing arguments can be optional, and they all must be of the same data type.
- Support default values for function arguments (Pavel Stehule)
- Add **CREATE FUNCTION ... RETURNS TABLE** clause (Pavel Stehule)
- Allow SQL-language functions to return the output of an **INSERT/UPDATE/DELETE RETURNING** clause (Tom)

#### E.147.3.7.3. PL/pgSQL Server-Side Language

- Support `EXECUTE USING` for easier insertion of data values into a dynamic query string (Pavel Stehule)
- Allow looping over the results of a cursor using a `FOR` loop (Pavel Stehule)
- Support `RETURN QUERY EXECUTE` (Pavel Stehule)
- Improve the `RAISE` command (Pavel Stehule)
  - Support `DETAIL` and `HINT` fields
  - Support specification of the `SQLSTATE` error code
  - Support an exception name parameter
  - Allow `RAISE` without parameters in an exception block to re-throw the current error
- Allow specification of `SQLSTATE` codes in `EXCEPTION` lists (Pavel Stehule)  
This is useful for handling custom `SQLSTATE` codes.
- Support the `CASE` statement (Pavel Stehule)

- Make **RETURN QUERY** set the special `FOUND` and **GET DIAGNOSTICS** `ROW_COUNT` variables (Pavel Stehule)
- Make **FETCH** and **MOVE** set the **GET DIAGNOSTICS** `ROW_COUNT` variable (Andrew Gierth)
- Make **EXIT** without a label always exit the innermost loop (Tom)

Formerly, if there were a `BEGIN` block more closely nested than any loop, it would exit that block instead. The new behavior matches Oracle(TM) and is also what was previously stated by our own documentation.

- Make processing of string literals and nested block comments match the main SQL parser's processing (Tom)  
In particular, the format string in **RAISE** now works the same as any other string literal, including being subject to `standard_conforming_strings`. This change also fixes other cases in which valid commands would fail when `standard_conforming_strings` is on.

- Avoid memory leakage when the same function is called at varying exception-block nesting depths (Tom)

### E.147.3.8. Client Applications

- Fix `pg_ctl restart` to preserve command-line arguments (Bruce)
- Add `-w`/`--no-password` option that prevents password prompting in all utilities that have a `-W`/`--password` option (Peter)
- Remove `-q` (quiet) option of `createdb`, `createuser`, `dropdb`, `dropuser` (Peter)  
These options have had no effect since PostgreSQL™ 8.3.

#### E.147.3.8.1. psql

- Remove verbose startup banner; now just suggest `help` (Joshua Drake)
- Make `help` show common backslash commands (Greg Sabino Mullane)
- Add `\pset format wrapped` mode to wrap output to the screen width, or file/pipe output too if `\pset columns` is set (Bryce Nesbitt)
- Allow all supported spellings of boolean values in `\pset`, rather than just `on` and `off` (Bruce)  
Formerly, any string other than « off » was silently taken to mean `true`. `psql` will now complain about unrecognized spellings (but still take them as `true`).
- Use the pager for wide output (Bruce)
- Require a space between a one-letter backslash command and its first argument (Bernd Helmle)  
This removes a historical source of ambiguity.
- Improve tab completion support for schema-qualified and quoted identifiers (Greg Sabino Mullane)
- Add optional `on/off` argument for **\timing** (David Fetter)
- Display access control rights on multiple lines (Brendan Jurd, Andreas Scherbaum)
- Make `\l` show database access privileges (Andrew Gilligan)
- Make `\l+` show database sizes, if permissions allow (Andrew Gilligan)
- Add the `\ef` command to edit function definitions (Abhijit Menon-Sen)

#### E.147.3.8.2. psql \d\* commands

- Make `\d*` commands that do not have a pattern argument show system objects only if the `S` modifier is specified (Greg Sabino Mullane, Bruce)

The former behavior was inconsistent across different variants of `\d`, and in most cases it provided no easy way to see just user objects.

- Improve `\d*` commands to work with older PostgreSQL™ server versions (back to 7.4), not only the current server version (Guillaume Lelarge)
- Make `\d` show foreign-key constraints that reference the selected table (Kenneth D'Souza)

- Make `\d` on a sequence show its column values (Euler Taveira de Oliveira)
- Add column storage type and other relation options to the `\d+` display (Gregory Stark, Euler Taveira de Oliveira)
- Show relation size in `\dt+` output (Dickson S. Guedes)
- Show the possible values of enum types in `\dT+` (David Fetter)
- Allow `\dC` to accept a wildcard pattern, which matches either datatype involved in the cast (Tom)
- Add a function type column to `\df`'s output, and add options to list only selected types of functions (David Fetter)
- Make `\df` not hide functions that take or return type cstring (Tom)

Previously, such functions were hidden because most of them are datatype I/O functions, which were deemed uninteresting. The new policy about hiding system functions by default makes this wart unnecessary.

#### E.147.3.8.3. pg\_dump

- Add a `--no-tablespaces` option to `pg_dump/pg_dumpall/pg_restore` so that dumps can be restored to clusters that have non-matching tablespace layouts (Gavin Roy)
- Remove `-d` and `-D` options from `pg_dump` and `pg_dumpall` (Tom)

These options were too frequently confused with the option to select a database name in other PostgreSQL™ client applications. The functionality is still available, but you must now spell out the long option name `--inserts` or `--column-inserts`.

- Remove `-i/--ignore-version` option from `pg_dump` and `pg_dumpall` (Tom)

Use of this option does not throw an error, but it has no effect. This option was removed because the version checks are necessary for safety.

- Disable `statement_timeout` during dump and restore (Joshua Drake)

- Add `pg_dump/pg_dumpall` option `--lock-wait-timeout` (David Gould)

This allows dumps to fail if unable to acquire a shared lock within the specified amount of time.

- Reorder `pg_dump --data-only` output to dump tables referenced by foreign keys before the referencing tables (Tom)

This allows data loads when foreign keys are already present. If circular references make a safe ordering impossible, a `NOTICE` is issued.

- Allow `pg_dump`, `pg_dumpall`, and `pg_restore` to use a specified role (Benedek László)

- Allow `pg_restore` to use multiple concurrent connections to do the restore (Andrew)

The number of concurrent connections is controlled by the option `--jobs`. This is supported only for custom-format archives.

#### E.147.3.9. Programming Tools

##### E.147.3.9.1. libpq

- Allow the OID to be specified when importing a large object, via new function `lo_import_with_oid()` (Tatsuo)
- Add « events » support (Andrew Chernow, Merlin Moncure)

This adds the ability to register callbacks to manage private data associated with PGconn and PGresult objects.

- Improve error handling to allow the return of multiple error messages as multi-line error reports (Magnus)

- Make `PQexecParams()` and related functions return `PGRES_EMPTY_QUERY` for an empty query (Tom)

They previously returned `PGRES_COMMAND_OK`.

- Document how to avoid the overhead of `WSACleanup()` on Windows (Andrew Chernow)

- Do not rely on Kerberos tickets to determine the default database username (Magnus)

Previously, a Kerberos-capable build of libpq would use the principal name from any available Kerberos ticket as default database username, even if the connection wasn't using Kerberos authentication. This was deemed inconsistent and confusing. The

default username is now determined the same way with or without Kerberos. Note however that the database username must still match the ticket when Kerberos authentication is used.

#### E.147.3.9.2. libpq SSL (Secure Sockets Layer) support

- Fix certificate validation for SSL connections (Magnus)

libpq now supports verifying both the certificate and the name of the server when making SSL connections. If a root certificate is not available to use for verification, SSL connections will fail. The `sslmode` parameter is used to enable certificate verification and set the level of checking. The default is still not to do any verification, allowing connections to SSL-enabled servers without requiring a root certificate on the client.

- Support wildcard server certificates (Magnus)

If a certificate CN starts with \*, it will be treated as a wildcard when matching the hostname, allowing the use of the same certificate for multiple servers.

- Allow the file locations for client certificates to be specified (Mark Woodward, Alvaro, Magnus)
- Add a `PQinitOpenSSL` function to allow greater control over OpenSSL/libcrypto initialization (Andrew Chernow)
- Make libpq unregister its OpenSSL callbacks when no database connections remain open (Bruce, Magnus, Russell Smith)

This is required for applications that unload the libpq library, otherwise invalid OpenSSL callbacks will remain.

#### E.147.3.9.3. ecpg

- Add localization support for messages (Euler Taveira de Oliveira)
- ecpg parser is now automatically generated from the server parser (Michael)

Previously the ecpg parser was hand-maintained.

#### E.147.3.9.4. Server Programming Interface (SPI)

- Add support for single-use plans with out-of-line parameters (Tom)
- Add new `SPI_OK_REWRITTEN` return code for `SPI_execute()` (Heikki)

This is used when a command is rewritten to another type of command.

- Remove unnecessary inclusions from `executor/spi.h` (Tom)

SPI-using modules might need to add some `#include` lines if they were depending on `spi.h` to include things for them.

#### E.147.3.10. Build Options

- Update build system to use Autoconf™ 2.61 (Peter)
- Require GNU bison™ for source code builds (Peter)

This has effectively been required for several years, but now there is no infrastructure claiming to support other parser tools.

- Add `pg_config --htmldir` option (Peter)

- Pass `float4` by value inside the server (Zoltan Boszormenyi)

Add configure option `--disable-float4-byval` to use the old behavior. External C functions that use old-style (version 0) call convention and pass or return `float4` values will be broken by this change, so you may need the configure option if you have such functions and don't want to update them.

- Pass `float8`, `int8`, and related datatypes by value inside the server on 64-bit platforms (Zoltan Boszormenyi)

Add configure option `--disable-float8-byval` to use the old behavior. As above, this change might break old-style external C functions.

- Add configure options `--with-segsize`, `--with-blocksize`, `--with-wal-blocksize`, `-with-wal-segsize` (Zdenek Kotala, Tom)

This simplifies build-time control over several constants that previously could only be changed by editing `pg_config_manual.h`.

- Allow threaded builds on Solaris™ 2.5 (Bruce)
- Use the system's `getopt_long()` on Solaris™ (Zdenek Kotala, Tom)

This makes option processing more consistent with what Solaris users expect.

- Add support for the Sun Studio™ compiler on Linux™ (Julius Stroffek)
- Append the major version number to the backend gettext domain, and the `soname` major version number to libraries' gettext domain (Peter)

This simplifies parallel installations of multiple versions.

- Add support for code coverage testing with `gcov` (Michelle Caisse)
- Allow out-of-tree builds on Mingw™ and Cygwin™ (Richard Evans)
- Fix the use of Mingw™ as a cross-compiling source platform (Peter)

### E.147.3.11. Source Code

- Support 64-bit time zone data files (Heikki)

This adds support for daylight saving time (DST) calculations beyond the year 2038.

- Deprecate use of platform's `time_t` data type (Tom)

Some platforms have migrated to 64-bit `time_t`, some have not, and Windows can't make up its mind what it's doing. Define `pg_time_t` to have the same meaning as `time_t`, but always be 64 bits (unless the platform has no 64-bit integer type), and use that type in all module APIs and on-disk data formats.

- Fix bug in handling of the time zone database when cross-compiling (Richard Evans)
- Link backend object files in one step, rather than in stages (Peter)
- Improve gettext support to allow better translation of plurals (Peter)
- Add message translation support to the PL languages (Alvaro, Peter)
- Add more DTrace probes (Robert Lor)
- Enable DTrace support on macOS Leopard and other non-Solaris platforms (Robert Lor)
- Simplify and standardize conversions between C strings and text datums, by providing common functions for the purpose (Brendan Jurd, Tom)
- Clean up the `include/catalog/` header files so that frontend programs can include them without including `postgres.h` (Zdenek Kotala)
- Make name char-aligned, and suppress zero-padding of name entries in indexes (Tom)
- Recover better if dynamically-loaded code executes `exit()` (Tom)
- Add a hook to let plug-ins monitor the executor (Itagaki Takahiro)
- Add a hook to allow the planner's statistics lookup behavior to be overridden (Simon Riggs)
- Add `shmem_startup_hook()` for custom shared memory requirements (Tom)
- Replace the index access method `amgetmulti` entry point with `amgetbitmap`, and extend the API for `amgettupple` to support run-time determination of operator lossiness (Heikki, Tom, Teodor)

The API for GIN and GiST opclass consistent functions has been extended as well.

- Add support for partial-match searches in GIN indexes (Teodor Sigaev, Oleg Bartunov)
- Replace pg\_class column `reltriggers` with boolean `relhastriggers` (Simon)  
Also remove unused pg\_class columns `relukeys`, `relfkeys`, and `relrefs`.
- Add a `relistemp` column to pg\_class to ease identification of temporary tables (Tom)
- Move platform FAQs into the main documentation (Peter)

- Prevent parser input files from being built with any conflicts (Peter)
- Add support for the KOI8U (Ukrainian) encoding (Peter)
- Add Japanese message translations (Japan PostgreSQL Users Group)  
This used to be maintained as a separate project.
- Fix problem when setting LC\_MESSAGES on MSVC-built systems (Hiroshi Inoue, Hiroshi Saito, Magnus)

### E.147.3.12. Contrib

- Add contrib/auto\_explain to automatically run EXPLAIN on queries exceeding a specified duration (Itagaki Takahiro, Tom)
- Add contrib/btree\_gin to allow GIN indexes to handle more datatypes (Oleg, Teodor)
- Add contrib/citext to provide a case-insensitive, multibyte-aware text data type (David Wheeler)
- Add contrib/pg\_stat\_statements for server-wide tracking of statement execution statistics (Itagaki Takahiro)
- Add duration and query mode options to contrib/pgbench (Itagaki Takahiro)
- Make contrib/pgbench use table names pgbench\_accounts, pgbench\_branches, pgbench\_history, and pgbench\_tellers, rather than just accounts, branches, history, and tellers (Tom)  
This is to reduce the risk of accidentally destroying real data by running pgbench.
- Fix contrib/pgstattuple to handle tables and indexes with over 2 billion pages (Tatsuhito Kasahara)
- In contrib/fuzzystrmatch, add a version of the Levenshtein string-distance function that allows the user to specify the costs of insertion, deletion, and substitution (Volkan Yazici)
- Make contrib/ltree support multibyte encodings (laser)
- Enable contrib/dblink to use connection information stored in the SQL/MED catalogs (Joe Conway)
- Improve contrib/dblink's reporting of errors from the remote server (Joe Conway)
- Make contrib/dblink set client\_encoding to match the local database's encoding (Joe Conway)  
This prevents encoding problems when communicating with a remote database that uses a different encoding.
- Make sure contrib/dblink uses a password supplied by the user, and not accidentally taken from the server's .pgpass file (Joe Conway)  
This is a minor security enhancement.
- Add fsm\_page\_contents() to contrib/pageinspect (Heikki)
- Modify get\_raw\_page() to support free space map (\*.fsm) files. Also update contrib/pg\_freespacemap.
- Add support for multibyte encodings to contrib/pg\_trgm (Teodor)
- Rewrite contrib/intagg to use new functions array\_agg() and unnest() (Tom)
- Make contrib/pg\_standby recover all available WAL before failover (Fujii Masao, Simon, Heikki)  
To make this work safely, you now need to set the new recovery\_end\_command option in recovery.conf to clean up the trigger file after failover. pg\_standby will no longer remove the trigger file itself.
- contrib/pg\_standby's -l option is now a no-op, because it is unsafe to use a symlink (Simon)

## E.148. Release 8.3.23

**Release date:** 2013-02-07

This release contains a variety of fixes from 8.3.22. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

This is expected to be the last PostgreSQL™ release in the 8.3.X series. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

## E.148.1. Migration to Version 8.3.23

A dump/restore is not required for those running 8.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.17, see Section E.154, « Release 8.3.17 ».

## E.148.2. Changes

- Prevent execution of enum\_recv from SQL (Tom Lane)

The function was misdeclared, allowing a simple SQL command to crash the server. In principle an attacker might be able to use it to examine the contents of server memory. Our thanks to Sumit Soni (via Secunia SVCRP) for reporting this issue. (CVE-2013-0255)

- Fix SQL grammar to allow subscripting or field selection from a sub-SELECT result (Tom Lane)

- Protect against race conditions when scanning pg\_tablespace (Stephen Frost, Tom Lane)

**CREATE DATABASE** and **DROP DATABASE** could misbehave if there were concurrent updates of pg\_tablespace entries.

- Prevent **DROP OWNED** from trying to drop whole databases or tablespaces (Álvaro Herrera)

For safety, ownership of these objects must be reassigned, not dropped.

- Prevent misbehavior when a RowExpr or XmlExpr is parse-analyzed twice (Andres Freund, Tom Lane)

This mistake could be user-visible in contexts such as `CREATE TABLE LIKE INCLUDING INDEXES`.

- Improve defenses against integer overflow in hashtable sizing calculations (Jeff Davis)

- Ensure that non-ASCII prompt strings are translated to the correct code page on Windows (Alexander Law, Noah Misch)  
This bug affected psql and some other client programs.

- Fix possible crash in psql's `\?` command when not connected to a database (Meng Qingzhong)

- Fix one-byte buffer overrun in libpq's PQprintTuples (Xi Wang)

This ancient function is not used anywhere by PostgreSQL™ itself, but it might still be used by some client code.

- Rearrange configure's tests for supplied functions so it is not fooled by bogus exports from libedit/libreadline (Christoph Berg)

- Ensure Windows build number increases over time (Magnus Hagander)

- Make pgxs build executables with the right `.exe` suffix when cross-compiling for Windows (Zoltan Boszormenyi)

- Add new timezone abbreviation FET (Tom Lane)

This is now used in some eastern-European time zones.

## E.149. Release 8.3.22

**Release date:** 2012-12-06

This release contains a variety of fixes from 8.3.21. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 8.3.X release series in February 2013. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

## E.149.1. Migration to Version 8.3.22

A dump/restore is not required for those running 8.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.17, see Section E.154, « Release 8.3.17 ».

## E.149.2. Changes

- Fix multiple bugs associated with **CREATE INDEX CONCURRENTLY** (Andres Freund, Tom Lane)

Fix **CREATE INDEX CONCURRENTLY** to use in-place updates when changing the state of an index's pg\_index row. This prevents race conditions that could cause concurrent sessions to miss updating the target index, thus resulting in corrupt

concurrently-created indexes.

Also, fix various other operations to ensure that they ignore invalid indexes resulting from a failed **CREATE INDEX CONCURRENTLY** command. The most important of these is **VACUUM**, because an auto-vacuum could easily be launched on the table before corrective action can be taken to fix or remove the invalid index.

- Avoid corruption of internal hash tables when out of memory (Hitoshi Harada)
- Fix planning of non-strict equivalence clauses above outer joins (Tom Lane)

The planner could derive incorrect constraints from a clause equating a non-strict construct to something else, for example `WHERE COALESCE(foo, 0) = 0` when `foo` is coming from the nullable side of an outer join.

- Improve planner's ability to prove exclusion constraints from equivalence classes (Tom Lane)
- Fix partial-row matching in hashed subplans to handle cross-type cases correctly (Tom Lane)

This affects multicolumn NOT IN subplans, such as `WHERE (a, b) NOT IN (SELECT x, y FROM ...)` when for instance `b` and `y` are `int4` and `int8` respectively. This mistake led to wrong answers or crashes depending on the specific data-types involved.

- Acquire buffer lock when re-fetching the old tuple for an AFTER ROW UPDATE/DELETE trigger (Andres Freund)

In very unusual circumstances, this oversight could result in passing incorrect data to the precheck logic for a foreign-key enforcement trigger. That could result in a crash, or in an incorrect decision about whether to fire the trigger.

- Fix **REASSIGN OWNED** to handle grants on tablespaces (Álvaro Herrera)
- Ignore incorrect pg\_attribute entries for system columns for views (Tom Lane)

Views do not have any system columns. However, we forgot to remove such entries when converting a table to a view. That's fixed properly for 9.3 and later, but in previous branches we need to defend against existing mis-converted views.

- Fix rule printing to dump `INSERT INTO table DEFAULT VALUES` correctly (Tom Lane)
- Guard against stack overflow when there are too many UNION/INTERSECT/EXCEPT clauses in a query (Tom Lane)
- Prevent platform-dependent failures when dividing the minimum possible integer value by -1 (Xi Wang, Tom Lane)
- Fix possible access past end of string in date parsing (Hitoshi Harada)
- Produce an understandable error message if the length of the path name for a Unix-domain socket exceeds the platform-specific limit (Tom Lane, Andrew Dunstan)

Formerly, this would result in something quite unhelpful, such as « Non-recoverable failure in name resolution ».

- Fix memory leaks when sending composite column values to the client (Tom Lane)
- Make pg\_ctl more robust about reading the `postmaster.pid` file (Heikki Linnakangas)  
Fix race conditions and possible file descriptor leakage.
- Fix possible crash in psql if incorrectly-encoded data is presented and the `client_encoding` setting is a client-only encoding, such as SJIS (Jiang Guiqing)

- Fix bugs in the `restore.sql` script emitted by pg\_dump in tar output format (Tom Lane)

The script would fail outright on tables whose names include upper-case characters. Also, make the script capable of restoring data in --inserts mode as well as the regular COPY mode.

- Fix pg\_restore to accept POSIX-conformant tar files (Brian Weaver, Tom Lane)

The original coding of pg\_dump's tar output mode produced files that are not fully conformant with the POSIX standard. This has been corrected for version 9.3. This patch updates previous branches so that they will accept both the incorrect and the corrected formats, in hopes of avoiding compatibility problems when 9.3 comes out.

- Fix pg\_resetxlog to locate `postmaster.pid` correctly when given a relative path to the data directory (Tom Lane)

This mistake could lead to pg\_resetxlog not noticing that there is an active postmaster using the data directory.

- Fix libpq's `lo_import()` and `lo_export()` functions to report file I/O errors properly (Tom Lane)
- Fix ecpg's processing of nested structure pointer variables (Muhammad Usama)
- Make contrib/pageinspect's btree page inspection functions take buffer locks while examining pages (Tom Lane)
- Fix pgxs support for building loadable modules on AIX (Tom Lane)

Building modules outside the original source tree didn't work on AIX.

- Update time zone data files to tzdata release 2012j for DST law changes in Cuba, Israel, Jordan, Libya, Palestine, Western Samoa, and portions of Brazil.

## E.150. Release 8.3.21

**Release date:** 2012-09-24

This release contains a variety of fixes from 8.3.20. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 8.3.X release series in February 2013. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

### E.150.1. Migration to Version 8.3.21

A dump/restore is not required for those running 8.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.17, see Section E.154, « Release 8.3.17 ».

### E.150.2. Changes

- Improve page-splitting decisions in GiST indexes (Alexander Korotkov, Robert Haas, Tom Lane)  
Multi-column GiST indexes might suffer unexpected bloat due to this error.
- Fix cascading privilege revoke to stop if privileges are still held (Tom Lane)  
If we revoke a grant option from some role  $X$ , but  $X$  still holds that option via a grant from someone else, we should not recursively revoke the corresponding privilege from role(s)  $Y$  that  $X$  had granted it to.
- Fix handling of SIGFPE when PL/Perl is in use (Andres Freund)  
Perl resets the process's SIGFPE handler to SIG\_IGN, which could result in crashes later on. Restore the normal Postgres signal handler after initializing PL/Perl.
- Prevent PL/Perl from crashing if a recursive PL/Perl function is redefined while being executed (Tom Lane)
- Work around possible misoptimization in PL/Perl (Tom Lane)  
Some Linux distributions contain an incorrect version of pthread.h that results in incorrect compiled code in PL/Perl, leading to crashes if a PL/Perl function calls another one that throws an error.
- Update time zone data files to tzdata release 2012f for DST law changes in Fiji

## E.151. Release 8.3.20

**Release date:** 2012-08-17

This release contains a variety of fixes from 8.3.19. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 8.3.X release series in February 2013. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

### E.151.1. Migration to Version 8.3.20

A dump/restore is not required for those running 8.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.17, see Section E.154, « Release 8.3.17 ».

### E.151.2. Changes

- Prevent access to external files/URLs via XML entity references (Noah Misch, Tom Lane)  
`xml_parse()` would attempt to fetch external files or URLs as needed to resolve DTD and entity references in an XML value, thus allowing unprivileged database users to attempt to fetch data with the privileges of the database server. While the ex-

ternal data wouldn't get returned directly to the user, portions of it could be exposed in error messages if the data didn't parse as valid XML; and in any case the mere ability to check existence of a file might be useful to an attacker. (CVE-2012-3489)

- Prevent access to external files/URLs via contrib/xml2's xsslt\_process() (Peter Eisentraut)

libxslt offers the ability to read and write both files and URLs through stylesheet commands, thus allowing unprivileged database users to both read and write data with the privileges of the database server. Disable that through proper use of libxslt's security options. (CVE-2012-3488)

Also, remove xsslt\_process()'s ability to fetch documents and stylesheets from external files/URLs. While this was a documented « feature », it was long regarded as a bad idea. The fix for CVE-2012-3489 broke that capability, and rather than expend effort on trying to fix it, we're just going to summarily remove it.

- Prevent too-early recycling of btree index pages (Noah Misch)

When we allowed read-only transactions to skip assigning XIDs, we introduced the possibility that a deleted btree page could be recycled while a read-only transaction was still in flight to it. This would result in incorrect index search results. The probability of such an error occurring in the field seems very low because of the timing requirements, but nonetheless it should be fixed.

- Fix crash-safety bug with newly-created-or-reset sequences (Tom Lane)

If **ALTER SEQUENCE** was executed on a freshly created or reset sequence, and then precisely one nextval() call was made on it, and then the server crashed, WAL replay would restore the sequence to a state in which it appeared that no nextval() had been done, thus allowing the first sequence value to be returned again by the next nextval() call. In particular this could manifest for serial columns, since creation of a serial column's sequence includes an **ALTER SEQUENCE OWNED BY** step.

- Ensure the backup\_label file is fsync'd after pg\_start\_backup() (Dave Kerr)
- Back-patch 9.1 improvement to compress the fsync request queue (Robert Haas)

This improves performance during checkpoints. The 9.1 change has now seen enough field testing to seem safe to back-patch.

- Only allow autovacuum to be auto-canceled by a directly blocked process (Tom Lane)

The original coding could allow inconsistent behavior in some cases; in particular, an autovacuum could get canceled after less than deadlock\_timeout grace period.

- Improve logging of autovacuum cancels (Robert Haas)
- Fix log collector so that log\_truncate\_on\_rotation works during the very first log rotation after server start (Tom Lane)
- Ensure that a whole-row reference to a subquery doesn't include any extra GROUP BY or ORDER BY columns (Tom Lane)
- Disallow copying whole-row references in CHECK constraints and index definitions during **CREATE TABLE** (Tom Lane)

This situation can arise in **CREATE TABLE** with LIKE or INHERITS. The copied whole-row variable was incorrectly labeled with the row type of the original table not the new one. Rejecting the case seems reasonable for LIKE, since the row types might well diverge later. For INHERITS we should ideally allow it, with an implicit coercion to the parent table's row type; but that will require more work than seems safe to back-patch.

- Fix memory leak in ARRAY( SELECT . . . ) subqueries (Heikki Linnakangas, Tom Lane)
- Fix extraction of common prefixes from regular expressions (Tom Lane)

The code could get confused by quantified parenthesized subexpressions, such as ^ ( foo ) ?bar. This would lead to incorrect index optimization of searches for such patterns.

- Report errors properly in contrib/xml2's xsslt\_process() (Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2012e for DST law changes in Morocco and Tokelau

## E.152. Release 8.3.19

**Release date:** 2012-06-04

This release contains a variety of fixes from 8.3.18. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.152.1. Migration to Version 8.3.19

A dump/restore is not required for those running 8.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.17, see Section E.154, « Release 8.3.17 ».

## E.152.2. Changes

- Fix incorrect password transformation in contrib/pgcrypto's DES crypt( ) function (Solar Designer)  
If a password string contained the byte value 0x80, the remainder of the password was ignored, causing the password to be much weaker than it appeared. With this fix, the rest of the string is properly included in the DES hash. Any stored password values that are affected by this bug will thus no longer match, so the stored values may need to be updated. (CVE-2012-2143)
- Ignore SECURITY DEFINER and SET attributes for a procedural language's call handler (Tom Lane)  
Applying such attributes to a call handler could crash the server. (CVE-2012-2655)
- Allow numeric timezone offsets in timestamp input to be up to 16 hours away from UTC (Tom Lane)  
Some historical time zones have offsets larger than 15 hours, the previous limit. This could result in dumped data values being rejected during reload.
- Fix timestamp conversion to cope when the given time is exactly the last DST transition time for the current timezone (Tom Lane)  
This oversight has been there a long time, but was not noticed previously because most DST-using zones are presumed to have an indefinite sequence of future DST transitions.
- Fix text to name and char to name casts to perform string truncation correctly in multibyte encodings (Karl Schnaitter)
- Fix memory copying bug in to\_tsquery( ) (Heikki Linnakangas)
- Fix slow session startup when pg\_attribute is very large (Tom Lane)  
If pg\_attribute exceeds one-fourth of shared\_buffers, cache rebuilding code that is sometimes needed during session start would trigger the synchronized-scan logic, causing it to take many times longer than normal. The problem was particularly acute if many new sessions were starting at once.
- Ensure sequential scans check for query cancel reasonably often (Merlin Moncure)  
A scan encountering many consecutive pages that contain no live tuples would not respond to interrupts meanwhile.
- Ensure the Windows implementation of PGSemaphoreLock( ) clears ImmediateInterruptOK before returning (Tom Lane)  
This oversight meant that a query-cancel interrupt received later in the same query could be accepted at an unsafe time, with unpredictable but not good consequences.
- Show whole-row variables safely when printing views or rules (Abbas Butt, Tom Lane)  
Corner cases involving ambiguous names (that is, the name could be either a table or column name of the query) were printed in an ambiguous way, risking that the view or rule would be interpreted differently after dump and reload. Avoid the ambiguous case by attaching a no-op cast.
- Ensure autovacuum worker processes perform stack depth checking properly (Heikki Linnakangas)  
Previously, infinite recursion in a function invoked by auto-ANALYZE could crash worker processes.
- Fix logging collector to not lose log coherency under high load (Andrew Dunstan)  
The collector previously could fail to reassemble large messages if it got too busy.
- Fix logging collector to ensure it will restart file rotation after receiving SIGHUP (Tom Lane)
- Fix PL/pgSQL's **GET DIAGNOSTICS** command when the target is the function's first variable (Tom Lane)
- Fix several performance problems in pg\_dump when the database contains many objects (Jeff Janes, Tom Lane)  
pg\_dump could get very slow if the database contained many schemas, or if many objects are in dependency loops, or if there are many owned sequences.
- Fix contrib/dblink's dblink\_exec( ) to not leak temporary database connections upon error (Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2012c for DST law changes in Antarctica, Armenia, Chile, Cuba, Falkland Islands, Gaza, Haiti, Hebron, Morocco, Syria, and Tokelau Islands; also historical corrections for Canada.

## E.153. Release 8.3.18

**Release date:** 2012-02-27

This release contains a variety of fixes from 8.3.17. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.153.1. Migration to Version 8.3.18

A dump/restore is not required for those running 8.3.X.

However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.17, see Section E.154, « Release 8.3.17 ».

### E.153.2. Changes

- Require execute permission on the trigger function for **CREATE TRIGGER** (Robert Haas)

This missing check could allow another user to execute a trigger function with forged input data, by installing it on a table he owns. This is only of significance for trigger functions marked **SECURITY DEFINER**, since otherwise trigger functions run as the table owner anyway. (CVE-2012-0866)

- Convert newlines to spaces in names written in pg\_dump comments (Robert Haas)

pg\_dump was incautious about sanitizing object names that are emitted within SQL comments in its output script. A name containing a newline would at least render the script syntactically incorrect. Maliciously crafted object names could present a SQL injection risk when the script is reloaded. (CVE-2012-0868)

- Fix btree index corruption from insertions concurrent with vacuuming (Tom Lane)

An index page split caused by an insertion could sometimes cause a concurrently-running **VACUUM** to miss removing index entries that it should remove. After the corresponding table rows are removed, the dangling index entries would cause errors (such as « could not read block N in file ... ») or worse, silently wrong query results after unrelated rows are re-inserted at the now-free table locations. This bug has been present since release 8.2, but occurs so infrequently that it was not diagnosed until now. If you have reason to suspect that it has happened in your database, reindexing the affected index will fix things.

- Allow non-existent values for some settings in **ALTER USER/DATABASE SET** (Heikki Linnakangas)

Allow `default_text_search_config`, `default_tablespace`, and `temp_tablespaces` to be set to names that are not known. This is because they might be known in another database where the setting is intended to be used, or for the tablespace cases because the tablespace might not be created yet. The same issue was previously recognized for `search_path`, and these settings now act like that one.

- Track the OID counter correctly during WAL replay, even when it wraps around (Tom Lane)

Previously the OID counter would remain stuck at a high value until the system exited replay mode. The practical consequences of that are usually nil, but there are scenarios wherein a standby server that's been promoted to master might take a long time to advance the OID counter to a reasonable value once values are needed.

- Fix regular expression back-references with \* attached (Tom Lane)

Rather than enforcing an exact string match, the code would effectively accept any string that satisfies the pattern sub-expression referenced by the back-reference symbol.

A similar problem still afflicts back-references that are embedded in a larger quantified expression, rather than being the immediate subject of the quantifier. This will be addressed in a future PostgreSQL™ release.

- Fix recently-introduced memory leak in processing of inet/cidr values (Heikki Linnakangas)

A patch in the December 2011 releases of PostgreSQL™ caused memory leakage in these operations, which could be significant in scenarios such as building a btree index on such a column.

- Avoid double close of file handle in syslogger on Windows (MauMau)

Ordinarily this error was invisible, but it would cause an exception when running on a debug version of Windows.

- Fix I/O-conversion-related memory leaks in plpgsql (Andres Freund, Jan Urbanski, Tom Lane)

Certain operations would leak memory until the end of the current function.

- Improve pg\_dump's handling of allied table columns (Tom Lane)

pg\_dump mishandled situations where a child column has a different default expression than its parent column. If the default is

textually identical to the parent's default, but not actually the same (for instance, because of schema search path differences) it would not be recognized as different, so that after dump and restore the child would be allowed to all the parent's default. Child columns that are NOT NULL where their parent is not could also be restored subtly incorrectly.

- Fix pg\_restore's direct-to-database mode for INSERT-style table data (Tom Lane)

Direct-to-database restores from archive files made with --inserts or --column-inserts options fail when using pg\_restore from a release dated September or December 2011, as a result of an oversight in a fix for another problem. The archive file itself is not at fault, and text-mode output is okay.

- Fix error in contrib/intarray's int[ ] & int[ ] operator (Guillaume Lelarge)

If the smallest integer the two input arrays have in common is 1, and there are smaller values in either array, then 1 would be incorrectly omitted from the result.

- Fix error detection in contrib/pgcrypto's encrypt\_iv() and decrypt\_iv() (Marko Kreen)

These functions failed to report certain types of invalid-input errors, and would instead return random garbage values for incorrect input.

- Fix one-byte buffer overrun in contrib/test\_parser (Paul Guyot)

The code would try to read one more byte than it should, which would crash in corner cases. Since contrib/test\_parser is only example code, this is not a security issue in itself, but bad example code is still bad.

- Use \_\_sync\_lock\_test\_and\_set() for spinlocks on ARM, if available (Martin Pitt)

This function replaces our previous use of the SWPB instruction, which is deprecated and not available on ARMv6 and later. Reports suggest that the old code doesn't fail in an obvious way on recent ARM boards, but simply doesn't interlock concurrent accesses, leading to bizarre failures in multiprocess operation.

- Use -fexcess-precision=standard option when building with gcc versions that accept it (Andrew Dunstan)

This prevents assorted scenarios wherein recent versions of gcc will produce creative results.

- Allow use of threaded Python on FreeBSD (Chris Rees)

Our configure script previously believed that this combination wouldn't work; but FreeBSD fixed the problem, so remove that error check.

## E.154. Release 8.3.17

**Release date:** 2011-12-05

This release contains a variety of fixes from 8.3.16. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.154.1. Migration to Version 8.3.17

A dump/restore is not required for those running 8.3.X.

However, a longstanding error was discovered in the definition of the information\_schema.referential\_constraints view. If you rely on correct results from that view, you should replace its definition as explained in the first changelog item below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.8, see Section E.163, « Release 8.3.8 ».

### E.154.2. Changes

- Fix bugs in information\_schema.referential\_constraints view (Tom Lane)

This view was being insufficiently careful about matching the foreign-key constraint to the depended-on primary or unique key constraint. That could result in failure to show a foreign key constraint at all, or showing it multiple times, or claiming that it depends on a different constraint than the one it really does.

Since the view definition is installed by initdb, merely upgrading will not fix the problem. If you need to fix this in an existing installation, you can (as a superuser) drop the information\_schema schema then re-create it by sourcing *SHAREDIR/information\_schema.sql*. (Run pg\_config --sharedir if you're uncertain where *SHAREDIR* is.) This must be repeated in each database to be fixed.

- Fix TOAST-related data corruption during `CREATE TABLE dest AS SELECT * FROM src` or `INSERT INTO dest SELECT * FROM src` (Tom Lane)

If a table has been modified by **ALTER TABLE ADD COLUMN**, attempts to copy its data verbatim to another table could produce corrupt results in certain corner cases. The problem can only manifest in this precise form in 8.4 and later, but we patched earlier versions as well in case there are other code paths that could trigger the same bug.

- Fix race condition during toast table access from stale syscache entries (Tom Lane)

The typical symptom was transient errors like « missing chunk number 0 for toast value NNNNN in pg\_toast\_2619 », where the cited toast table would always belong to a system catalog.

- Make `DatumGetInetP()` unpack inet datums that have a 1-byte header, and add a new macro, `DatumGetInetPP()`, that does not (Heikki Linnakangas)

This change affects no core code, but might prevent crashes in add-on code that expects `DatumGetInetP()` to produce an unpacked datum as per usual convention.

- Improve locale support in money type's input and output (Tom Lane)

Aside from not supporting all standard `lc_monetary` formatting options, the input and output functions were inconsistent, meaning there were locales in which dumped money values could not be re-read.

- Don't let `transform_null_equals` affect `CASE foo WHEN NULL ...` constructs (Heikki Linnakangas)

`transform_null_equals` is only supposed to affect `foo = NULL` expressions written directly by the user, not equality checks generated internally by this form of `CASE`.

- Change foreign-key trigger creation order to better support self-referential foreign keys (Tom Lane)

For a cascading foreign key that references its own table, a row update will fire both the `ON UPDATE` trigger and the `CHECK` trigger as one event. The `ON UPDATE` trigger must execute first, else the `CHECK` will check a non-final state of the row and possibly throw an inappropriate error. However, the firing order of these triggers is determined by their names, which generally sort in creation order since the triggers have auto-generated names following the convention

« RI\_ConstraintTrigger\_NNNN ». A proper fix would require modifying that convention, which we will do in 9.2, but it seems risky to change it in existing releases. So this patch just changes the creation order of the triggers. Users encountering this type of error should drop and re-create the foreign key constraint to get its triggers into the right order.

- Avoid floating-point underflow while tracking buffer allocation rate (Greg Matthews)

While harmless in itself, on certain platforms this would result in annoying kernel log messages.

- Preserve blank lines within commands in psql's command history (Robert Haas)

The former behavior could cause problems if an empty line was removed from within a string literal, for example.

- Fix pg\_dump to dump user-defined casts between auto-generated types, such as table rowtypes (Tom Lane)

• Use the preferred version of xsubpp to build PL/Perl, not necessarily the operating system's main copy (David Wheeler and Alex Hunsaker)

- Fix incorrect coding in contrib/dict\_int and contrib/dict\_xsyn (Tom Lane)

Some functions incorrectly assumed that memory returned by `malloc()` is guaranteed zeroed.

- Honor query cancel interrupts promptly in `pgstatindex()` (Robert Haas)

- Ensure VPATH builds properly install all server header files (Peter Eisentraut)

- Shorten file names reported in verbose error messages (Peter Eisentraut)

Regular builds have always reported just the name of the C file containing the error message call, but VPATH builds formerly reported an absolute path name.

- Fix interpretation of Windows timezone names for Central America (Tom Lane)

Map « Central America Standard Time » to CST6, not CST6CDT, because DST is generally not observed anywhere in Central America.

- Update time zone data files to tzdata release 2011n for DST law changes in Brazil, Cuba, Fiji, Palestine, Russia, and Samoa; also historical corrections for Alaska and British East Africa.

## E.155. Release 8.3.16

---

**Release date:** 2011-09-26

This release contains a variety of fixes from 8.3.15. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

## E.155.1. Migration to Version 8.3.16

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.8, see Section E.163, « Release 8.3.8 ».

## E.155.2. Changes

- Fix bugs in indexing of in-doubt HOT-updated tuples (Tom Lane)

These bugs could result in index corruption after reindexing a system catalog. They are not believed to affect user indexes.

- Fix multiple bugs in GiST index page split processing (Heikki Linnakangas)

The probability of occurrence was low, but these could lead to index corruption.

- Fix possible buffer overrun in `tsvector_concat()` (Tom Lane)

The function could underestimate the amount of memory needed for its result, leading to server crashes.

- Fix crash in `xml_recv` when processing a « standalone » parameter (Tom Lane)

- Avoid possibly accessing off the end of memory in `ANALYZE` and in SJIS-2004 encoding conversion (Noah Misch)

This fixes some very-low-probability server crash scenarios.

- Fix race condition in relcache init file invalidation (Tom Lane)

There was a window wherein a new backend process could read a stale init file but miss the inval messages that would tell it the data is stale. The result would be bizarre failures in catalog accesses, typically « could not read block 0 in file ... » later during startup.

- Fix memory leak at end of a GiST index scan (Tom Lane)

Commands that perform many separate GiST index scans, such as verification of a new GiST-based exclusion constraint on a table already containing many rows, could transiently require large amounts of memory due to this leak.

- Fix performance problem when constructing a large, lossy bitmap (Tom Lane)

- Fix array- and path-creating functions to ensure padding bytes are zeroes (Tom Lane)

This avoids some situations where the planner will think that semantically-equal constants are not equal, resulting in poor optimization.

- Work around gcc 4.6.0 bug that breaks WAL replay (Tom Lane)

This could lead to loss of committed transactions after a server crash.

- Fix dump bug for `VALUES` in a view (Tom Lane)

- Disallow `SELECT FOR UPDATE / SHARE` on sequences (Tom Lane)

This operation doesn't work as expected and can lead to failures.

- Defend against integer overflow when computing size of a hash table (Tom Lane)

- Fix cases where `CLUSTER` might attempt to access already-removed TOAST data (Tom Lane)

- Fix portability bugs in use of credentials control messages for « peer » authentication (Tom Lane)

- Fix SSPI login when multiple roundtrips are required (Ahmed Shinwari, Magnus Hagander)

The typical symptom of this problem was « The function requested is not supported » errors during SSPI login.

- Fix typo in `pg_srand48` seed initialization (Andres Freund)

This led to failure to use all bits of the provided seed. This function is not used on most platforms (only those without `srandom`), and the potential security exposure from a less-random-than-expected seed seems minimal in any case.

- Avoid integer overflow when the sum of `LIMIT` and `OFFSET` values exceeds  $2^{63}$  (Heikki Linnakangas)

- Add overflow checks to `int4` and `int8` versions of `generate_series()` (Robert Haas)

- Fix trailing-zero removal in `to_char()` (Marti Raudsepp)

In a format with FM and no digit positions after the decimal point, zeroes to the left of the decimal point could be removed incorrectly.

- Fix `pg_size.pretty()` to avoid overflow for inputs close to  $2^{63}$  (Tom Lane)

- In `pg_ctl`, support silent mode for service registrations on Windows (MauMau)

- Fix `psql`'s counting of script file line numbers during `COPY` from a different file (Tom Lane)

- Fix `pg_restore`'s direct-to-database mode for `standard_conforming_strings` (Tom Lane)

`pg_restore` could emit incorrect commands when restoring directly to a database server from an archive file that had been made with `standard_conforming_strings` set to on.

- Fix write-past-buffer-end and memory leak in libpq's LDAP service lookup code (Albe Laurenz)

- In libpq, avoid failures when using nonblocking I/O and an SSL connection (Martin Pihlak, Tom Lane)

- Improve libpq's handling of failures during connection startup (Tom Lane)

In particular, the response to a server report of `fork()` failure during SSL connection startup is now saner.

- Improve libpq's error reporting for SSL failures (Tom Lane)

- Make ecpglib write double values with 15 digits precision (Akira Kurosawa)

- In ecpglib, be sure `LC_NUMERIC` setting is restored after an error (Michael Meskes)

- Apply upstream fix for blowfish signed-character bug (CVE-2011-2483) (Tom Lane)

`contrib/pg_crypto`'s blowfish encryption code could give wrong results on platforms where `char` is signed (which is most), leading to encrypted passwords being weaker than they should be.

- Fix memory leak in `contrib/seg` (Heikki Linnakangas)

- Fix `pgstatindex()` to give consistent results for empty indexes (Tom Lane)

- Allow building with perl 5.14 (Alex Hunsaker)

- Update configure script's method for probing existence of system functions (Tom Lane)

The version of autoconf we used in 8.3 and 8.2 could be fooled by compilers that perform link-time optimization.

- Fix assorted issues with build and install file paths containing spaces (Tom Lane)

- Update time zone data files to tzdata release 2011i for DST law changes in Canada, Egypt, Russia, Samoa, and South Sudan.

## E.156. Release 8.3.15

**Release date:** 2011-04-18

This release contains a variety of fixes from 8.3.14. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.156.1. Migration to Version 8.3.15

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.8, see Section E.163, « Release 8.3.8 ».

### E.156.2. Changes

- Disallow including a composite type in itself (Tom Lane)

This prevents scenarios wherein the server could recurse infinitely while processing the composite type. While there are some possible uses for such a structure, they don't seem compelling enough to justify the effort required to make sure it always works safely.

- Avoid potential deadlock during catalog cache initialization (Nikhil Sontakke)

In some cases the cache loading code would acquire share lock on a system index before locking the index's catalog. This could deadlock against processes trying to acquire exclusive locks in the other, more standard order.

- Fix dangling-pointer problem in BEFORE ROW UPDATE trigger handling when there was a concurrent update to the target tuple (Tom Lane)

This bug has been observed to result in intermittent « cannot extract system attribute from virtual tuple » failures while trying to do UPDATE RETURNING `ctid`. There is a very small probability of more serious errors, such as generating incorrect index entries for the updated tuple.

- Disallow **DROP TABLE** when there are pending deferred trigger events for the table (Tom Lane)

Formerly the **DROP** would go through, leading to « could not open relation with OID nnn » errors when the triggers were eventually fired.

- Fix PL/Python memory leak involving array slices (Daniel Popowich)
- Fix `pg_restore` to cope with long lines (over 1KB) in TOC files (Tom Lane)
- Put in more safeguards against crashing due to division-by-zero with overly enthusiastic compiler optimization (Aurelien Jarno)
- Support use of `dlopen()` in FreeBSD and OpenBSD on MIPS (Tom Lane)

There was a hard-wired assumption that this system function was not available on MIPS hardware on these systems. Use a compile-time test instead, since more recent versions have it.

- Fix compilation failures on HP-UX (Heikki Linnakangas)
- Fix version-incompatibility problem with `libintl` on Windows (Hiroshi Inoue)
- Fix usage of `xcopy` in Windows build scripts to work correctly under Windows 7 (Andrew Dunstan)  
This affects the build scripts only, not installation or usage.
- Fix path separator used by `pg_regress` on Cygwin (Andrew Dunstan)
- Update time zone data files to tzdata release 2011f for DST law changes in Chile, Cuba, Falkland Islands, Morocco, Samoa, and Turkey; also historical corrections for South Australia, Alaska, and Hawaii.

## E.157. Release 8.3.14

**Release date:** 2011-01-31

This release contains a variety of fixes from 8.3.13. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.157.1. Migration to Version 8.3.14

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.8, see Section E.163, « Release 8.3.8 ».

### E.157.2. Changes

- Avoid failures when **EXPLAIN** tries to display a simple-form CASE expression (Tom Lane)

If the CASE's test expression was a constant, the planner could simplify the CASE into a form that confused the expression-display code, resulting in « unexpected CASE WHEN clause » errors.

- Fix assignment to an array slice that is before the existing range of subscripts (Tom Lane)

If there was a gap between the newly added subscripts and the first pre-existing subscript, the code miscalculated how many entries needed to be copied from the old array's null bitmap, potentially leading to data corruption or crash.

- Avoid unexpected conversion overflow in planner for very distant date values (Tom Lane)

The date type supports a wider range of dates than can be represented by the timestamp types, but the planner assumed it could always convert a date to timestamp with impunity.

- Fix `pg_restore`'s text output for large objects (BLOBs) when `standard_conforming_strings` is on (Tom Lane)

Although restoring directly to a database worked correctly, string escaping was incorrect if `pg_restore` was asked for SQL text output and `standard_conforming_strings` had been enabled in the source database.

- Fix erroneous parsing of tsquery values containing . . . & !( subexpression ) | . . . (Tom Lane)

Queries containing this combination of operators were not executed correctly. The same error existed in contrib/intarray's query\_int type and contrib/ltree's ltxtquery type.

- Fix buffer overrun in contrib/intarray's input function for the query\_int type (Apple)

This bug is a security risk since the function's return address could be overwritten. Thanks to Apple Inc's security team for reporting this issue and supplying the fix. (CVE-2010-4015)

- Fix bug in contrib/seg's GiST picksplit algorithm (Alexander Korotkov)

This could result in considerable inefficiency, though not actually incorrect answers, in a GiST index on a seg column. If you have such an index, consider REINDEXing it after installing this update. (This is identical to the bug that was fixed in contrib/cube in the previous update.)

## E.158. Release 8.3.13

**Release date:** 2010-12-16

This release contains a variety of fixes from 8.3.12. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.158.1. Migration to Version 8.3.13

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.8, see Section E.163, « Release 8.3.8 ».

### E.158.2. Changes

- Force the default wal\_sync\_method to be fdatasync on Linux (Tom Lane, Marti Raudsepp)

The default on Linux has actually been fdatasync for many years, but recent kernel changes caused PostgreSQL™ to choose open\_datsync instead. This choice did not result in any performance improvement, and caused outright failures on certain filesystems, notably ext4 with the data-journal mount option.

- Fix assorted bugs in WAL replay logic for GIN indexes (Tom Lane)

This could result in « bad buffer id: 0 » failures or corruption of index contents during replication.

- Fix recovery from base backup when the starting checkpoint WAL record is not in the same WAL segment as its redo point (Jeff Davis)

- Fix persistent slowdown of autovacuum workers when multiple workers remain active for a long time (Tom Lane)

The effective vacuum\_cost\_limit for an autovacuum worker could drop to nearly zero if it processed enough tables, causing it to run extremely slowly.

- Add support for detecting register-stack overrun on IA64 (Tom Lane)

The IA64 architecture has two hardware stacks. Full prevention of stack-overrun failures requires checking both.

- Add a check for stack overflow in copyObject() (Tom Lane)

Certain code paths could crash due to stack overflow given a sufficiently complex query.

- Fix detection of page splits in temporary GiST indexes (Heikki Linnakangas)

It is possible to have a « concurrent » page split in a temporary index, if for example there is an open cursor scanning the index when an insertion is done. GiST failed to detect this case and hence could deliver wrong results when execution of the cursor continued.

- Avoid memory leakage while ANALYZE'ing complex index expressions (Tom Lane)

- Ensure an index that uses a whole-row Var still depends on its table (Tom Lane)

An index declared like `create index i on t (foo(t.*))` would not automatically get dropped when its table was dropped.

- Do not « inline » a SQL function with multiple OUT parameters (Tom Lane)

This avoids a possible crash due to loss of information about the expected result rowtype.

- Behave correctly if ORDER BY, LIMIT, FOR UPDATE, or WITH is attached to the VALUES part of INSERT . . . VALUES (Tom Lane)
- Fix constant-folding of COALESCE( ) expressions (Tom Lane)

The planner would sometimes attempt to evaluate sub-expressions that in fact could never be reached, possibly leading to unexpected errors.
- Fix postmaster crash when connection acceptance (accept( ) or one of the calls made immediately after it) fails, and the postmaster was compiled with GSSAPI support (Alexander Chernikov)
- Fix missed unlink of temporary files when log\_temp\_files is active (Tom Lane)

If an error occurred while attempting to emit the log message, the unlink was not done, resulting in accumulation of temp files.
- Add print functionality for InhRelation nodes (Tom Lane)

This avoids a failure when debug\_print\_parse is enabled and certain types of query are executed.
- Fix incorrect calculation of distance from a point to a horizontal line segment (Tom Lane)

This bug affected several different geometric distance-measurement operators.
- Fix PL/pgSQL's handling of « simple » expressions to not fail in recursion or error-recovery cases (Tom Lane)
- Fix PL/Python's handling of set-returning functions (Jan Urbanski)

Attempts to call SPI functions within the iterator generating a set result would fail.
- Fix bug in contrib/cube's GiST picksplit algorithm (Alexander Korotkov)

This could result in considerable inefficiency, though not actually incorrect answers, in a GiST index on a cube column. If you have such an index, consider REINDEXing it after installing this update.
- Don't emit « identifier will be truncated » notices in contrib/dblink except when creating new connections (Itagaki Takahiro)
- Fix potential coredump on missing public key in contrib/pgcrypto (Marti Raudsepp)
- Fix memory leak in contrib/xml2's XPath query functions (Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2010o for DST law changes in Fiji and Samoa; also historical corrections for Hong Kong.

## E.159. Release 8.3.12

**Release date:** 2010-10-04

This release contains a variety of fixes from 8.3.11. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.159.1. Migration to Version 8.3.12

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.8, see Section E.163, « Release 8.3.8 ».

### E.159.2. Changes

- Use a separate interpreter for each calling SQL userid in PL/Perl and PL/Tcl (Tom Lane)

This change prevents security problems that can be caused by subverting Perl or Tcl code that will be executed later in the same session under another SQL user identity (for example, within a SECURITY DEFINER function). Most scripting languages offer numerous ways that that might be done, such as redefining standard functions or operators called by the target function. Without this change, any SQL user with Perl or Tcl language usage rights can do essentially anything with the SQL privileges of the target function's owner.

The cost of this change is that intentional communication among Perl and Tcl functions becomes more difficult. To provide an escape hatch, PL/PerlU and PL/TclU functions continue to use only one interpreter per session. This is not considered a security issue since all such functions execute at the trust level of a database superuser already.

It is likely that third-party procedural languages that claim to offer trusted execution have similar security issues. We advise

contacting the authors of any PL you are depending on for security-critical purposes.

Our thanks to Tim Bunce for pointing out this issue (CVE-2010-3433).

- Prevent possible crashes in `pg_get_expr()` by disallowing it from being called with an argument that is not one of the system catalog columns it's intended to be used with (Heikki Linnakangas, Tom Lane)

- Treat exit code 128 (`ERROR_WAIT_NO_CHILDREN`) as non-fatal on Windows (Magnus Hagander)

Under high load, Windows processes will sometimes fail at startup with this error code. Formerly the postmaster treated this as a panic condition and restarted the whole database, but that seems to be an overreaction.

- Fix incorrect usage of non-strict OR join clauses in Append indexscans (Tom Lane)

This is a back-patch of an 8.4 fix that was missed in the 8.3 branch. This corrects an error introduced in 8.3.8 that could cause incorrect results for outer joins when the inner relation is an alliance tree or `UNION ALL` subquery.

- Fix possible duplicate scans of `UNION ALL` member relations (Tom Lane)

- Fix « cannot handle unplanned sub-select » error (Tom Lane)

This occurred when a sub-select contains a join alias reference that expands into an expression containing another sub-select.

- Fix failure to mark cached plans as transient (Tom Lane)

If a plan is prepared while **CREATE INDEX CONCURRENTLY** is in progress for one of the referenced tables, it is supposed to be re-planned once the index is ready for use. This was not happening reliably.

- Reduce PANIC to ERROR in some occasionally-reported btree failure cases, and provide additional detail in the resulting error messages (Tom Lane)

This should improve the system's robustness with corrupted indexes.

- Prevent `show_session_authorization()` from crashing within autovacuum processes (Tom Lane)

- Defend against functions returning setof record where not all the returned rows are actually of the same rowtype (Tom Lane)

- Fix possible failure when hashing a pass-by-reference function result (Tao Ma, Tom Lane)

- Improve merge join's handling of NULLs in the join columns (Tom Lane)

A merge join can now stop entirely upon reaching the first NULL, if the sort order is such that NULLs sort high.

- Take care to fsync the contents of lockfiles (both `postmaster.pid` and the socket lockfile) while writing them (Tom Lane)

This omission could result in corrupted lockfile contents if the machine crashes shortly after postmaster start. That could in turn prevent subsequent attempts to start the postmaster from succeeding, until the lockfile is manually removed.

- Avoid recursion while assigning XIDs to heavily-nested subtransactions (Andres Freund, Robert Haas)

The original coding could result in a crash if there was limited stack space.

- Avoid holding open old WAL segments in the walwriter process (Magnus Hagander, Heikki Linnakangas)

The previous coding would prevent removal of no-longer-needed segments.

- Fix `log_line_prefix`'s %i escape, which could produce junk early in backend startup (Tom Lane)

- Fix possible data corruption in **ALTER TABLE ... SET TABLESPACE** when archiving is enabled (Jeff Davis)

- Allow **CREATE DATABASE** and **ALTER DATABASE ... SET TABLESPACE** to be interrupted by query-cancel (Guillaume Lelarge)

- Fix **REASSIGN OWNED** to handle operator classes and families (Asko Tiidumaa)

- Fix possible core dump when comparing two empty tsquery values (Tom Lane)

- Fix `LIKE`'s handling of patterns containing % followed by \_ (Tom Lane)

We've fixed this before, but there were still some incorrectly-handled cases.

- In PL/Python, defend against null pointer results from `PyCObject_AsVoidPtr` and `PyCObject_FromVoidPtr` (Peter Eisentraut)

- Make psql recognize **DISCARD ALL** as a command that should not be encased in a transaction block in autocommit-off mode (Itagaki Hiroaki)

- Fix ecpg to process data from RETURNING clauses correctly (Michael Meskes)
- Improve contrib/dblink's handling of tables containing dropped columns (Tom Lane)
- Fix connection leak after « duplicate connection name » errors in contrib/dblink (Itagaki Takahiro)
- Fix contrib/dblink to handle connection names longer than 62 bytes correctly (Itagaki Takahiro)
- Add hstore(text, text) function to contrib/hstore (Robert Haas)

This function is the recommended substitute for the now-deprecated => operator. It was back-patched so that future-proofed code can be used with older server versions. Note that the patch will be effective only after contrib/hstore is installed or reinstalled in a particular database. Users might prefer to execute the **CREATE FUNCTION** command by hand, instead.

- Update build infrastructure and documentation to reflect the source code repository's move from CVS to Git (Magnus Hagander and others)
- Update time zone data files to tzdata release 2010l for DST law changes in Egypt and Palestine; also historical corrections for Finland.

This change also adds new names for two Micronesian timezones: Pacific/Chuuk is now preferred over Pacific/Truk (and the preferred abbreviation is CHUT not TRUT) and Pacific/Pohnpei is preferred over Pacific/Ponape.

- Make Windows' « N. Central Asia Standard Time » timezone map to Asia/Novosibirsk, not Asia/Almaty (Magnus Hagander)  
Microsoft changed the DST behavior of this zone in the timezone update from KB976098. Asia/Novosibirsk is a better match to its new behavior.

## E.160. Release 8.3.11

**Release date:** 2010-05-17

This release contains a variety of fixes from 8.3.10. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.160.1. Migration to Version 8.3.11

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.8, see Section E.163, « Release 8.3.8 ».

### E.160.2. Changes

- Enforce restrictions in plperl using an opmask applied to the whole interpreter, instead of using Safe.pm (Tim Bunce, Andrew Dunstan)

Recent developments have convinced us that Safe.pm is too insecure to rely on for making plperl trustable. This change removes use of Safe.pm altogether, in favor of using a separate interpreter with an opcode mask that is always applied. Pleasant side effects of the change include that it is now possible to use Perl's strict pragma in a natural way in plperl, and that Perl's \$a and \$b variables work as expected in sort routines, and that function compilation is significantly faster. (CVE-2010-1169)

- Prevent PL/Tcl from executing untrustworthy code from pltcl\_modules (Tom)

PL/Tcl's feature for autoloading Tcl code from a database table could be exploited for trojan-horse attacks, because there was no restriction on who could create or insert into that table. This change disables the feature unless pltcl\_modules is owned by a superuser. (However, the permissions on the table are not checked, so installations that really need a less-than-secure modules table can still grant suitable privileges to trusted non-superusers.) Also, prevent loading code into the unrestricted « normal » Tcl interpreter unless we are really going to execute a pltclu function. (CVE-2010-1170)

- Fix possible crash if a cache reset message is received during rebuild of a relcache entry (Heikki)

This error was introduced in 8.3.10 while fixing a related failure.

- Apply per-function GUC settings while running the language validator for the function (Itagaki Takahiro)

This avoids failures if the function's code is invalid without the setting; an example is that SQL functions may not parse if the search\_path is not correct.

- Do not allow an unprivileged user to reset superuser-only parameter settings (Alvaro)

Previously, if an unprivileged user ran `ALTER USER ... RESET ALL` for himself, or `ALTER DATABASE ... RESET ALL` for a database he owns, this would remove all special parameter settings for the user or database, even ones that are only supposed to be changeable by a superuser. Now, the **ALTER** will only remove the parameters that the user has permission to change.

- Avoid possible crash during backend shutdown if shutdown occurs when a CONTEXT addition would be made to log entries (Tom)

In some cases the context-printing function would fail because the current transaction had already been rolled back when it came time to print a log message.

- Ensure the archiver process responds to changes in `archive_command` as soon as possible (Tom)
- Update PL/Perl's `ppport.h` for modern Perl versions (Andrew)
- Fix assorted memory leaks in PL/Python (Andreas Freund, Tom)
- Prevent infinite recursion in `psql` when expanding a variable that refers to itself (Tom)
- Fix `psql`'s `\copy` to not add spaces around a dot within `\copy (select ...)` (Tom)

Addition of spaces around the decimal point in a numeric literal would result in a syntax error.

- Fix unnecessary « GIN indexes do not support whole-index scans » errors for unsatisfiable queries using `contrib/in-tarray` operators (Tom)
- Ensure that `contrib/pgstattuple` functions respond to cancel interrupts promptly (Tatsuhito Kasahara)
- Make server startup deal properly with the case that `shmget()` returns `EINVAL` for an existing shared memory segment (Tom)

This behavior has been observed on BSD-derived kernels including macOS. It resulted in an entirely-misleading startup failure complaining that the shared memory request size was too large.

- Avoid possible crashes in syslogger process on Windows (Heikki)
- Deal more robustly with incomplete time zone information in the Windows registry (Magnus)
- Update the set of known Windows time zone names (Magnus)
- Update time zone data files to tzdata release 2010j for DST law changes in Argentina, Australian Antarctic, Bangladesh, Mexico, Morocco, Pakistan, Palestine, Russia, Syria, Tunisia; also historical corrections for Taiwan.

Also, add PKST (Pakistan Summer Time) to the default set of timezone abbreviations.

## **E.161. Release 8.3.10**

**Release date:** 2010-03-15

This release contains a variety of fixes from 8.3.9. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### **E.161.1. Migration to Version 8.3.10**

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.8, see Section E.163, « Release 8.3.8 ».

### **E.161.2. Changes**

- Add new configuration parameter `ssl_renegotiation_limit` to control how often we do session key renegotiation for an SSL connection (Magnus)

This can be set to zero to disable renegotiation completely, which may be required if a broken SSL library is used. In particular, some vendors are shipping stopgap patches for CVE-2009-3555 that cause renegotiation attempts to fail.

- Fix possible deadlock during backend startup (Tom)
- Fix possible crashes due to not handling errors during relcache reload cleanly (Tom)
- Fix possible crash due to use of dangling pointer to a cached plan (Tatsuo)

- Fix possible crashes when trying to recover from a failure in subtransaction start (Tom)
- Fix server memory leak associated with use of savepoints and a client encoding different from server's encoding (Tom)
- Fix incorrect WAL data emitted during end-of-recovery cleanup of a GIST index page split (Yoichi Hirai)

This would result in index corruption, or even more likely an error during WAL replay, if we were unlucky enough to crash during end-of-recovery cleanup after having completed an incomplete GIST insertion.
- Make `substring()` for bit types treat any negative length as meaning « all the rest of the string » (Tom)

The previous coding treated only -1 that way, and would produce an invalid result value for other negative values, possibly leading to a crash (CVE-2010-0442).
- Fix integer-to-bit-string conversions to handle the first fractional byte correctly when the output bit width is wider than the given integer by something other than a multiple of 8 bits (Tom)
- Fix some cases of pathologically slow regular expression matching (Tom)
- Fix assorted crashes in xml processing caused by sloppy memory management (Tom)

This is a back-patch of changes first applied in 8.4. The 8.3 code was known buggy, but the new code was sufficiently different to not want to back-patch it until it had gotten some field testing.
- Fix bug with trying to update a field of an element of a composite-type array column (Tom)
- Fix the `STOP WAL LOCATION` entry in backup history files to report the next WAL segment's name when the end location is exactly at a segment boundary (Itagaki Takahiro)
- Fix some more cases of temporary-file leakage (Heikki)

This corrects a problem introduced in the previous minor release. One case that failed is when a plpgsql function returning set is called within another function's exception handler.
- Improve constraint exclusion processing of boolean-variable cases, in particular make it possible to exclude a partition that has a « `bool_column = false` » constraint (Tom)
- When reading `pg_hba.conf` and related files, do not treat `@something` as a file inclusion request if the @ appears inside quote marks; also, never treat @ by itself as a file inclusion request (Tom)

This prevents erratic behavior if a role or database name starts with @. If you need to include a file whose path name contains spaces, you can still do so, but you must write @" /path to/file" rather than putting the quotes around the whole construct.
- Prevent infinite loop on some platforms if a directory is named as an inclusion target in `pg_hba.conf` and related files (Tom)
- Fix possible infinite loop if `SSL_read` or `SSL_write` fails without setting `errno` (Tom)

This is reportedly possible with some Windows versions of openssl.
- Disallow GSSAPI authentication on local connections, since it requires a hostname to function correctly (Magnus)
- Make ecpg report the proper SQLSTATE if the connection disappears (Michael)
- Fix psql's `numericlocale` option to not format strings it shouldn't in latex and troff output formats (Heikki)
- Make psql return the correct exit status (3) when `ON_ERROR_STOP` and `--single-transaction` are both specified and an error occurs during the implied **COMMIT** (Bruce)
- Fix plpgsql failure in one case where a composite column is set to NULL (Tom)
- Fix possible failure when calling PL/Perl functions from PL/PerlU or vice versa (Tim Bunce)
- Add `volatile` markings in PL/Python to avoid possible compiler-specific misbehavior (Zdenek Kotala)
- Ensure PL/Tcl initializes the Tcl interpreter fully (Tom)

The only known symptom of this oversight is that the Tcl `clock` command misbehaves if using Tcl 8.5 or later.
- Prevent crash in `contrib/dblink` when too many key columns are specified to a `dblink_build_sql_*` function (Rushabh Lathia, Joe Conway)
- Allow zero-dimensional arrays in `contrib/ltree` operations (Tom)

This case was formerly rejected as an error, but it's more convenient to treat it the same as a zero-element array. In particular

this avoids unnecessary failures when an ltree operation is applied to the result of ARRAY (SELECT . . . ) and the sub-select returns no rows.

- Fix assorted crashes in contrib/xml2 caused by sloppy memory management (Tom)
- Make building of contrib/xml2 more robust on Windows (Andrew)
- Fix race condition in Windows signal handling (Radu Ilie)  
One known symptom of this bug is that rows in pg\_listener could be dropped under heavy load.
- Update time zone data files to tzdata release 2010e for DST law changes in Bangladesh, Chile, Fiji, Mexico, Paraguay, Samoa.

## E.162. Release 8.3.9

**Release date:** 2009-12-14

This release contains a variety of fixes from 8.3.8. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.162.1. Migration to Version 8.3.9

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.8, see Section E.163, « Release 8.3.8 ».

### E.162.2. Changes

- Protect against indirect security threats caused by index functions changing session-local state (Gurjeet Singh, Tom)  
This change prevents allegedly-immutable index functions from possibly subverting a superuser's session (CVE-2009-4136).
- Reject SSL certificates containing an embedded null byte in the common name (CN) field (Magnus)  
This prevents unintended matching of a certificate to a server or client name during SSL validation (CVE-2009-4034).
- Fix possible crash during backend-startup-time cache initialization (Tom)
- Avoid crash on empty thesaurus dictionary (Tom)
- Prevent signals from interrupting VACUUM at unsafe times (Alvaro)  
This fix prevents a PANIC if a VACUUM FULL is canceled after it's already committed its tuple movements, as well as transient errors if a plain VACUUM is interrupted after having truncated the table.
- Fix possible crash due to integer overflow in hash table size calculation (Tom)  
This could occur with extremely large planner estimates for the size of a hashjoin's result.
- Fix very rare crash in inet/cidr comparisons (Chris Mikkelsen)
- Ensure that shared tuple-level locks held by prepared transactions are not ignored (Heikki)
- Fix premature drop of temporary files used for a cursor that is accessed within a subtransaction (Heikki)
- Fix memory leak in syslogger process when rotating to a new CSV logfile (Tom)
- Fix Windows permission-downgrade logic (Jesse Morris)  
This fixes some cases where the database failed to start on Windows, often with misleading error messages such as « could not locate matching postgres executable ».
- Fix incorrect logic for GiST index page splits, when the split depends on a non-first column of the index (Paul Ramsey)
- Don't error out if recycling or removing an old WAL file fails at the end of checkpoint (Heikki)  
It's better to treat the problem as non-fatal and allow the checkpoint to complete. Future checkpoints will retry the removal. Such problems are not expected in normal operation, but have been seen to be caused by misdesigned Windows anti-virus and backup software.
- Ensure WAL files aren't repeatedly archived on Windows (Heikki)  
This is another symptom that could happen if some other process interfered with deletion of a no-longer-needed file.

- Fix PAM password processing to be more robust (Tom)

The previous code is known to fail with the combination of the Linux `pam_krb5` PAM module with Microsoft Active Directory as the domain controller. It might have problems elsewhere too, since it was making unjustified assumptions about what arguments the PAM stack would pass to it.

- Raise the maximum authentication token (Kerberos ticket) size in GSSAPI and SSPI authentication methods (Ian Turner)

While the old 2000-byte limit was more than enough for Unix Kerberos implementations, tickets issued by Windows Domain Controllers can be much larger.

- Re-enable collection of access statistics for sequences (Akira Kurosawa)

This used to work but was broken in 8.3.

- Fix processing of ownership dependencies during CREATE OR REPLACE FUNCTION (Tom)

- Fix incorrect handling of WHERE `x=x` conditions (Tom)

In some cases these could get ignored as redundant, but they aren't -- they're equivalent to `x IS NOT NULL`.

- Make text search parser accept underscores in XML attributes (Peter)

- Fix encoding handling in xml binary input (Heikki)

If the XML header doesn't specify an encoding, we now assume UTF-8 by default; the previous handling was inconsistent.

- Fix bug with calling `plperl` from `plperlu` or vice versa (Tom)

An error exit from the inner function could result in crashes due to failure to re-select the correct Perl interpreter for the outer function.

- Fix session-lifespan memory leak when a PL/Perl function is redefined (Tom)

- Ensure that Perl arrays are properly converted to PostgreSQL™ arrays when returned by a set-returning PL/Perl function (Andrew Dunstan, Abhijit Menon-Sen)

This worked correctly already for non-set-returning functions.

- Fix rare crash in exception processing in PL/Python (Peter)

- In `contrib/pg_standby`, disable triggering failover with a signal on Windows (Fujii Masao)

This never did anything useful, because Windows doesn't have Unix-style signals, but recent changes made it actually crash.

- Ensure `psql`'s flex module is compiled with the correct system header definitions (Tom)

This fixes build failures on platforms where `--enable-largefile` causes incompatible changes in the generated code.

- Make the postmaster ignore any `application_name` parameter in connection request packets, to improve compatibility with future libpq versions (Tom)

- Update the timezone abbreviation files to match current reality (Joachim Wieland)

This includes adding `IDT` and `SGT` to the default timezone abbreviation set.

- Update time zone data files to tzdata release 2009s for DST law changes in Antarctica, Argentina, Bangladesh, Fiji, Novokuznetsk, Pakistan, Palestine, Samoa, Syria; also historical corrections for Hong Kong.

## E.163. Release 8.3.8

**Release date:** 2009-09-09

This release contains a variety of fixes from 8.3.7. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.163.1. Migration to Version 8.3.8

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you have any hash indexes on interval columns, you must `REINDEX` them after updating to 8.3.8. Also, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.5, see Section E.166, « Release 8.3.5 ».

### E.163.2. Changes

- Fix Windows shared-memory allocation code (Tsutomu Yamada, Magnus)  
This bug led to the often-reported « could not reattach to shared memory » error message.
- Force WAL segment switch during `pg_start_backup()` (Heikki)  
This avoids corner cases that could render a base backup unusable.
- Disallow **RESET ROLE** and **RESET SESSION AUTHORIZATION** inside security-definer functions (Tom, Heikki)  
This covers a case that was missed in the previous patch that disallowed **SET ROLE** and **SET SESSION AUTHORIZATION** inside security-definer functions. (See CVE-2007-6600)
- Make **LOAD** of an already-loaded loadable module into a no-op (Tom)  
Formerly, **LOAD** would attempt to unload and re-load the module, but this is unsafe and not all that useful.
- Disallow empty passwords during LDAP authentication (Magnus)
- Fix handling of sub-SELECTs appearing in the arguments of an outer-level aggregate function (Tom)
- Fix bugs associated with fetching a whole-row value from the output of a Sort or Materialize plan node (Tom)
- Prevent `synchronize_seqscans` from changing the results of scrollable and `WITH HOLD` cursors (Tom)
- Revert planner change that disabled partial-index and constraint exclusion optimizations when there were more than 100 clauses in an AND or OR list (Tom)
- Fix hash calculation for data type interval (Tom)  
This corrects wrong results for hash joins on interval values. It also changes the contents of hash indexes on interval columns. If you have any such indexes, you must **REINDEX** them after updating.
- Treat `to_char(..., 'TH')` as an uppercase ordinal suffix with 'HH'/'HH12' (Heikki)  
It was previously handled as 'th' (lowercase).
- Fix overflow for `INTERVAL 'x ms'` when `x` is more than 2 million and integer datetimes are in use (Alex Hunsaker)
- Fix calculation of distance between a point and a line segment (Tom)  
This led to incorrect results from a number of geometric operators.
- Fix money data type to work in locales where currency amounts have no fractional digits, e.g. Japan (Itagaki Takahiro)
- Fix `LIKE` for case where pattern contains `%_` (Tom)
- Properly round datetime input like `00:12:57.99999999999999999999999999999999` (Tom)
- Fix memory leaks in XML operations (Tom)
- Fix poor choice of page split point in GiST R-tree operator classes (Teodor)
- Ensure that a « fast shutdown » request will forcibly terminate open sessions, even if a « smart shutdown » was already in progress (Fujii Masao)
- Avoid performance degradation in bulk inserts into GIN indexes when the input values are (nearly) in sorted order (Tom)
- Correctly enforce NOT NULL domain constraints in some contexts in PL/pgSQL (Tom)
- Fix portability issues in plperl initialization (Andrew Dunstan)
- Fix `pg_ctl` to not go into an infinite loop if `postgresql.conf` is empty (Jeff Davis)
- Improve `pg_dump`'s efficiency when there are many large objects (Tamas Vincze)
- Use `SIGUSR1`, not `SIGQUIT`, as the failover signal for `pg_standby` (Heikki)
- Make `pg_standby`'s `maxretries` option behave as documented (Fujii Masao)
- Make `contrib/hstore` throw an error when a key or value is too long to fit in its data structure, rather than silently truncating it (Andrew Gierth)
- Fix `contrib/xml2`'s `xslt_process()` to properly handle the maximum number of parameters (twenty) (Tom)
- Improve robustness of `libpq`'s code to recover from errors during **COPY FROM STDIN** (Tom)
- Avoid including conflicting readline and editline header files when both libraries are installed (Zdenek Kotala)

- Update time zone data files to tzdata release 2009l for DST law changes in Bangladesh, Egypt, Jordan, Pakistan, Argentina/San\_Luis, Cuba, Jordan (historical correction only), Mauritius, Morocco, Palestine, Syria, Tunisia.

## E.164. Release 8.3.7

**Release date:** 2009-03-16

This release contains a variety of fixes from 8.3.6. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.164.1. Migration to Version 8.3.7

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.5, see Section E.166, « Release 8.3.5 ».

### E.164.2. Changes

- Prevent error recursion crashes when encoding conversion fails (Tom)

This change extends fixes made in the last two minor releases for related failure scenarios. The previous fixes were narrowly tailored for the original problem reports, but we have now recognized that *any* error thrown by an encoding conversion function could potentially lead to infinite recursion while trying to report the error. The solution therefore is to disable translation and encoding conversion and report the plain-ASCII form of any error message, if we find we have gotten into a recursive error reporting situation. (CVE-2009-0922)

- Disallow **CREATE CONVERSION** with the wrong encodings for the specified conversion function (Heikki)

This prevents one possible scenario for encoding conversion failure. The previous change is a backstop to guard against other kinds of failures in the same area.

- Fix `xpath()` to not modify the path expression unless necessary, and to make a saner attempt at it when necessary (Andrew)

The SQL standard suggests that `xpath` should work on data that is a document fragment, but libxml doesn't support that, and indeed it's not clear that this is sensible according to the XPath standard. `xpath` attempted to work around this mismatch by modifying both the data and the path expression, but the modification was buggy and could cause valid searches to fail. Now, `xpath` checks whether the data is in fact a well-formed document, and if so invokes libxml with no change to the data or path expression. Otherwise, a different modification method that is somewhat less likely to fail is used.



#### Note

The new modification method is still not 100% satisfactory, and it seems likely that no real solution is possible. This patch should therefore be viewed as a band-aid to keep from breaking existing applications unnecessarily. It is likely that PostgreSQL™ 8.4 will simply reject use of `xpath` on data that is not a well-formed document.

- Fix core dump when `to_char()` is given format codes that are inappropriate for the type of the data argument (Tom)

- Fix possible failure in text search when C locale is used with a multi-byte encoding (Teodor)

Crashes were possible on platforms where `wchar_t` is narrower than `int`; Windows in particular.

- Fix extreme inefficiency in text search parser's handling of an email-like string containing multiple @ characters (Heikki)

- Fix planner problem with sub-**SELECT** in the output list of a larger subquery (Tom)

The known symptom of this bug is a « failed to locate grouping columns » error that is dependent on the datatype involved; but there could be other issues as well.

- Fix decompilation of `CASE WHEN` with an implicit coercion (Tom)

This mistake could lead to Assert failures in an Assert-enabled build, or an « unexpected CASE WHEN clause » error message in other cases, when trying to examine or dump a view.

- Fix possible misassignment of the owner of a TOAST table's rowtype (Tom)

If **CLUSTER** or a rewriting variant of **ALTER TABLE** were executed by someone other than the table owner, the `pg_type` entry for the table's TOAST table would end up marked as owned by that someone. This caused no immediate problems, since the permissions on the TOAST rowtype aren't examined by any ordinary database operation. However, it could lead to unexpected failures if one later tried to drop the role that issued the command (in 8.1 or 8.2), or « owner of data type appears to be

invalid » warnings from pg\_dump after having done so (in 8.3).

- Change **UNLISTEN** to exit quickly if the current session has never executed any **LISTEN** command (Tom)

Most of the time this is not a particularly useful optimization, but since **DISCARD ALL** invokes **UNLISTEN**, the previous coding caused a substantial performance problem for applications that made heavy use of **DISCARD ALL**.

- Fix PL/pgSQL to not treat **INTO** after **INSERT** as an **INTO**-variables clause anywhere in the string, not only at the start; in particular, don't fail for **INSERT INTO** within **CREATE RULE** (Tom)
- Clean up PL/pgSQL error status variables fully at block exit (Ashesh Vashi and Dave Page)

This is not a problem for PL/pgSQL itself, but the omission could cause the PL/pgSQL Debugger to crash while examining the state of a function.

- Retry failed calls to `CallNamedPipe()` on Windows (Steve Marshall, Magnus)

It appears that this function can sometimes fail transiently; we previously treated any failure as a hard error, which could confuse **LISTEN/NOTIFY** as well as other operations.

- Add **MUST** (Mauritius Island Summer Time) to the default list of known timezone abbreviations (Xavier Bugaud)

## E.165. Release 8.3.6

**Release date:** 2009-02-02

This release contains a variety of fixes from 8.3.5. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.165.1. Migration to Version 8.3.6

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.5, see Section E.166, « Release 8.3.5 ».

### E.165.2. Changes

- Make **DISCARD ALL** release advisory locks, in addition to everything it already did (Tom)

This was decided to be the most appropriate behavior. This could affect existing applications, however.

- Fix whole-index GiST scans to work correctly (Teodor)

This error could cause rows to be lost if a table is clustered on a GiST index.

- Fix crash of `xmlconcat(NULL)` (Peter)

- Fix possible crash in `ispell` dictionary if high-bit-set characters are used as flags (Teodor)

This is known to be done by one widely available Norwegian dictionary, and the same condition may exist in others.

- Fix misordering of pg\_dump output for composite types (Tom)

The most likely problem was for user-defined operator classes to be dumped after indexes or views that needed them.

- Improve handling of URLs in `headline()` function (Teodor)

- Improve handling of overlength headlines in `headline()` function (Teodor)

- Prevent possible Assert failure or misconversion if an encoding conversion is created with the wrong conversion function for the specified pair of encodings (Tom, Heikki)

- Fix possible Assert failure if a statement executed in PL/pgSQL is rewritten into another kind of statement, for example if an **INSERT** is rewritten into an **UPDATE** (Heikki)

- Ensure that a snapshot is available to datatype input functions (Tom)

This primarily affects domains that are declared with `CHECK` constraints involving user-defined stable or immutable functions. Such functions typically fail if no snapshot has been set.

- Make it safer for SPI-using functions to be used within datatype I/O; in particular, to be used in domain check constraints (Tom)

- Avoid unnecessary locking of small tables in **VACUUM** (Heikki)

- Fix a problem that sometimes kept **ALTER TABLE ENABLE/DISABLE RULE** from being recognized by active sessions (Tom)
- Fix a problem that made `UPDATE RETURNING tableoid` return zero instead of the correct OID (Tom)
- Allow functions declared as taking `ANYARRAY` to work on the `pg_statistic` columns of that type (Tom)

This used to work, but was unintentionally broken in 8.3.
- Fix planner misestimation of selectivity when transitive equality is applied to an outer-join clause (Tom)

This could result in bad plans for queries like ... `from a left join b on a.a1 = b.b1 where a.a1 = 42`  
...
- Improve optimizer's handling of long `IN` lists (Tom)

This change avoids wasting large amounts of time on such lists when constraint exclusion is enabled.
- Prevent synchronous scan during GIN index build (Tom)

Because GIN is optimized for inserting tuples in increasing TID order, choosing to use a synchronous scan could slow the build by a factor of three or more.
- Ensure that the contents of a holdable cursor don't depend on the contents of TOAST tables (Tom)

Previously, large field values in a cursor result might be represented as TOAST pointers, which would fail if the referenced table got dropped before the cursor is read, or if the large value is deleted and then vacuumed away. This cannot happen with an ordinary cursor, but it could with a cursor that is held past its creating transaction.
- Fix memory leak when a set-returning function is terminated without reading its whole result (Tom)
- Fix encoding conversion problems in XML functions when the database encoding isn't UTF-8 (Tom)
- Fix `contrib/dblink`'s `dblink_get_result(text,bool)` function (Joe)
- Fix possible garbage output from `contrib/sslinfo` functions (Tom)
- Fix incorrect behavior of `contrib/tsearch2` compatibility trigger when it's fired more than once in a command (Teodor)
- Fix possible mis-signaling in autovacuum (Heikki)
- Support running as a service on Windows 7 beta (Dave and Magnus)
- Fix ecpg's handling of varchar structs (Michael)
- Fix configure script to properly report failure when unable to obtain linkage information for PL/Perl (Andrew)
- Make all documentation reference `pgsql-bugs` and/or `pgsql-hackers` as appropriate, instead of the now-decommissioned `pgsql-ports` and `pgsql-patches` mailing lists (Tom)
- Update time zone data files to tzdata release 2009a (for Kathmandu and historical DST corrections in Switzerland, Cuba)

## E.166. Release 8.3.5

**Release date:** 2008-11-03

This release contains a variety of fixes from 8.3.4. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.166.1. Migration to Version 8.3.5

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.1, see Section E.170, « Release 8.3.1 ». Also, if you were running a previous 8.3.X release, it is recommended to **REINDEX** all GiST indexes after the upgrade.

### E.166.2. Changes

- Fix GiST index corruption due to marking the wrong index entry « dead » after a deletion (Teodor)

This would result in index searches failing to find rows they should have found. Corrupted indexes can be fixed with **REINDEX**.
- Fix backend crash when the client encoding cannot represent a localized error message (Tom)

We have addressed similar issues before, but it would still fail if the « character has no equivalent » message itself couldn't be converted. The fix is to disable localization and send the plain ASCII error message when we detect such a situation.

- Fix possible crash in bytea-to-XML mapping (Michael McMaster)
- Fix possible crash when deeply nested functions are invoked from a trigger (Tom)
- Improve optimization of `expression IN (expression-list)` queries (Tom, per an idea from Robert Haas)  
Cases in which there are query variables on the right-hand side had been handled less efficiently in 8.2.x and 8.3.x than in prior versions. The fix restores 8.1 behavior for such cases.
- Fix mis-expansion of rule queries when a sub-SELECT appears in a function call in FROM, a multi-row VALUES list, or a RETURNING list (Tom)

The usual symptom of this problem is an « unrecognized node type » error.

- Fix Assert failure during rescan of an IS NULL search of a GiST index (Teodor)
- Fix memory leak during rescan of a hashed aggregation plan (Neil)
- Ensure an error is reported when a newly-defined PL/pgSQL trigger function is invoked as a normal function (Tom)
- Force a checkpoint before **CREATE DATABASE** starts to copy files (Heikki)

This prevents a possible failure if files had recently been deleted in the source database.

- Prevent possible collision of `relfilenode` numbers when moving a table to another tablespace with **ALTER SET TABLESPACE** (Heikki)

The command tried to re-use the existing filename, instead of picking one that is known unused in the destination directory.

- Fix incorrect text search headline generation when single query item matches first word of text (Sushant Sinha)
- Fix improper display of fractional seconds in interval values when using a non-ISO datestyle in an --enable-integer-datetimebuild (Ron Mayer)
- Make ILIKE compare characters case-insensitively even when they're escaped (Andrew)
- Ensure **DISCARD** is handled properly by statement logging (Tom)
- Fix incorrect logging of last-completed-transaction time during PITR recovery (Tom)
- Ensure `SPI_getvalue` and `SPI_getbinval` behave correctly when the passed tuple and tuple descriptor have different numbers of columns (Tom)

This situation is normal when a table has had columns added or removed, but these two functions didn't handle it properly. The only likely consequence is an incorrect error indication.

- Mark `SessionReplicationRole` as PGDLLIMPORT so it can be used by Slony on Windows (Magnus)
- Fix small memory leak when using libpq's `gsslib` parameter (Magnus)

The space used by the parameter string was not freed at connection close.

- Ensure libgssapi is linked into libpq if needed (Markus Schaaf)
- Fix ecpg's parsing of **CREATE ROLE** (Michael)
- Fix recent breakage of `pg_ctl restart` (Tom)
- Ensure `pg_control` is opened in binary mode (Itagaki Takahiro)  
`pg_controldata` and `pg_resetxlog` did this incorrectly, and so could fail on Windows.
- Update time zone data files to tzdata release 2008i (for DST law changes in Argentina, Brazil, Mauritius, Syria)

## E.167. Release 8.3.4

**Release date:** 2008-09-22

This release contains a variety of fixes from 8.3.3. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

## E.167.1. Migration to Version 8.3.4

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.1, see Section E.170, « Release 8.3.1 ».

## E.167.2. Changes

- Fix bug in btree WAL recovery code (Heikki)

Recovery failed if the WAL ended partway through a page split operation.

- Fix potential use of wrong cutoff XID for HOT page pruning (Alvaro)

This error created a risk of corruption in system catalogs that are consulted by **VACUUM**: dead tuple versions might be removed too soon. The impact of this on actual database operations would be minimal, since the system doesn't follow MVCC rules while examining catalogs, but it might result in transiently wrong output from `pg_dump` or other client programs.

- Fix potential miscalculation of `datfrozenxid` (Alvaro)

This error may explain some recent reports of failure to remove old `pg_clog` data.

- Fix incorrect HOT updates after `pg_class` is reindexed (Tom)

Corruption of `pg_class` could occur if `REINDEX TABLE pg_class` was followed in the same session by an `ALTER TABLE RENAME` or `ALTER TABLE SET SCHEMA` command.

- Fix missed « combo cid » case (Karl Schnaitter)

This error made rows incorrectly invisible to a transaction in which they had been deleted by multiple subtransactions that all aborted.

- Prevent autovacuum from crashing if the table it's currently checking is deleted at just the wrong time (Alvaro)

- Widen local lock counters from 32 to 64 bits (Tom)

This responds to reports that the counters could overflow in sufficiently long transactions, leading to unexpected « lock is already held » errors.

- Fix possible duplicate output of tuples during a GiST index scan (Teodor)

- Regenerate foreign key checking queries from scratch when either table is modified (Tom)

Previously, 8.3 would attempt to replan the query, but would work from previously generated query text. This led to failures if a table or column was renamed.

- Fix missed permissions checks when a view contains a simple `UNION ALL` construct (Heikki)

Permissions for the referenced tables were checked properly, but not permissions for the view itself.

- Add checks in executor startup to ensure that the tuples produced by an **INSERT** or **UPDATE** will match the target table's current rowtype (Tom)

This situation is believed to be impossible in 8.3, but it can happen in prior releases, so a check seems prudent.

- Fix possible repeated drops during **DROP OWNED** (Tom)

This would typically result in strange errors such as « cache lookup failed for relation NNN ».

- Fix several memory leaks in XML operations (Kris Jurka, Tom)

- Fix `xmlserialize()` to raise error properly for unacceptable target data type (Tom)

- Fix a couple of places that mis-handled multibyte characters in text search configuration file parsing (Tom)

Certain characters occurring in configuration files would always cause « invalid byte sequence for encoding » failures.

- Provide file name and line number location for all errors reported in text search configuration files (Tom)

- Fix `AT TIME ZONE` to first try to interpret its timezone argument as a timezone abbreviation, and only try it as a full timezone name if that fails, rather than the other way around as formerly (Tom)

The timestamp input functions have always resolved ambiguous zone names in this order. Making `AT TIME ZONE` do so as well improves consistency, and fixes a compatibility bug introduced in 8.1: in ambiguous cases we now behave the same as 8.0 and before did, since in the older versions `AT TIME ZONE` accepted *only* abbreviations.

- Fix datetime input functions to correctly detect integer overflow when running on a 64-bit platform (Tom)

- Prevent integer overflows during units conversion when displaying a configuration parameter that has units (Tom)
- Improve performance of writing very long log messages to syslog (Tom)
- Allow spaces in the suffix part of an LDAP URL in `pg_hba.conf` (Tom)
- Fix bug in backwards scanning of a cursor on a `SELECT DISTINCT ON` query (Tom)
- Fix planner bug that could improperly push down `IS NULL` tests below an outer join (Tom)

This was triggered by occurrence of `IS NULL` tests for the same relation in all arms of an upper OR clause.
- Fix planner bug with nested sub-select expressions (Tom)

If the outer sub-select has no direct dependency on the parent query, but the inner one does, the outer value might not get re-calculated for new parent query rows.
- Fix planner to estimate that `GROUP BY` expressions yielding boolean results always result in two groups, regardless of the expressions' contents (Tom)

This is very substantially more accurate than the regular `GROUP BY` estimate for certain boolean tests like `col IS NULL`.
- Fix PL/pgSQL to not fail when a `FOR` loop's target variable is a record containing composite-type fields (Tom)
- Fix PL/Tcl to behave correctly with Tcl 8.5, and to be more careful about the encoding of data sent to or from Tcl (Tom)
- Improve performance of `PQescapeBytea()` (Rudolf Leitgeb)
- On Windows, work around a Microsoft bug by preventing libpq from trying to send more than 64kB per system call (Magnus)
- Fix ecpg to handle variables properly in `SET` commands (Michael)
- Improve `pg_dump` and `pg_restore`'s error reporting after failure to send a SQL command (Tom)
- Fix `pg_ctl` to properly preserve postmaster command-line arguments across a `restart` (Bruce)
- Fix erroneous WAL file cutoff point calculation in `pg_standby` (Simon)
- Update time zone data files to tzdata release 2008f (for DST law changes in Argentina, Bahamas, Brazil, Mauritius, Morocco, Pakistan, Palestine, and Paraguay)

## E.168. Release 8.3.3

**Release date:** 2008-06-12

This release contains one serious and one minor bug fix over 8.3.2. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.168.1. Migration to Version 8.3.3

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.1, see Section E.170, « Release 8.3.1 ».

### E.168.2. Changes

- Make `pg_get_ruledef()` parenthesize negative constants (Tom)

Before this fix, a negative constant in a view or rule might be dumped as, say, `-42::integer`, which is subtly incorrect: it should be `(-42)::integer` due to operator precedence rules. Usually this would make little difference, but it could interact with another recent patch to cause PostgreSQL™ to reject what had been a valid `SELECT DISTINCT` view query. Since this could result in `pg_dump` output failing to reload, it is being treated as a high-priority fix. The only released versions in which dump output is actually incorrect are 8.3.1 and 8.2.7.

- Make `ALTER AGGREGATE ... OWNER TO` update `pg_shdepend` (Tom)

This oversight could lead to problems if the aggregate was later involved in a `DROP OWNED` or `REASSIGN OWNED` operation.

## E.169. Release 8.3.2

**Release date:** never released

This release contains a variety of fixes from 8.3.1. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

## E.169.1. Migration to Version 8.3.2

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.3.1, see Section E.170, « Release 8.3.1 ».

## E.169.2. Changes

- Fix `ERRORDATA_STACK_SIZE` exceeded crash that occurred on Windows when using UTF-8 database encoding and a different client encoding (Tom)
- Fix incorrect archive truncation point calculation for the `%r` macro in `restore_command` parameters (Simon)  
This could lead to data loss if a warm-standby script relied on `%r` to decide when to throw away WAL segment files.
- Fix **ALTER TABLE ADD COLUMN ... PRIMARY KEY** so that the new column is correctly checked to see if it's been initialized to all non-nulls (Brendan Jurd)  
Previous versions neglected to check this requirement at all.
- Fix **REASSIGN OWNED** so that it works on procedural languages too (Alvaro)
- Fix problems with **SELECT FOR UPDATE/SHARE** occurring as a subquery in a query with a non-**SELECT** top-level operation (Tom)
- Fix possible **CREATE TABLE** failure when alling the « same » constraint from multiple parent relations that alled that constraint from a common ancestor (Tom)
- Fix `pg_get_ruledef()` to show the alias, if any, attached to the target table of an **UPDATE** or **DELETE** (Tom)
- Restore the pre-8.3 behavior that an out-of-range block number in a TID being used in a TidScan plan results in silently not matching any rows (Tom)  
8.3.0 and 8.3.1 threw an error instead.
- Fix GIN bug that could result in a `too many LWLocks taken` failure (Teodor)
- Fix broken GiST comparison function for `tsquery` (Teodor)
- Fix `tsvector_update_trigger()` and `ts_stat()` to accept domains over the types they expect to work with (Tom)
- Fix failure to support enum data types as foreign keys (Tom)
- Avoid possible crash when decompressing corrupted data (Zdenek Kotala)
- Fix race conditions between delayed unlinks and **DROP DATABASE** (Heikki)  
In the worst case this could result in deleting a newly created table in a new database that happened to get the same OID as the recently-dropped one; but of course that is an extremely low-probability scenario.
- Repair two places where SIGTERM exit of a backend could leave corrupted state in shared memory (Tom)  
Neither case is very important if SIGTERM is used to shut down the whole database cluster together, but there was a problem if someone tried to SIGTERM individual backends.
- Fix possible crash due to incorrect plan generated for an `x IN (SELECT y FROM ...)` clause when `x` and `y` have different data types; and make sure the behavior is semantically correct when the conversion from `y`'s type to `x`'s type is lossy (Tom)
- Fix oversight that prevented the planner from substituting known Param values as if they were constants (Tom)  
This mistake partially disabled optimization of unnamed extended-Query statements in 8.3.0 and 8.3.1: in particular the LIKE-to-indexscan optimization would never be applied if the LIKE pattern was passed as a parameter, and constraint exclusion depending on a parameter value didn't work either.
- Fix planner failure when an indexable MIN or MAX aggregate is used with DISTINCT or ORDER BY (Tom)
- Fix planner to ensure it never uses a « physical tlist » for a plan node that is feeding a Sort node (Tom)  
This led to the sort having to push around more data than it really needed to, since unused column values were included in the sorted data.

- Avoid unnecessary copying of query strings (Tom)

This fixes a performance problem introduced in 8.3.0 when a very large number of commands are submitted as a single query string.

- Make `TransactionIdIsCurrentTransactionId()` use binary search instead of linear search when checking child-transaction XIDs (Heikki)

This fixes some cases in which 8.3.0 was significantly slower than earlier releases.

- Fix conversions between ISO-8859-5 and other encodings to handle Cyrillic « Yo » characters (e and E with two dots) (Sergey Burladyan)

- Fix several datatype input functions, notably `array_in()`, that were allowing unused bytes in their results to contain uninitialized, unpredictable values (Tom)

This could lead to failures in which two apparently identical literal values were not seen as equal, resulting in the parser complaining about unmatched ORDER BY and DISTINCT expressions.

- Fix a corner case in regular-expression substring matching (`substring(string from pattern)`) (Tom)

The problem occurs when there is a match to the pattern overall but the user has specified a parenthesized subexpression and that subexpression hasn't got a match. An example is `substring('foo' from 'foo(bar)?')`. This should return NULL, since (bar) isn't matched, but it was mistakenly returning the whole-pattern match instead (ie, foo).

- Prevent cancellation of an auto-vacuum that was launched to prevent XID wraparound (Alvaro)

- Improve **ANALYZE**'s handling of in-doubt tuples (those inserted or deleted by a not-yet-committed transaction) so that the counts it reports to the stats collector are more likely to be correct (Pavan Deolasee)

- Fix initdb to reject a relative path for its `--xlogdir (-X)` option (Tom)

- Make psql print tab characters as an appropriate number of spaces, rather than \x09 as was done in 8.3.0 and 8.3.1 (Bruce)

- Update time zone data files to tzdata release 2008c (for DST law changes in Morocco, Iraq, Choibalsan, Pakistan, Syria, Cuba, and Argentina/San\_Luis)

- Add `ECPGget_PGconn()` function to ecpglib (Michael)

- Fix incorrect result from ecpg's `PGTYPEStimestamp_sub()` function (Michael)

- Fix handling of continuation line markers in ecpg (Michael)

- Fix possible crashes in contrib/cube functions (Tom)

- Fix core dump in contrib/xml2's `xpath_table()` function when the input query returns a NULL value (Tom)

- Fix contrib/xml2's makefile to not override CFLAGS, and make it auto-configure properly for libxslt present or not (Tom)

## E.170. Release 8.3.1

**Release date:** 2008-03-17

This release contains a variety of fixes from 8.3.0. For information about new features in the 8.3 major release, see Section E.171, « Release 8.3 ».

### E.170.1. Migration to Version 8.3.1

A dump/restore is not required for those running 8.3.X. However, you might need to **REINDEX** indexes on textual columns after updating, if you are affected by the Windows locale issue described below.

### E.170.2. Changes

- Fix character string comparison for Windows locales that consider different character combinations as equal (Tom)

This fix applies only on Windows and only when using UTF-8 database encoding. The same fix was made for all other cases over two years ago, but Windows with UTF-8 uses a separate code path that was not updated. If you are using a locale that considers some non-identical strings as equal, you may need to **REINDEX** to fix existing indexes on textual columns.

- Repair corner-case bugs in **VACUUM FULL** (Tom)

A potential deadlock between concurrent **VACUUM FULL** operations on different system catalogs was introduced in 8.2.

This has now been corrected. 8.3 made this worse because the deadlock could occur within a critical code section, making it a PANIC rather than just ERROR condition.

Also, a **VACUUM FULL** that failed partway through vacuuming a system catalog could result in cache corruption in concurrent database sessions.

Another **VACUUM FULL** bug introduced in 8.3 could result in a crash or out-of-memory report when dealing with pages containing no live tuples.

- Fix misbehavior of foreign key checks involving character or bit columns (Tom)

If the referencing column were of a different but compatible type (for instance varchar), the constraint was enforced incorrectly.

- Avoid needless deadlock failures in no-op foreign-key checks (Stephan Szabo, Tom)

- Fix possible core dump when re-planning a prepared query (Tom)

This bug affected only protocol-level prepare operations, not SQL **PREPARE**, and so tended to be seen only with JDBC, DBI, and other client-side drivers that use prepared statements heavily.

- Fix possible failure when re-planning a query that calls an SPI-using function (Tom)

- Fix failure in row-wise comparisons involving columns of different datatypes (Tom)

- Fix longstanding **LISTEN/NOTIFY** race condition (Tom)

In rare cases a session that had just executed a **LISTEN** might not get a notification, even though one would be expected because the concurrent transaction executing **NOTIFY** was observed to commit later.

A side effect of the fix is that a transaction that has executed a not-yet-committed **LISTEN** command will not see any row in pg\_listener for the **LISTEN**, should it choose to look; formerly it would have. This behavior was never documented one way or the other, but it is possible that some applications depend on the old behavior.

- Disallow **LISTEN** and **UNLISTEN** within a prepared transaction (Tom)

This was formerly allowed but trying to do it had various unpleasant consequences, notably that the originating backend could not exit as long as an **UNLISTEN** remained uncommitted.

- Disallow dropping a temporary table within a prepared transaction (Heikki)

This was correctly disallowed by 8.1, but the check was inadvertently broken in 8.2 and 8.3.

- Fix rare crash when an error occurs during a query using a hash index (Heikki)

- Fix incorrect comparison of tsquery values (Teodor)

- Fix incorrect behavior of **LIKE** with non-ASCII characters in single-byte encodings (Rolf Jentsch)

- Disable **xmlvalidate** (Tom)

This function should have been removed before 8.3 release, but was inadvertently left in the source code. It poses a small security risk since unprivileged users could use it to read the first few characters of any file accessible to the server.

- Fix memory leaks in certain usages of set-returning functions (Neil)

- Make `encode(bytea, 'escape')` convert all high-bit-set byte values into \nnn octal escape sequences (Tom)

This is necessary to avoid encoding problems when the database encoding is multi-byte. This change could pose compatibility issues for applications that are expecting specific results from `encode`.

- Fix input of datetime values for February 29 in years BC (Tom)

The former coding was mistaken about which years were leap years.

- Fix « unrecognized node type » error in some variants of **ALTER OWNER** (Tom)

- Avoid tablespace permissions errors in **CREATE TABLE LIKE INCLUDING INDEXES** (Tom)

- Ensure `pg_stat_activity.waiting` flag is cleared when a lock wait is aborted (Tom)

- Fix handling of process permissions on Windows Vista (Dave, Magnus)

In particular, this fix allows starting the server as the Administrator user.

- Update time zone data files to tzdata release 2008a (in particular, recent Chile changes); adjust timezone abbreviation VET (Venezuela) to mean UTC-4:30, not UTC-4:00 (Tom)

- Fix ecpg problems with arrays (Michael)
- Fix pg\_ctl to correctly extract the postmaster's port number from command-line options (Itagaki Takahiro, Tom)  
Previously, `pg_ctl start -w` could try to contact the postmaster on the wrong port, leading to bogus reports of startup failure.
- Use `-fwrapv` to defend against possible misoptimization in recent gcc versions (Tom)  
This is known to be necessary when building PostgreSQL™ with gcc 4.3 or later.
- Enable building contrib/uuid-ossp with MSVC (Hiroshi Saito)

## E.171. Release 8.3

**Release date:** 2008-02-04

### E.171.1. Overview

With significant new functionality and performance enhancements, this release represents a major leap forward for PostgreSQL™. This was made possible by a growing community that has dramatically accelerated the pace of development. This release adds the following major features:

- Full text search is integrated into the core database system
- Support for the SQL/XML standard, including new operators and an XML data type
- Enumerated data types (ENUM)
- Arrays of composite types
- Universally Unique Identifier (UUID) data type
- Add control over whether NULLs sort first or last
- Updatable cursors
- Server configuration parameters can now be set on a per-function basis
- User-defined types can now have type modifiers
- Automatically re-plan cached queries when table definitions change or statistics are updated
- Numerous improvements in logging and statistics collection
- Support Security Service Provider Interface (SSPI) for authentication on Windows
- Support multiple concurrent autovacuum processes, and other autovacuum improvements
- Allow the whole PostgreSQL™ distribution to be compiled with Microsoft Visual C++™

Major performance improvements are listed below. Most of these enhancements are automatic and do not require user changes or tuning:

- Asynchronous commit delays writes to WAL during transaction commit
- Checkpoint writes can be spread over a longer time period to smooth the I/O spike during each checkpoint
- Heap-Only Tuples (HOT) accelerate space reuse for most **UPDATEs** and **DELETEs**
- Just-in-time background writer strategy improves disk write efficiency
- Using non-persistent transaction IDs for read-only transactions reduces overhead and **VACUUM** requirements
- Per-field and per-row storage overhead has been reduced
- Large sequential scans no longer force out frequently used cached pages
- Concurrent large sequential scans can now share disk reads
- `ORDER BY ... LIMIT` can be done without sorting

The above items are explained in more detail in the sections below.

## E.171.2. Migration to Version 8.3

A dump/restore using pg\_dump is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Observe the following incompatibilities:

### E.171.2.1. General

- Non-character data types are no longer automatically cast to TEXT (Peter, Tom)

Previously, if a non-character value was supplied to an operator or function that requires text input, it was automatically cast to text, for most (though not all) built-in data types. This no longer happens: an explicit cast to text is now required for all non-character-string types. For example, these expressions formerly worked:

```
substr(current_date, 1, 4)
23 LIKE '2%'
```

but will now draw « function does not exist » and « operator does not exist » errors respectively. Use an explicit cast instead:

```
substr(current_date::text, 1, 4)
23::text LIKE '2%'
```

(Of course, you can use the more verbose CAST( ) syntax too.) The reason for the change is that these automatic casts too often caused surprising behavior. An example is that in previous releases, this expression was accepted but did not do what was expected:

```
current_date < 2017-11-17
```

This is actually comparing a date to an integer, which should be (and now is) rejected -- but in the presence of automatic casts both sides were cast to text and a textual comparison was done, because the text < text operator was able to match the expression when no other < operator could.

Types char(*n*) and varchar(*n*) still cast to text automatically. Also, automatic casting to text still works for inputs to the concatenation (||) operator, so long as least one input is a character-string type.

- Full text search features from contrib/tsearch2 have been moved into the core server, with some minor syntax changes contrib/tsearch2 now contains a compatibility interface.
- ARRAY(SELECT ...), where the **SELECT** returns no rows, now returns an empty array, rather than NULL (Tom)
- The array type name for a base data type is no longer always the base type's name with an underscore prefix  
The old naming convention is still honored when possible, but application code should no longer depend on it. Instead use the new pg\_type.typarray column to identify the array data type associated with a given type.
- ORDER BY ... USING *operator* must now use a less-than or greater-than *operator* that is defined in a btree operator class

This restriction was added to prevent inconsistent results.

- **SET LOCAL** changes now persist until the end of the outermost transaction, unless rolled back (Tom)

Previously **SET LOCAL**'s effects were lost after subtransaction commit (**RELEASE SAVEPOINT** or exit from a PL/pgSQL exception block).

- Commands rejected in transaction blocks are now also rejected in multiple-statement query strings (Tom)  
For example, "BEGIN; DROP DATABASE; COMMIT" will now be rejected even if submitted as a single query message.

- **ROLLBACK** outside a transaction block now issues NOTICE instead of WARNING (Bruce)

- Prevent **NOTIFY/LISTEN/UNLISTEN** from accepting schema-qualified names (Bruce)

Formerly, these commands accepted schema.relation but ignored the schema part, which was confusing.

- **ALTER SEQUENCE** no longer affects the sequence's currval( ) state (Tom)

- Foreign keys now must match indexable conditions for cross-data-type references (Tom)

This improves semantic consistency and helps avoid performance problems.

- Restrict object size functions to users who have reasonable permissions to view such information (Tom)

For example, `pg_database_size()` now requires CONNECT permission, which is granted to everyone by default. `pg_tablespace_size()` requires CREATE permission in the tablespace, or is allowed if the tablespace is the default tablespace for the database.

- Remove the undocumented `!=` (not in) operator (Tom)

`NOT IN (SELECT ...)` is the proper way to perform this operation.

- Internal hashing functions are now more uniformly-distributed (Tom)

If application code was computing and storing hash values using internal PostgreSQL™ hashing functions, the hash values must be regenerated.

- C-code conventions for handling variable-length data values have changed (Greg Stark, Tom)

The new `SET_VARSIZE()` macro *must* be used to set the length of generated varlena values. Also, it might be necessary to expand (« de-TOAST ») input values in more cases.

- Continuous archiving no longer reports each successful archive operation to the server logs unless DEBUG level is used (Simon)

### E.171.2.2. Configuration Parameters

- Numerous changes in administrative server parameters

`bgwriter_lru_percent`, `bgwriter_all_percent`, `bgwriter_all_maxpages`, `stats_start_collector`, and `stats_reset_on_server_start` are removed. `redirect_stderr` is renamed to `logging_collector`. `stats_command_string` is renamed to `track_activities.stats_block_level` and `stats_row_level` are merged into `track_counts`. A new boolean configuration parameter, `archive_mode`, controls archiving. Autovacuum's default settings have changed.

- Remove `stats_start_collector` parameter (Tom)

We now always start the collector process, unless UDP socket creation fails.

- Remove `stats_reset_on_server_start` parameter (Tom)

This was removed because `pg_stat_reset()` can be used for this purpose.

- Commenting out a parameter in `postgresql.conf` now causes it to revert to its default value (Joachim Wieland)

Previously, commenting out an entry left the parameter's value unchanged until the next server restart.

### E.171.2.3. Character Encodings

- Add more checks for invalidly-encoded data (Andrew)

This change plugs some holes that existed in literal backslash escape string processing and `COPY` escape processing. Now the de-escaped string is rechecked to see if the result created an invalid multi-byte character.

- Disallow database encodings that are inconsistent with the server's locale setting (Tom)

On most platforms, C locale is the only locale that will work with any database encoding. Other locale settings imply a specific encoding and will misbehave if the database encoding is something different. (Typical symptoms include bogus textual sort order and wrong results from `upper()` or `lower()`.) The server now rejects attempts to create databases that have an incompatible encoding.

- Ensure that `chr()` cannot create invalidly-encoded values (Andrew)

In UTF8-encoded databases the argument of `chr()` is now treated as a Unicode code point. In other multi-byte encodings `chr()`'s argument must designate a 7-bit ASCII character. Zero is no longer accepted. `ascii()` has been adjusted to match.

- Adjust `convert()` behavior to ensure encoding validity (Andrew)

The two argument form of `convert()` has been removed. The three argument form now takes a bytea first argument and returns a bytea. To cover the loss of functionality, three new functions have been added:

- `convert_from(bytea, name)` returns text -- converts the first argument from the named encoding to the database encoding

- `convert_to(text, name)` returns `bytea` -- converts the first argument from the database encoding to the named encoding
- `length(bytea, name)` returns `integer` -- gives the length of the first argument in characters in the named encoding
- Remove `convert(argument USING conversion_name)` (Andrew)  
Its behavior did not match the SQL standard.
- Make JOHAB encoding client-only (Tatsuo)  
JOHAB is not safe as a server-side encoding.

## E.171.3. Changes

Below you will find a detailed account of the changes between PostgreSQL™ 8.3 and the previous major release.

### E.171.3.1. Performance

- Asynchronous commit delays writes to WAL during transaction commit (Simon)

This feature dramatically increases performance for short data-modifying transactions. The disadvantage is that because disk writes are delayed, if the database or operating system crashes before data is written to the disk, committed data will be lost. This feature is useful for applications that can accept some data loss. Unlike turning off `fsync`, using asynchronous commit does not put database consistency at risk; the worst case is that after a crash the last few reportedly-committed transactions might not be committed after all. This feature is enabled by turning off `synchronous_commit` (which can be done per-session or per-transaction, if some transactions are critical and others are not). `wal_writer_delay` can be adjusted to control the maximum delay before transactions actually reach disk.

- Checkpoint writes can be spread over a longer time period to smooth the I/O spike during each checkpoint (Itagaki Takahiro and Heikki Linnakangas)

Previously all modified buffers were forced to disk as quickly as possible during a checkpoint, causing an I/O spike that decreased server performance. This new approach spreads out disk writes during checkpoints, reducing peak I/O usage. (User-requested and shutdown checkpoints are still written as quickly as possible.)

- Heap-Only Tuples (HOT) accelerate space reuse for most **UPDATEs** and **DELETEs** (Pavan Deolasee, with ideas from many others)

**UPDATEs** and **DELETEs** leave dead tuples behind, as do failed **INSERTs**. Previously only **VACUUM** could reclaim space taken by dead tuples. With HOT dead tuple space can be automatically reclaimed at the time of **INSERT** or **UPDATE** if no changes are made to indexed columns. This allows for more consistent performance. Also, HOT avoids adding duplicate index entries.

- Just-in-time background writer strategy improves disk write efficiency (Greg Smith, Itagaki Takahiro)

This greatly reduces the need for manual tuning of the background writer.

- Per-field and per-row storage overhead have been reduced (Greg Stark, Heikki Linnakangas)

Variable-length data types with data values less than 128 bytes long will see a storage decrease of 3 to 6 bytes. For example, two adjacent `char(1)` fields now use 4 bytes instead of 16. Row headers are also 4 bytes shorter than before.

- Using non-persistent transaction IDs for read-only transactions reduces overhead and **VACUUM** requirements (Florian Pflug)

Non-persistent transaction IDs do not increment the global transaction counter. Therefore, they reduce the load on `pg_clog` and increase the time between forced vacuums to prevent transaction ID wraparound. Other performance improvements were also made that should improve concurrency.

- Avoid incrementing the command counter after a read-only command (Tom)

There was formerly a hard limit of  $2^{32}$  (4 billion) commands per transaction. Now only commands that actually changed the database count, so while this limit still exists, it should be significantly less annoying.

- Create a dedicated WAL writer process to off-load work from backends (Simon)

- Skip unnecessary WAL writes for **CLUSTER** and **COPY** (Simon)

Unless WAL archiving is enabled, the system now avoids WAL writes for **CLUSTER** and just `fsync()`s the table at the end of the command. It also does the same for **COPY** if the table was created in the same transaction.

- Large sequential scans no longer force out frequently used cached pages (Simon, Heikki, Tom)
- Concurrent large sequential scans can now share disk reads (Jeff Davis)

This is accomplished by starting the new sequential scan in the middle of the table (where another sequential scan is already in-progress) and wrapping around to the beginning to finish. This can affect the order of returned rows in a query that does not specify ORDER BY. The synchronize\_seqscans configuration parameter can be used to disable this if necessary.

- ORDER BY ... LIMIT can be done without sorting (Greg Stark)

This is done by sequentially scanning the table and tracking just the « top N » candidate rows, rather than performing a full sort of the entire table. This is useful when there is no matching index and the LIMIT is not large.

- Put a rate limit on messages sent to the statistics collector by backends (Tom)

This reduces overhead for short transactions, but might sometimes increase the delay before statistics are tallied.

- Improve hash join performance for cases with many NULLs (Tom)

- Speed up operator lookup for cases with non-exact datatype matches (Tom)

### E.171.3.2. Server

- Autovacuum is now enabled by default (Alvaro)

Several changes were made to eliminate disadvantages of having autovacuum enabled, thereby justifying the change in default. Several other autovacuum parameter defaults were also modified.

- Support multiple concurrent autovacuum processes (Alvaro, Itagaki Takahiro)

This allows multiple vacuums to run concurrently. This prevents vacuuming of a large table from delaying vacuuming of smaller tables.

- Automatically re-plan cached queries when table definitions change or statistics are updated (Tom)

Previously PL/pgSQL functions that referenced temporary tables would fail if the temporary table was dropped and recreated between function invocations, unless EXECUTE was used. This improvement fixes that problem and many related issues.

- Add a temp\_tablespaces parameter to control the tablespaces for temporary tables and files (Jaime Casanova, Albert Cervera, Bernd Helmle)

This parameter defines a list of tablespaces to be used. This enables spreading the I/O load across multiple tablespaces. A random tablespace is chosen each time a temporary object is created. Temporary files are no longer stored in per-database pgsql\_tmp/ directories but in per-tablespace directories.

- Place temporary tables' TOAST tables in special schemas named pg\_toast\_temp\_nnn (Tom)

This allows low-level code to recognize these tables as temporary, which enables various optimizations such as not WAL-logging changes and using local rather than shared buffers for access. This also fixes a bug wherein backends unexpectedly held open file references to temporary TOAST tables.

- Fix problem that a constant flow of new connection requests could indefinitely delay the postmaster from completing a shutdown or a crash restart (Tom)

- Guard against a very-low-probability data loss scenario by preventing re-use of a deleted table's reflinenode until after the next checkpoint (Heikki)

- Fix **CREATE CONSTRAINT TRIGGER** to convert old-style foreign key trigger definitions into regular foreign key constraints (Tom)

This will ease porting of foreign key constraints carried forward from pre-7.3 databases, if they were never converted using contrib/adddepend.

- Fix DEFAULT NULL to override alled defaults (Tom)

DEFAULT NULL was formerly considered a noise phrase, but it should (and now does) override non-null defaults that would otherwise be alled from a parent table or domain.

- Add new encodings EUC\_JIS\_2004 and SHIFT\_JIS\_2004 (Tatsuo)

These new encodings can be converted to and from UTF-8.

- Change server startup log message from « database system is ready » to « database system is ready to accept connections »,

and adjust its timing

The message now appears only when the postmaster is really ready to accept connections.

### E.171.3.3. Monitoring

- Add `log_autovacuum_min_duration` parameter to support configurable logging of autovacuum activity (Simon, Alvaro)
- Add `log_lock_waits` parameter to log lock waiting (Simon)
- Add `log_temp_files` parameter to log temporary file usage (Bill Moran)
- Add `log_checkpoints` parameter to improve logging of checkpoints (Greg Smith, Heikki)
- `log_line_prefix` now supports `%s` and `%c` escapes in all processes (Andrew)  
Previously these escapes worked only for user sessions, not for background database processes.
- Add `log_restartpoints` to control logging of point-in-time recovery restart points (Simon)
- Last transaction end time is now logged at end of recovery and at each logged restart point (Simon)
- Autovacuum now reports its activity start time in `pg_stat_activity` (Tom)
- Allow server log output in comma-separated value (CSV) format (Arul Shaji, Greg Smith, Andrew Dunstan)  
CSV-format log files can easily be loaded into a database table for subsequent analysis.
- Use PostgreSQL-supplied timezone support for formatting timestamps displayed in the server log (Tom)

This avoids Windows-specific problems with localized time zone names that are in the wrong encoding. There is a new `log_timezone` parameter that controls the timezone used in log messages, independently of the client-visible `timezone` parameter.

- New system view `pg_stat_bgwriter` displays statistics about background writer activity (Magnus)
- Add new columns for database-wide tuple statistics to `pg_stat_database` (Magnus)
- Add an `xact_start` (transaction start time) column to `pg_stat_activity` (Neil)

This makes it easier to identify long-running transactions.

- Add `n_live_tuples` and `n_dead_tuples` columns to `pg_stat_all_tables` and related views (Glen Parker)
- Merge `stats_block_level` and `stats_row_level` parameters into a single parameter `track_counts`, which controls all messages sent to the statistics collector process (Tom)
- Rename `stats_command_string` parameter to `track_activities` (Tom)
- Fix statistical counting of live and dead tuples to recognize that committed and aborted transactions have different effects (Tom)

### E.171.3.4. Authentication

- Support Security Service Provider Interface (SSPI) for authentication on Windows (Magnus)
- Support GSSAPI authentication (Henry Hotz, Magnus)

This should be preferred to native Kerberos authentication because GSSAPI is an industry standard.

- Support a global SSL configuration file (Victor Wagner)
- Add `ssl_ciphers` parameter to control accepted SSL ciphers (Victor Wagner)
- Add a Kerberos realm parameter, `krb_realm` (Magnus)

### E.171.3.5. Write-Ahead Log (WAL) and Continuous Archiving

- Change the timestamps recorded in transaction WAL records from `time_t` to `TimestampTz` representation (Tom)  
This provides sub-second resolution in WAL, which can be useful for point-in-time recovery.

- Reduce WAL disk space needed by warm standby servers (Simon)

This change allows a warm standby server to pass the name of the earliest still-needed WAL file to the recovery script, allowing automatic removal of no-longer-needed WAL files. This is done using %r in the `restore_command` parameter of `recovery.conf`.

- New boolean configuration parameter, `archive_mode`, controls archiving (Simon)

Previously setting `archive_command` to an empty string turned off archiving. Now `archive_mode` turns archiving on and off, independently of `archive_command`. This is useful for stopping archiving temporarily.

### E.171.3.6. Queries

- Full text search is integrated into the core database system (Teodor, Oleg)

Text search has been improved, moved into the core code, and is now installed by default. `contrib/tsearch2` now contains a compatibility interface.

- Add control over whether NULLs sort first or last (Teodor, Tom)

The syntax is `ORDER BY ... NULLS FIRST/LAST`.

- Allow per-column ascending/descending (ASC/DESC) ordering options for indexes (Teodor, Tom)

Previously a query using `ORDER BY` with mixed ASC/DESC specifiers could not fully use an index. Now an index can be fully used in such cases if the index was created with matching ASC/DESC specifications. NULL sort order within an index can be controlled, too.

- Allow `col IS NULL` to use an index (Teodor)

- Updatable cursors (Arul Shaji, Tom)

This eliminates the need to reference a primary key to **UPDATE** or **DELETE** rows returned by a cursor. The syntax is `UPDATE/DELETE WHERE CURRENT OF`.

- Allow `FOR UPDATE` in cursors (Arul Shaji, Tom)

- Create a general mechanism that supports casts to and from the standard string types (TEXT, VARCHAR, CHAR) for *every* datatype, by invoking the datatype's I/O functions (Tom)

Previously, such casts were available only for types that had specialized function(s) for the purpose. These new casts are assignment-only in the to-string direction, explicit-only in the other direction, and therefore should create no surprising behavior.

- Allow `UNION` and related constructs to return a domain type, when all inputs are of that domain type (Tom)

Formerly, the output would be considered to be of the domain's base type.

- Allow limited hashing when using two different data types (Tom)

This allows hash joins, hash indexes, hashed subplans, and hash aggregation to be used in situations involving cross-data-type comparisons, if the data types have compatible hash functions. Currently, cross-data-type hashing support exists for smallint/integer/bigint, and for float4/float8.

- Improve optimizer logic for detecting when variables are equal in a `WHERE` clause (Tom)

This allows mergejoins to work with descending sort orders, and improves recognition of redundant sort columns.

- Improve performance when planning large alliance trees in cases where most tables are excluded by constraints (Tom)

### E.171.3.7. Object Manipulation

- Arrays of composite types (David Fetter, Andrew, Tom)

In addition to arrays of explicitly-declared composite types, arrays of the rowtypes of regular tables and views are now supported, except for rowtypes of system catalogs, sequences, and TOAST tables.

- Server configuration parameters can now be set on a per-function basis (Tom)

For example, functions can now set their own `search_path` to prevent unexpected behavior if a different `search_path` exists at run-time. Security definer functions should set `search_path` to avoid security loopholes.

- **CREATE/ALTER FUNCTION** now supports COST and ROWS options (Tom)

COST allows specification of the cost of a function call. ROWS allows specification of the average number or rows returned by a set-returning function. These values are used by the optimizer in choosing the best plan.

- Implement **CREATE TABLE LIKE ... INCLUDING INDEXES** (Trevor Hardcastle, Nikhil Sontakke, Neil)
- Allow **CREATE INDEX CONCURRENTLY** to ignore transactions in other databases (Simon)
- Add **ALTER VIEW ... RENAME TO** and **ALTER SEQUENCE ... RENAME TO** (David Fetter, Neil)  
Previously this could only be done via **ALTER TABLE ... RENAME TO**.
- Make **CREATE/DROP/RENAME DATABASE** wait briefly for conflicting backends to exit before failing (Tom)  
This increases the likelihood that these commands will succeed.
- Allow triggers and rules to be deactivated in groups using a configuration parameter, for replication purposes (Jan)  
This allows replication systems to disable triggers and rewrite rules as a group without modifying the system catalogs directly. The behavior is controlled by **ALTER TABLE** and a new parameter `session_replication_role`.
- User-defined types can now have type modifiers (Teodor, Tom)  
This allows a user-defined type to take a modifier, like `snum(7)`. Previously only built-in data types could have modifiers.

### E.171.3.8. Utility Commands

- Non-superuser database owners now are able to add trusted procedural languages to their databases by default (Jeremy Drake)  
While this is reasonably safe, some administrators might wish to revoke the privilege. It is controlled by `pg_pltemplate.tmrpldbacreate`.
- Allow a session's current parameter setting to be used as the default for future sessions (Tom)  
This is done with `SET ... FROM CURRENT` in **CREATE/ALTER FUNCTION**, **ALTER DATABASE**, or **ALTER ROLE**.
- Implement new commands **DISCARD ALL**, **DISCARD PLANS**, **DISCARD TEMPORARY**, **CLOSE ALL**, and **DEALLOCATE ALL** (Marko Kreen, Neil)  
These commands simplify resetting a database session to its initial state, and are particularly useful for connection-pooling software.
- Make **CLUSTER** MVCC-safe (Heikki Linnakangas)  
Formerly, **CLUSTER** would discard all tuples that were committed dead, even if there were still transactions that should be able to see them under MVCC visibility rules.
- Add new **CLUSTER** syntax: `CLUSTER table USING index` (Holger Schurig)  
The old **CLUSTER** syntax is still supported, but the new form is considered more logical.
- Fix **EXPLAIN** so it can show complex plans more accurately (Tom)  
References to subplan outputs are now always shown correctly, instead of using `?columnN?` for complicated cases.
- Limit the amount of information reported when a user is dropped (Alvaro)  
Previously, dropping (or attempting to drop) a user who owned many objects could result in large NOTICE or ERROR messages listing all these objects; this caused problems for some client applications. The length of the message is now limited, although a full list is still sent to the server log.

### E.171.3.9. Data Types

- Support for the SQL/XML standard, including new operators and an XML data type (Nikolay Samokhvalov, Pavel Stehule, Peter)
- Enumerated data types (ENUM) (Tom Dunstan)  
This feature provides convenient support for fields that have a small, fixed set of allowed values. An example of creating an ENUM type is `CREATE TYPE mood AS ENUM ('sad', 'ok', 'happy')`.
- Universally Unique Identifier (UUID) data type (Gevik Babakhani, Neil)

This closely matches RFC 4122.

- Widen the MONEY data type to 64 bits (D'Arcy Cain)

This greatly increases the range of supported MONEY values.

- Fix float4/float8 to handle `Infinity` and `NAN` (Not A Number) consistently (Bruce)

The code formerly was not consistent about distinguishing `Infinity` from overflow conditions.

- Allow leading and trailing whitespace during input of boolean values (Neil)

- Prevent **COPY** from using digits and lowercase letters as delimiters (Tom)

### E.171.3.10. Functions

- Add new regular expression functions `regexp_matches()`, `regexp_split_to_array()`, and `regexp_split_to_table()` (Jeremy Drake, Neil)

These functions provide extraction of regular expression subexpressions and allow splitting a string using a POSIX regular expression.

- Add `lo_truncate()` for large object truncation (Kris Jurka)

- Implement `width_bucket()` for the float8 data type (Neil)

- Add `pg_stat_clear_snapshot()` to discard statistics snapshots collected during the current transaction (Tom)

The first request for statistics in a transaction takes a statistics snapshot that does not change during the transaction. This function allows the snapshot to be discarded and a new snapshot loaded during the next statistics query. This is particularly useful for PL/pgSQL functions, which are confined to a single transaction.

- Add `isodow` option to `EXTRACT()` and `date_part()` (Bruce)

This returns the day of the week, with Sunday as seven. (`dow` returns Sunday as zero.)

- Add `ID` (ISO day of week) and `IDDD` (ISO day of year) format codes for `to_char()`, `to_date()`, and `to_timestamp()` (Brendan Jurd)

- Make `to_timestamp()` and `to_date()` assume `TM` (trim) option for potentially variable-width fields (Bruce)

This matches Oracle<sup>TM</sup>'s behavior.

- Fix off-by-one conversion error in `to_date()/to_timestamp()` `D` (non-ISO day of week) fields (Bruce)

- Make `setseed()` return void, rather than a useless integer value (Neil)

- Add a hash function for NUMERIC (Neil)

This allows hash indexes and hash-based plans to be used with NUMERIC columns.

- Improve efficiency of `LIKE/ILIKE`, especially for multi-byte character sets like UTF-8 (Andrew, Itagaki Takahiro)

- Make `currtid()` functions require `SELECT` privileges on the target table (Tom)

- Add several `txid_*` functions to query active transaction IDs (Jan)

This is useful for various replication solutions.

### E.171.3.11. PL/pgSQL Server-Side Language

- Add scrollable cursor support, including directional control in **FETCH** (Pavel Stehule)

- Allow `IN` as an alternative to `FROM` in PL/pgSQL's **FETCH** statement, for consistency with the backend's **FETCH** command (Pavel Stehule)

- Add **MOVE** to PL/pgSQL (Magnus, Pavel Stehule, Neil)

- Implement **RETURN QUERY** (Pavel Stehule, Neil)

This adds convenient syntax for PL/pgSQL set-returning functions that want to return the result of a query. **RETURN QUERY** is easier and more efficient than a loop around **RETURN NEXT**.

- Allow function parameter names to be qualified with the function's name (Tom)

For example, `myfunc.myvar`. This is particularly useful for specifying variables in a query where the variable name might match a column name.

- Make qualification of variables with block labels work properly (Tom)

Formerly, outer-level block labels could unexpectedly interfere with recognition of inner-level record or row references.

- Tighten requirements for FOR loop STEP values (Tom)

Prevent non-positive STEP values, and handle loop overflows.

- Improve accuracy when reporting syntax error locations (Tom)

### E.171.3.12. Other Server-Side Languages

- Allow type-name arguments to PL/Perl `spi_prepare()` to be data type aliases in addition to names found in `pg_type` (Andrew)

- Allow type-name arguments to PL/Python `p1py.prepare()` to be data type aliases in addition to names found in `pg_type` (Andrew)

- Allow type-name arguments to PL/Tcl `spi_prepare` to be data type aliases in addition to names found in `pg_type` (Andrew)

- Enable PL/PythonU to compile on Python 2.5 (Marko Kreen)

- Support a true PL/Python boolean type in compatible Python versions (Python 2.3 and later) (Marko Kreen)

- Fix PL/Tcl problems with thread-enabled `libtcl` spawning multiple threads within the backend (Steve Marshall, Paul Bayer, Doug Knight)

This caused all sorts of unpleasantness.

### E.171.3.13. psql

- List disabled triggers separately in `\d` output (Brendan Jurd)

- In `\d` patterns, always match `$` literally (Tom)

- Show aggregate return types in `\da` output (Greg Sabino Mullane)

- Add the function's volatility status to the output of `\df+` (Neil)

- Add `\prompt` capability (Chad Wagner)

- Allow `\pset`, `\t`, and `\x` to specify `on` or `off`, rather than just toggling (Chad Wagner)

- Add `\sleep` capability (Jan)

- Enable `\timing` output for `\copy` (Andrew)

- Improve `\timing` resolution on Windows (Itagaki Takahiro)

- Flush `\o` output after each backslash command (Tom)

- Correctly detect and report errors while reading a `-f` input file (Peter)

- Remove `-u` option (this option has long been deprecated) (Tom)

### E.171.3.14. pg\_dump

- Add `--tablespaces-only` and `--roles-only` options to `pg_dumpall` (Dave Page)

- Add an output file option to `pg_dumpall` (Dave Page)

This is primarily useful on Windows, where output redirection of child `pg_dump` processes does not work.

- Allow `pg_dumpall` to accept an initial-connection database name rather than the default `template1` (Dave Page)

- In `-n` and `-t` switches, always match `$` literally (Tom)

- Improve performance when a database has thousands of objects (Tom)
- Remove `-u` option (this option has long been deprecated) (Tom)

### E.171.3.15. Other Client Applications

- In `initdb`, allow the location of the `pg_xlog` directory to be specified (Euler Taveira de Oliveira)
- Enable server core dump generation in `pg_regress` on supported operating systems (Andrew)
- Add a `-t` (timeout) parameter to `pg_ctl` (Bruce)

This controls how long `pg_ctl` will wait when waiting for server startup or shutdown. Formerly the timeout was hard-wired as 60 seconds.

- Add a `pg_ctl` option to control generation of server core dumps (Andrew)

Allow Control-C to cancel `clusterdb`, `reindexdb`, and `vacuumdb` (Itagaki Takahiro, Magnus)

- Suppress command tag output for `createdb`, `createuser`, `dropdb`, and `dropuser` (Peter)

The `--quiet` option is ignored and will be removed in 8.4. Progress messages when acting on all databases now go to `stdout` instead of `stderr` because they are not actually errors.

### E.171.3.16. libpq

- Interpret the `dbName` parameter of `PQsetdbLogin()` as a `conninfo` string if it contains an equals sign (Andrew)

This allows use of `conninfo` strings in client programs that still use `PQsetdbLogin()`.

- Support a global SSL configuration file (Victor Wagner)

- Add environment variable `PGSSLKEY` to control SSL hardware keys (Victor Wagner)

- Add `lo_truncate()` for large object truncation (Kris Jurka)

- Add `PQconnectionNeedsPassword()` that returns true if the server required a password but none was supplied (Joe Conway, Tom)

If this returns true after a failed connection attempt, a client application should prompt the user for a password. In the past applications have had to check for a specific error message string to decide whether a password is needed; that approach is now deprecated.

- Add `PQconnectionUsedPassword()` that returns true if the supplied password was actually used (Joe Conway, Tom)

This is useful in some security contexts where it is important to know whether a user-supplied password is actually valid.

### E.171.3.17. ecpg

- Use V3 frontend/backend protocol (Michael)

This adds support for server-side prepared statements.

- Use native threads, instead of pthreads, on Windows (Magnus)

- Improve thread-safety of `ecpglib` (Itagaki Takahiro)

- Make the `ecpg` libraries export only necessary API symbols (Michael)

### E.171.3.18. Windows Port

- Allow the whole PostgreSQL™ distribution to be compiled with Microsoft Visual C++™ (Magnus and others)

This allows Windows-based developers to use familiar development and debugging tools. Windows executables made with Visual C++ might also have better stability and performance than those made with other tool sets. The client-only Visual C++ build scripts have been removed.

- Drastically reduce postmaster's memory usage when it has many child processes (Magnus)

- Allow regression tests to be started by an administrative user (Magnus)

- Add native shared memory implementation (Magnus)

### E.171.3.19. Server Programming Interface (SPI)

- Add cursor-related functionality in SPI (Pavel Stehule)

Allow access to the cursor-related planning options, and add **FETCH/MOVE** routines.

- Allow execution of cursor commands through `SPI_execute` (Tom)

The macro `SPI_ERROR_CURSOR` still exists but will never be returned.

- SPI plan pointers are now declared as `SPIPlanPtr` instead of `void *` (Tom)

This does not break application code, but switching is recommended to help catch simple programming mistakes.

### E.171.3.20. Build Options

- Add configure option `--enable-profiling` to enable code profiling (works only with gcc) (Korry Douglas and Nikhil Sontakke)

- Add configure option `--with-system-tzdata` to use the operating system's time zone database (Peter)

- Fix PGXS so extensions can be built against PostgreSQL installations whose `pg_config` program does not appear first in the `PATH` (Tom)

- Support `gmake draft` when building the SGML documentation (Bruce)

Unless `draft` is used, the documentation build will now be repeated if necessary to ensure the index is up-to-date.

### E.171.3.21. Source Code

- Rename macro `DLLIMPORT` to `PGDLLIMPORT` to avoid conflicting with third party includes (like Tcl) that define `DLLIMPORT` (Magnus)
- Create « operator families » to improve planning of queries involving cross-data-type comparisons (Tom)
- Update GIN `extractQuery()` API to allow signalling that nothing can satisfy the query (Teodor)
- Move `NAMEDATALEN` definition from `postgres_ext.h` to `pg_config_manual.h` (Peter)
- Provide `strlcpy()` and `strlcat()` on all platforms, and replace error-prone uses of `strncpy()`, `strncat()`, etc (Peter)
- Create hooks to let an external plugin monitor (or even replace) the planner and create plans for hypothetical situations (Gurjeet Singh, Tom)
- Create a function variable `join_search_hook` to let plugins override the join search order portion of the planner (Julius Stroffek)
- Add `tas()` support for Renesas' M32R processor (Kazuhiro Inaoka)
- `quote_identifier()` and `pg_dump` no longer quote keywords that are unreserved according to the grammar (Tom)
- Change the on-disk representation of the `NUMERIC` data type so that the `sign_dscale` word comes before the weight (Tom)
- Use `SYSV` semaphores rather than `POSIX` on Darwin  $\geq 6.0$ , i.e., macOS 10.2 and up (Chris Marcellino)
- Add acronym and NFS documentation sections (Bruce)
- "Postgres" is now documented as an accepted alias for "PostgreSQL" (Peter)
- Add documentation about preventing database server spoofing when the server is down (Bruce)

### E.171.3.22. Contrib

- Move `contrib` README content into the main PostgreSQL™ documentation (Albert Cervera i Areny)
- Add `contrib/pageinspect` module for low-level page inspection (Simon, Heikki)

- Add contrib/pg\_standby module for controlling warm standby operation (Simon)
- Add contrib/uuid-ossp module for generating UUID values using the OSSP UUID library (Peter)  
Use configure --with-ossp-uuid to activate. This takes advantage of the new UUID builtin type.
- Add contrib/dict\_int, contrib/dict\_xsyn, and contrib/test\_parser modules to provide sample add-on text search dictionary templates and parsers (Sergey Karpov)
- Allow contrib/pgbench to set the fillfactor (Pavan Deolasee)
- Add timestamps to contrib/pgbench -l (Greg Smith)
- Add usage count statistics to contrib/pgbuffercache (Greg Smith)
- Add GIN support for contrib/hstore (Teodor)
- Add GIN support for contrib/pg\_trgm (Guillaume Smet, Teodor)
- Update OS/X startup scripts in contrib/start-scripts (Mark Cotner, David Fetter)
- Restrict pgrowlocks() and dblink\_get\_pkey() to users who have SELECT privilege on the target table (Tom)
- Restrict contrib/pgstattuple functions to superusers (Tom)
- contrib/xml2 is deprecated and planned for removal in 8.4 (Peter)  
The new XML support in core PostgreSQL supersedes this module.

## E.172. Release 8.2.23

**Release date:** 2011-12-05

This release contains a variety of fixes from 8.2.22. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

This is expected to be the last PostgreSQL™ release in the 8.2.X series. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

### E.172.1. Migration to Version 8.2.23

A dump/restore is not required for those running 8.2.X.

However, a longstanding error was discovered in the definition of the information\_schema.referential\_constraints view. If you rely on correct results from that view, you should replace its definition as explained in the first changelog item below.

Also, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.14, see Section E.181, « Release 8.2.14 ».

### E.172.2. Changes

- Fix bugs in information\_schema.referential\_constraints view (Tom Lane)

This view was being insufficiently careful about matching the foreign-key constraint to the depended-on primary or unique key constraint. That could result in failure to show a foreign key constraint at all, or showing it multiple times, or claiming that it depends on a different constraint than the one it really does.

Since the view definition is installed by initdb, merely upgrading will not fix the problem. If you need to fix this in an existing installation, you can (as a superuser) drop the information\_schema schema then re-create it by sourcing *SHAREDIR/information\_schema.sql*. (Run `pg_config --sharedir` if you're uncertain where *SHAREDIR* is.) This must be repeated in each database to be fixed.

- Fix TOAST-related data corruption during `CREATE TABLE dest AS SELECT * FROM src` or `INSERT INTO dest SELECT * FROM src` (Tom Lane)

If a table has been modified by **ALTER TABLE ADD COLUMN**, attempts to copy its data verbatim to another table could produce corrupt results in certain corner cases. The problem can only manifest in this precise form in 8.4 and later, but we patched earlier versions as well in case there are other code paths that could trigger the same bug.

- Fix race condition during toast table access from stale syscache entries (Tom Lane)

The typical symptom was transient errors like « missing chunk number 0 for toast value NNNNN in pg\_toast\_2619 », where

the cited toast table would always belong to a system catalog.

- Improve locale support in money type's input and output (Tom Lane)

Aside from not supporting all standard `lc_monetary` formatting options, the input and output functions were inconsistent, meaning there were locales in which dumped money values could not be re-read.

- Don't let `transform_null_equals` affect `CASE foo WHEN NULL ...` constructs (Heikki Linnakangas)  
`transform_null_equals` is only supposed to affect `foo = NULL` expressions written directly by the user, not equality checks generated internally by this form of `CASE`.
- Change foreign-key trigger creation order to better support self-referential foreign keys (Tom Lane)

For a cascading foreign key that references its own table, a row update will fire both the `ON UPDATE` trigger and the `CHECK` trigger as one event. The `ON UPDATE` trigger must execute first, else the `CHECK` will check a non-final state of the row and possibly throw an inappropriate error. However, the firing order of these triggers is determined by their names, which generally sort in creation order since the triggers have auto-generated names following the convention « `RI_ConstraintTrigger_NNNN` ». A proper fix would require modifying that convention, which we will do in 9.2, but it seems risky to change it in existing releases. So this patch just changes the creation order of the triggers. Users encountering this type of error should drop and re-create the foreign key constraint to get its triggers into the right order.

- Preserve blank lines within commands in `psql`'s command history (Robert Haas)

The former behavior could cause problems if an empty line was removed from within a string literal, for example.

- Use the preferred version of `xsubpp` to build PL/Perl, not necessarily the operating system's main copy (David Wheeler and Alex Hunsaker)
- Honor query cancel interrupts promptly in `pgstatindex()` (Robert Haas)
- Ensure VPATH builds properly install all server header files (Peter Eisentraut)
- Shorten file names reported in verbose error messages (Peter Eisentraut)

Regular builds have always reported just the name of the C file containing the error message call, but VPATH builds formerly reported an absolute path name.

- Fix interpretation of Windows timezone names for Central America (Tom Lane)

Map « Central America Standard Time » to CST6, not CST6CDT, because DST is generally not observed anywhere in Central America.

- Update time zone data files to tzdata release 2011n for DST law changes in Brazil, Cuba, Fiji, Palestine, Russia, and Samoa; also historical corrections for Alaska and British East Africa.

## E.173. Release 8.2.22

**Release date:** 2011-09-26

This release contains a variety of fixes from 8.2.21. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 8.2.X release series in December 2011. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

### E.173.1. Migration to Version 8.2.22

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.14, see Section E.181, « Release 8.2.14 ».

### E.173.2. Changes

- Fix multiple bugs in GiST index page split processing (Heikki Linnakangas)  
The probability of occurrence was low, but these could lead to index corruption.
- Avoid possibly accessing off the end of memory in `ANALYZE` (Noah Misch)  
This fixes a very-low-probability server crash scenario.

- Fix race condition in relcache init file invalidation (Tom Lane)

There was a window wherein a new backend process could read a stale init file but miss the inval messages that would tell it the data is stale. The result would be bizarre failures in catalog accesses, typically « could not read block 0 in file ... » later during startup.

- Fix memory leak at end of a GiST index scan (Tom Lane)

Commands that perform many separate GiST index scans, such as verification of a new GiST-based exclusion constraint on a table already containing many rows, could transiently require large amounts of memory due to this leak.

- Fix performance problem when constructing a large, lossy bitmap (Tom Lane)

- Fix array- and path-creating functions to ensure padding bytes are zeroes (Tom Lane)

This avoids some situations where the planner will think that semantically-equal constants are not equal, resulting in poor optimization.

- Work around gcc 4.6.0 bug that breaks WAL replay (Tom Lane)

This could lead to loss of committed transactions after a server crash.

- Fix dump bug for VALUES in a view (Tom Lane)

- Disallow SELECT FOR UPDATE / SHARE on sequences (Tom Lane)

This operation doesn't work as expected and can lead to failures.

- Defend against integer overflow when computing size of a hash table (Tom Lane)

- Fix portability bugs in use of credentials control messages for « peer » authentication (Tom Lane)

- Fix typo in pg\_srand48 seed initialization (Andres Freund)

This led to failure to use all bits of the provided seed. This function is not used on most platforms (only those without srandom), and the potential security exposure from a less-random-than-expected seed seems minimal in any case.

- Avoid integer overflow when the sum of LIMIT and OFFSET values exceeds 2^63 (Heikki Linnakangas)

- Add overflow checks to int4 and int8 versions of generate\_series() (Robert Haas)

- Fix trailing-zero removal in to\_char() (Marti Raudsepp)

In a format with FM and no digit positions after the decimal point, zeroes to the left of the decimal point could be removed incorrectly.

- Fix pg\_size.pretty() to avoid overflow for inputs close to 2^63 (Tom Lane)

- Fix psql's counting of script file line numbers during COPY from a different file (Tom Lane)

- Fix pg\_restore's direct-to-database mode for standard\_conforming\_strings (Tom Lane)

pg\_restore could emit incorrect commands when restoring directly to a database server from an archive file that had been made with standard\_conforming\_strings set to on.

- Fix write-past-buffer-end and memory leak in libpq's LDAP service lookup code (Albe Laurenz)

- In libpq, avoid failures when using nonblocking I/O and an SSL connection (Martin Pihlak, Tom Lane)

- Improve libpq's handling of failures during connection startup (Tom Lane)

In particular, the response to a server report of fork() failure during SSL connection startup is now saner.

- Make ecpglib write double values with 15 digits precision (Akira Kurosawa)

- Apply upstream fix for blowfish signed-character bug (CVE-2011-2483) (Tom Lane)

contrib/pg\_crypto's blowfish encryption code could give wrong results on platforms where char is signed (which is most), leading to encrypted passwords being weaker than they should be.

- Fix memory leak in contrib/seg (Heikki Linnakangas)

- Fix pgstatindex() to give consistent results for empty indexes (Tom Lane)

- Allow building with perl 5.14 (Alex Hunsaker)

- Update configure script's method for probing existence of system functions (Tom Lane)

The version of autoconf we used in 8.3 and 8.2 could be fooled by compilers that perform link-time optimization.

- Fix assorted issues with build and install file paths containing spaces (Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2011i for DST law changes in Canada, Egypt, Russia, Samoa, and South Sudan.

## E.174. Release 8.2.21

**Release date:** 2011-04-18

This release contains a variety of fixes from 8.2.20. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.174.1. Migration to Version 8.2.21

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.14, see Section E.181, « Release 8.2.14 ».

### E.174.2. Changes

- Avoid potential deadlock during catalog cache initialization (Nikhil Sontakke)

In some cases the cache loading code would acquire share lock on a system index before locking the index's catalog. This could deadlock against processes trying to acquire exclusive locks in the other, more standard order.

- Fix dangling-pointer problem in BEFORE ROW UPDATE trigger handling when there was a concurrent update to the target tuple (Tom Lane)

This bug has been observed to result in intermittent « cannot extract system attribute from virtual tuple » failures while trying to do UPDATE RETURNING ctid. There is a very small probability of more serious errors, such as generating incorrect index entries for the updated tuple.

- Disallow **DROP TABLE** when there are pending deferred trigger events for the table (Tom Lane)

Formerly the **DROP** would go through, leading to « could not open relation with OID nnn » errors when the triggers were eventually fired.

- Fix PL/Python memory leak involving array slices (Daniel Popowich)

- Fix pg\_restore to cope with long lines (over 1KB) in TOC files (Tom Lane)

Put in more safeguards against crashing due to division-by-zero with overly enthusiastic compiler optimization (Aurelien Jarno)

- Support use of dlopen() in FreeBSD and OpenBSD on MIPS (Tom Lane)

There was a hard-wired assumption that this system function was not available on MIPS hardware on these systems. Use a compile-time test instead, since more recent versions have it.

- Fix compilation failures on HP-UX (Heikki Linnakangas)

- Fix path separator used by pg\_regress on Cygwin (Andrew Dunstan)

Update time zone data files to tzdata release 2011f for DST law changes in Chile, Cuba, Falkland Islands, Morocco, Samoa, and Turkey; also historical corrections for South Australia, Alaska, and Hawaii.

## E.175. Release 8.2.20

**Release date:** 2011-01-31

This release contains a variety of fixes from 8.2.19. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.175.1. Migration to Version 8.2.20

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.14, see Section E.181, « Release 8.2.14 ».

## E.175.2. Changes

- Avoid failures when **EXPLAIN** tries to display a simple-form CASE expression (Tom Lane)  
If the CASE's test expression was a constant, the planner could simplify the CASE into a form that confused the expression-display code, resulting in « unexpected CASE WHEN clause » errors.
- Fix assignment to an array slice that is before the existing range of subscripts (Tom Lane)  
If there was a gap between the newly added subscripts and the first pre-existing subscript, the code miscalculated how many entries needed to be copied from the old array's null bitmap, potentially leading to data corruption or crash.
- Avoid unexpected conversion overflow in planner for very distant date values (Tom Lane)  
The date type supports a wider range of dates than can be represented by the timestamp types, but the planner assumed it could always convert a date to timestamp with impunity.
- Fix pg\_restore's text output for large objects (BLOBs) when `standard_conforming_strings` is on (Tom Lane)  
Although restoring directly to a database worked correctly, string escaping was incorrect if pg\_restore was asked for SQL text output and `standard_conforming_strings` had been enabled in the source database.
- Fix erroneous parsing of tsquery values containing `... & !(subexpression) | ...` (Tom Lane)  
Queries containing this combination of operators were not executed correctly. The same error existed in contrib/intarray's query\_int type and contrib/ltree's ltxtquery type.
- Fix buffer overrun in contrib/intarray's input function for the query\_int type (Apple)  
This bug is a security risk since the function's return address could be overwritten. Thanks to Apple Inc's security team for reporting this issue and supplying the fix. (CVE-2010-4015)
- Fix bug in contrib/seg's GiST picksplit algorithm (Alexander Korotkov)  
This could result in considerable inefficiency, though not actually incorrect answers, in a GiST index on a seg column. If you have such an index, consider **REINDEX**ing it after installing this update. (This is identical to the bug that was fixed in contrib/cube in the previous update.)

## E.176. Release 8.2.19

**Release date:** 2010-12-16

This release contains a variety of fixes from 8.2.18. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.176.1. Migration to Version 8.2.19

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.14, see Section E.181, « Release 8.2.14 ».

## E.176.2. Changes

- Force the default `wal_sync_method` to be `fdatasync` on Linux (Tom Lane, Marti Raudsepp)  
The default on Linux has actually been `fdatasync` for many years, but recent kernel changes caused PostgreSQL™ to choose `open_datasync` instead. This choice did not result in any performance improvement, and caused outright failures on certain filesystems, notably `ext4` with the `data=journal` mount option.
- Fix assorted bugs in WAL replay logic for GIN indexes (Tom Lane)  
This could result in « bad buffer id: 0 » failures or corruption of index contents during replication.
- Fix recovery from base backup when the starting checkpoint WAL record is not in the same WAL segment as its redo point (Jeff Davis)
- Add support for detecting register-stack overrun on IA64 (Tom Lane)  
The IA64 architecture has two hardware stacks. Full prevention of stack-overrun failures requires checking both.
- Add a check for stack overflow in `copyObject()` (Tom Lane)

Certain code paths could crash due to stack overflow given a sufficiently complex query.

- Fix detection of page splits in temporary GiST indexes (Heikki Linnakangas)

It is possible to have a « concurrent » page split in a temporary index, if for example there is an open cursor scanning the index when an insertion is done. GiST failed to detect this case and hence could deliver wrong results when execution of the cursor continued.

- Avoid memory leakage while **ANALYZE**'ing complex index expressions (Tom Lane)
- Ensure an index that uses a whole-row Var still depends on its table (Tom Lane)

An index declared like `create index i on t (foo(t.*))` would not automatically get dropped when its table was dropped.

- Do not « inline » a SQL function with multiple OUT parameters (Tom Lane)

This avoids a possible crash due to loss of information about the expected result rowtype.

- Behave correctly if ORDER BY, LIMIT, FOR UPDATE, or WITH is attached to the VALUES part of `INSERT ... VALUES` (Tom Lane)

- Fix constant-folding of COALESCE( ) expressions (Tom Lane)

The planner would sometimes attempt to evaluate sub-expressions that in fact could never be reached, possibly leading to unexpected errors.

- Add print functionality for InhRelation nodes (Tom Lane)

This avoids a failure when `debug_print_parse` is enabled and certain types of query are executed.

- Fix incorrect calculation of distance from a point to a horizontal line segment (Tom Lane)

This bug affected several different geometric distance-measurement operators.

- Fix PL/pgSQL's handling of « simple » expressions to not fail in recursion or error-recovery cases (Tom Lane)

- Fix PL/Python's handling of set-returning functions (Jan Urbanski)

Attempts to call SPI functions within the iterator generating a set result would fail.

- Fix bug in contrib/cube's GiST picksplit algorithm (Alexander Korotkov)

This could result in considerable inefficiency, though not actually incorrect answers, in a GiST index on a cube column. If you have such an index, consider **REINDEX**ing it after installing this update.

- Don't emit « identifier will be truncated » notices in contrib/dblink except when creating new connections (Itagaki Takahiro)

- Fix potential coredump on missing public key in contrib/pgcrypto (Marti Raudsepp)

- Fix memory leak in contrib/xml2's XPath query functions (Tom Lane)

- Update time zone data files to tzdata release 2010o for DST law changes in Fiji and Samoa; also historical corrections for Hong Kong.

## E.177. Release 8.2.18

**Release date:** 2010-10-04

This release contains a variety of fixes from 8.2.17. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.177.1. Migration to Version 8.2.18

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.14, see Section E.181, « Release 8.2.14 ».

### E.177.2. Changes

- Use a separate interpreter for each calling SQL userid in PL/Perl and PL/Tcl (Tom Lane)

This change prevents security problems that can be caused by subverting Perl or Tcl code that will be executed later in the same session under another SQL user identity (for example, within a `SECURITY DEFINER` function). Most scripting languages offer numerous ways that that might be done, such as redefining standard functions or operators called by the target function. Without this change, any SQL user with Perl or Tcl language usage rights can do essentially anything with the SQL privileges of the target function's owner.

The cost of this change is that intentional communication among Perl and Tcl functions becomes more difficult. To provide an escape hatch, PL/PerlU and PL/TclU functions continue to use only one interpreter per session. This is not considered a security issue since all such functions execute at the trust level of a database superuser already.

It is likely that third-party procedural languages that claim to offer trusted execution have similar security issues. We advise contacting the authors of any PL you are depending on for security-critical purposes.

Our thanks to Tim Bunce for pointing out this issue (CVE-2010-3433).

- Prevent possible crashes in `pg_get_expr()` by disallowing it from being called with an argument that is not one of the system catalog columns it's intended to be used with (Heikki Linnakangas, Tom Lane)
- Fix Windows shared-memory allocation code (Tsutomu Yamada, Magnus Hagander)

This bug led to the often-reported « could not reattach to shared memory » error message. This is a back-patch of a fix that was applied to newer branches some time ago.

- Treat exit code 128 (`ERROR_WAIT_NO_CHILDREN`) as non-fatal on Windows (Magnus Hagander)

Under high load, Windows processes will sometimes fail at startup with this error code. Formerly the postmaster treated this as a panic condition and restarted the whole database, but that seems to be an overreaction.

- Fix possible duplicate scans of `UNION ALL` member relations (Tom Lane)
- Fix « cannot handle unplanned sub-select » error (Tom Lane)

This occurred when a sub-select contains a join alias reference that expands into an expression containing another sub-select.

- Reduce PANIC to ERROR in some occasionally-reported btree failure cases, and provide additional detail in the resulting error messages (Tom Lane)

This should improve the system's robustness with corrupted indexes.

- Prevent `show_session_authorization()` from crashing within autovacuum processes (Tom Lane)
- Defend against functions returning setof record where not all the returned rows are actually of the same rowtype (Tom Lane)
- Fix possible failure when hashing a pass-by-reference function result (Tao Ma, Tom Lane)
- Take care to fsync the contents of lockfiles (both `postmaster.pid` and the socket lockfile) while writing them (Tom Lane)

This omission could result in corrupted lockfile contents if the machine crashes shortly after postmaster start. That could in turn prevent subsequent attempts to start the postmaster from succeeding, until the lockfile is manually removed.

- Avoid recursion while assigning XIDs to heavily-nested subtransactions (Andres Freund, Robert Haas)

The original coding could result in a crash if there was limited stack space.

- Fix `log_line_prefix`'s %i escape, which could produce junk early in backend startup (Tom Lane)
- Fix possible data corruption in `ALTER TABLE ... SET TABLESPACE` when archiving is enabled (Jeff Davis)
- Allow `CREATE DATABASE` and `ALTER DATABASE ... SET TABLESPACE` to be interrupted by query-cancel (Guillaume Lelarge)
- In PL/Python, defend against null pointer results from `PyCObject_AsVoidPtr` and `PyCObject_FromVoidPtr` (Peter Eisentraut)
- Improve `contrib/dblink`'s handling of tables containing dropped columns (Tom Lane)
- Fix connection leak after « duplicate connection name » errors in `contrib/dblink` (Itagaki Takahiro)
- Fix `contrib/dblink` to handle connection names longer than 62 bytes correctly (Itagaki Takahiro)
- Add `hstore(text, text)` function to `contrib/hstore` (Robert Haas)

This function is the recommended substitute for the now-deprecated => operator. It was back-patched so that future-proofed code can be used with older server versions. Note that the patch will be effective only after `contrib/hstore` is installed or reinstalled in a particular database. Users might prefer to execute the `CREATE FUNCTION` command by hand, instead.

- Update build infrastructure and documentation to reflect the source code repository's move from CVS to Git (Magnus Hagander and others)
- Update time zone data files to tzdata release 2010l for DST law changes in Egypt and Palestine; also historical corrections for Finland.

This change also adds new names for two Micronesian timezones: Pacific/Chuuk is now preferred over Pacific/Truk (and the preferred abbreviation is CHUT not TRUT) and Pacific/Pohnpei is preferred over Pacific/Ponape.

- Make Windows' « N. Central Asia Standard Time » timezone map to Asia/Novosibirsk, not Asia/Almaty (Magnus Hagander)

Microsoft changed the DST behavior of this zone in the timezone update from KB976098. Asia/Novosibirsk is a better match to its new behavior.

## E.178. Release 8.2.17

**Release date:** 2010-05-17

This release contains a variety of fixes from 8.2.16. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.178.1. Migration to Version 8.2.17

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.14, see Section E.181, « Release 8.2.14 ».

### E.178.2. Changes

- Enforce restrictions in `plperl` using an opmask applied to the whole interpreter, instead of using `Safe.pm` (Tim Bunce, Andrew Dunstan)

Recent developments have convinced us that `Safe.pm` is too insecure to rely on for making `plperl` trustable. This change removes use of `Safe.pm` altogether, in favor of using a separate interpreter with an opcode mask that is always applied. Pleasant side effects of the change include that it is now possible to use Perl's `strict` pragma in a natural way in `plperl`, and that Perl's `$a` and `$b` variables work as expected in sort routines, and that function compilation is significantly faster. (CVE-2010-1169)

- Prevent PL/Tcl from executing untrustworthy code from `pltcl_modules` (Tom)

PL/Tcl's feature for autoloading Tcl code from a database table could be exploited for trojan-horse attacks, because there was no restriction on who could create or insert into that table. This change disables the feature unless `pltcl_modules` is owned by a superuser. (However, the permissions on the table are not checked, so installations that really need a less-than-secure modules table can still grant suitable privileges to trusted non-superusers.) Also, prevent loading code into the unrestricted « normal » Tcl interpreter unless we are really going to execute a `pltclu` function. (CVE-2010-1170)

- Fix possible crash if a cache reset message is received during rebuild of a relcache entry (Heikki)

This error was introduced in 8.2.16 while fixing a related failure.

- Do not allow an unprivileged user to reset superuser-only parameter settings (Alvaro)

Previously, if an unprivileged user ran `ALTER USER ... RESET ALL` for himself, or `ALTER DATABASE ... RESET ALL` for a database he owns, this would remove all special parameter settings for the user or database, even ones that are only supposed to be changeable by a superuser. Now, the **ALTER** will only remove the parameters that the user has permission to change.

- Avoid possible crash during backend shutdown if shutdown occurs when a CONTEXT addition would be made to log entries (Tom)

In some cases the context-printing function would fail because the current transaction had already been rolled back when it came time to print a log message.

- Update PL/Perl's `ppport.h` for modern Perl versions (Andrew)

- Fix assorted memory leaks in PL/Python (Andreas Freund, Tom)

- Prevent infinite recursion in `psql` when expanding a variable that refers to itself (Tom)

- Fix `psql`'s `\copy` to not add spaces around a dot within `\copy (select ...)` (Tom)

Addition of spaces around the decimal point in a numeric literal would result in a syntax error.

- Ensure that contrib/pgstattuple functions respond to cancel interrupts promptly (Tatsuhito Kasahara)
- Make server startup deal properly with the case that `shmget()` returns `EINVAL` for an existing shared memory segment (Tom)

This behavior has been observed on BSD-derived kernels including macOS. It resulted in an entirely-misleading startup failure complaining that the shared memory request size was too large.

- Avoid possible crashes in syslogger process on Windows (Heikki)
- Deal more robustly with incomplete time zone information in the Windows registry (Magnus)
- Update the set of known Windows time zone names (Magnus)
- Update time zone data files to tzdata release 2010j for DST law changes in Argentina, Australian Antarctic, Bangladesh, Mexico, Morocco, Pakistan, Palestine, Russia, Syria, Tunisia; also historical corrections for Taiwan.

Also, add PKST (Pakistan Summer Time) to the default set of timezone abbreviations.

## E.179. Release 8.2.16

**Release date:** 2010-03-15

This release contains a variety of fixes from 8.2.15. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.179.1. Migration to Version 8.2.16

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.14, see Section E.181, « Release 8.2.14 ».

### E.179.2. Changes

- Add new configuration parameter `ssl_renegotiation_limit` to control how often we do session key renegotiation for an SSL connection (Magnus)

This can be set to zero to disable renegotiation completely, which may be required if a broken SSL library is used. In particular, some vendors are shipping stopgap patches for CVE-2009-3555 that cause renegotiation attempts to fail.

- Fix possible deadlock during backend startup (Tom)
- Fix possible crashes due to not handling errors during relcache reload cleanly (Tom)
- Fix possible crashes when trying to recover from a failure in subtransaction start (Tom)
- Fix server memory leak associated with use of savepoints and a client encoding different from server's encoding (Tom)
- Fix incorrect WAL data emitted during end-of-recovery cleanup of a GIST index page split (Yoichi Hirai)

This would result in index corruption, or even more likely an error during WAL replay, if we were unlucky enough to crash during end-of-recovery cleanup after having completed an incomplete GIST insertion.

- Make `substring()` for bit types treat any negative length as meaning « all the rest of the string » (Tom)  
The previous coding treated only -1 that way, and would produce an invalid result value for other negative values, possibly leading to a crash (CVE-2010-0442).
- Fix integer-to-bit-string conversions to handle the first fractional byte correctly when the output bit width is wider than the given integer by something other than a multiple of 8 bits (Tom)
- Fix some cases of pathologically slow regular expression matching (Tom)
- Fix the STOP WAL LOCATION entry in backup history files to report the next WAL segment's name when the end location is exactly at a segment boundary (Itagaki Takahiro)
- Fix some more cases of temporary-file leakage (Heikki)

This corrects a problem introduced in the previous minor release. One case that failed is when a plpgsql function returning set is called within another function's exception handler.

- Improve constraint exclusion processing of boolean-variable cases, in particular make it possible to exclude a partition that has a « bool\_column = false » constraint (Tom)
- When reading pg\_hba.conf and related files, do not treat @something as a file inclusion request if the @ appears inside quote marks; also, never treat @ by itself as a file inclusion request (Tom)

This prevents erratic behavior if a role or database name starts with @. If you need to include a file whose path name contains spaces, you can still do so, but you must write @" /path to/file " rather than putting the quotes around the whole construct.

- Prevent infinite loop on some platforms if a directory is named as an inclusion target in pg\_hba.conf and related files (Tom)
- Fix possible infinite loop if SSL\_read or SSL\_write fails without setting errno (Tom)  
This is reportedly possible with some Windows versions of openssl.
- Fix psql's numericlocale option to not format strings it shouldn't in latex and troff output formats (Heikki)
- Make psql return the correct exit status (3) when ON\_ERROR\_STOP and --single-transaction are both specified and an error occurs during the implied COMMIT (Bruce)
- Fix plpgsql failure in one case where a composite column is set to NULL (Tom)
- Fix possible failure when calling PL/Perl functions from PL/PerlU or vice versa (Tim Bunce)
- Add volatile markings in PL/Python to avoid possible compiler-specific misbehavior (Zdenek Kotala)
- Ensure PL/Tcl initializes the Tcl interpreter fully (Tom)  
The only known symptom of this oversight is that the Tcl clock command misbehaves if using Tcl 8.5 or later.
- Prevent crash in contrib/dblink when too many key columns are specified to a dblink\_build\_sql\_\* function (Rushabh Lathia, Joe Conway)
- Fix assorted crashes in contrib/xml2 caused by sloppy memory management (Tom)
- Make building of contrib/xml2 more robust on Windows (Andrew)
- Fix race condition in Windows signal handling (Radu Ilie)  
One known symptom of this bug is that rows in pg\_listener could be dropped under heavy load.
- Update time zone data files to tzdata release 2010e for DST law changes in Bangladesh, Chile, Fiji, Mexico, Paraguay, Samoa.

## E.180. Release 8.2.15

**Release date:** 2009-12-14

This release contains a variety of fixes from 8.2.14. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.180.1. Migration to Version 8.2.15

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.14, see Section E.181, « Release 8.2.14 ».

### E.180.2. Changes

- Protect against indirect security threats caused by index functions changing session-local state (Gurjeet Singh, Tom)  
This change prevents allegedly-immutable index functions from possibly subverting a superuser's session (CVE-2009-4136).
- Reject SSL certificates containing an embedded null byte in the common name (CN) field (Magnus)  
This prevents unintended matching of a certificate to a server or client name during SSL validation (CVE-2009-4034).
- Fix possible crash during backend-startup-time cache initialization (Tom)
- Prevent signals from interrupting VACUUM at unsafe times (Alvaro)  
This fix prevents a PANIC if a VACUUM FULL is canceled after it's already committed its tuple movements, as well as transient errors if a plain VACUUM is interrupted after having truncated the table.

- Fix possible crash due to integer overflow in hash table size calculation (Tom)  
This could occur with extremely large planner estimates for the size of a hashjoin's result.
- Fix very rare crash in inet/cidr comparisons (Chris Mikkelsen)
- Ensure that shared tuple-level locks held by prepared transactions are not ignored (Heikki)
- Fix premature drop of temporary files used for a cursor that is accessed within a subtransaction (Heikki)
- Fix incorrect logic for GiST index page splits, when the split depends on a non-first column of the index (Paul Ramsey)
- Don't error out if recycling or removing an old WAL file fails at the end of checkpoint (Heikki)  
It's better to treat the problem as non-fatal and allow the checkpoint to complete. Future checkpoints will retry the removal. Such problems are not expected in normal operation, but have been seen to be caused by misdesigned Windows anti-virus and backup software.
- Ensure WAL files aren't repeatedly archived on Windows (Heikki)  
This is another symptom that could happen if some other process interfered with deletion of a no-longer-needed file.
- Fix PAM password processing to be more robust (Tom)  
The previous code is known to fail with the combination of the Linux pam\_krb5 PAM module with Microsoft Active Directory as the domain controller. It might have problems elsewhere too, since it was making unjustified assumptions about what arguments the PAM stack would pass to it.
- Fix processing of ownership dependencies during CREATE OR REPLACE FUNCTION (Tom)
- Fix bug with calling plperl from plperlu or vice versa (Tom)  
An error exit from the inner function could result in crashes due to failure to re-select the correct Perl interpreter for the outer function.
- Fix session-lifespan memory leak when a PL/Perl function is redefined (Tom)
- Ensure that Perl arrays are properly converted to PostgreSQL™ arrays when returned by a set-returning PL/Perl function (Andrew Dunstan, Abhijit Menon-Sen)  
This worked correctly already for non-set-returning functions.
- Fix rare crash in exception processing in PL/Python (Peter)
- Ensure psql's flex module is compiled with the correct system header definitions (Tom)  
This fixes build failures on platforms where --enable-largefile causes incompatible changes in the generated code.
- Make the postmaster ignore any application\_name parameter in connection request packets, to improve compatibility with future libpq versions (Tom)
- Update the timezone abbreviation files to match current reality (Joachim Wieland)  
This includes adding IDT and SGT to the default timezone abbreviation set.
- Update time zone data files to tzdata release 2009s for DST law changes in Antarctica, Argentina, Bangladesh, Fiji, Novokuznetsk, Pakistan, Palestine, Samoa, Syria; also historical corrections for Hong Kong.

## E.181. Release 8.2.14

**Release date:** 2009-09-09

This release contains a variety of fixes from 8.2.13. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.181.1. Migration to Version 8.2.14

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you have any hash indexes on interval columns, you must REINDEX them after updating to 8.2.14. Also, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.11, see Section E.184, « Release 8.2.11 ».

### E.181.2. Changes

- Force WAL segment switch during `pg_start_backup()` (Heikki)  
This avoids corner cases that could render a base backup unusable.
- Disallow **RESET ROLE** and **RESET SESSION AUTHORIZATION** inside security-definer functions (Tom, Heikki)  
This covers a case that was missed in the previous patch that disallowed **SET ROLE** and **SET SESSION AUTHORIZATION** inside security-definer functions. (See CVE-2007-6600)
- Make **LOAD** of an already-loaded loadable module into a no-op (Tom)  
Formerly, **LOAD** would attempt to unload and re-load the module, but this is unsafe and not all that useful.
- Disallow empty passwords during LDAP authentication (Magnus)
- Fix handling of sub-SELECTs appearing in the arguments of an outer-level aggregate function (Tom)
- Fix bugs associated with fetching a whole-row value from the output of a Sort or Materialize plan node (Tom)
- Revert planner change that disabled partial-index and constraint exclusion optimizations when there were more than 100 clauses in an AND or OR list (Tom)
- Fix hash calculation for data type interval (Tom)  
This corrects wrong results for hash joins on interval values. It also changes the contents of hash indexes on interval columns. If you have any such indexes, you must **REINDEX** them after updating.
- Treat `to_char(..., 'TH')` as an uppercase ordinal suffix with '`HH`'/'`HH12`' (Heikki)  
It was previously handled as '`th`' (lowercase).
- Fix overflow for `INTERVAL 'x ms'` when `x` is more than 2 million and integer datetimes are in use (Alex Hunsaker)
- Fix calculation of distance between a point and a line segment (Tom)  
This led to incorrect results from a number of geometric operators.
- Fix money data type to work in locales where currency amounts have no fractional digits, e.g. Japan (Itagaki Takahiro)
- Properly round datetime input like `00:12:57.99999999999999999999999999999999` (Tom)
- Fix poor choice of page split point in GiST R-tree operator classes (Teodor)
- Avoid performance degradation in bulk inserts into GIN indexes when the input values are (nearly) in sorted order (Tom)
- Correctly enforce NOT NULL domain constraints in some contexts in PL/pgSQL (Tom)
- Fix portability issues in plperl initialization (Andrew Dunstan)
- Fix `pg_ctl` to not go into an infinite loop if `postgresql.conf` is empty (Jeff Davis)
- Make `contrib/hstore` throw an error when a key or value is too long to fit in its data structure, rather than silently truncating it (Andrew Gierth)
- Fix `contrib/xml2's xsslt_process()` to properly handle the maximum number of parameters (twenty) (Tom)
- Improve robustness of libpq's code to recover from errors during **COPY FROM STDIN** (Tom)
- Avoid including conflicting readline and editline header files when both libraries are installed (Zdenek Kotala)
- Update time zone data files to tzdata release 2009l for DST law changes in Bangladesh, Egypt, Jordan, Pakistan, Argentina/San Luis, Cuba, Jordan (historical correction only), Mauritius, Morocco, Palestine, Syria, Tunisia.

## E.182. Release 8.2.13

**Release date:** 2009-03-16

This release contains a variety of fixes from 8.2.12. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.182.1. Migration to Version 8.2.13

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.11, see Section E.184, « Release 8.2.11 ».

## E.182.2. Changes

- Prevent error recursion crashes when encoding conversion fails (Tom)

This change extends fixes made in the last two minor releases for related failure scenarios. The previous fixes were narrowly tailored for the original problem reports, but we have now recognized that *any* error thrown by an encoding conversion function could potentially lead to infinite recursion while trying to report the error. The solution therefore is to disable translation and encoding conversion and report the plain-ASCII form of any error message, if we find we have gotten into a recursive error reporting situation. (CVE-2009-0922)

- Disallow **CREATE CONVERSION** with the wrong encodings for the specified conversion function (Heikki)

This prevents one possible scenario for encoding conversion failure. The previous change is a backstop to guard against other kinds of failures in the same area.

- Fix core dump when `to_char( )` is given format codes that are inappropriate for the type of the data argument (Tom)

- Fix possible failure in `contrib/tsearch2` when C locale is used with a multi-byte encoding (Teodor)

Crashes were possible on platforms where `wchar_t` is narrower than `int`; Windows in particular.

- Fix extreme inefficiency in `contrib/tsearch2` parser's handling of an email-like string containing multiple @ characters (Heikki)

- Fix decompilation of `CASE WHEN` with an implicit coercion (Tom)

This mistake could lead to Assert failures in an Assert-enabled build, or an « unexpected CASE WHEN clause » error message in other cases, when trying to examine or dump a view.

- Fix possible misassignment of the owner of a TOAST table's rowtype (Tom)

If **CLUSTER** or a rewriting variant of **ALTER TABLE** were executed by someone other than the table owner, the `pg_type` entry for the table's TOAST table would end up marked as owned by that someone. This caused no immediate problems, since the permissions on the TOAST rowtype aren't examined by any ordinary database operation. However, it could lead to unexpected failures if one later tried to drop the role that issued the command (in 8.1 or 8.2), or « owner of data type appears to be invalid » warnings from `pg_dump` after having done so (in 8.3).

- Fix PL/pgSQL to not treat `INTO` after **INSERT** as an `INTO`-variables clause anywhere in the string, not only at the start; in particular, don't fail for **INSERT INTO** within **CREATE RULE** (Tom)

- Clean up PL/pgSQL error status variables fully at block exit (Ashesh Vashi and Dave Page)

This is not a problem for PL/pgSQL itself, but the omission could cause the PL/pgSQL Debugger to crash while examining the state of a function.

- Retry failed calls to `CallNamedPipe( )` on Windows (Steve Marshall, Magnus)

It appears that this function can sometimes fail transiently; we previously treated any failure as a hard error, which could confuse **LISTEN/NOTIFY** as well as other operations.

- Add **MUST** (Mauritius Island Summer Time) to the default list of known timezone abbreviations (Xavier Bugaud)

## E.183. Release 8.2.12

**Release date:** 2009-02-02

This release contains a variety of fixes from 8.2.11. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

## E.183.1. Migration to Version 8.2.12

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.11, see Section E.184, « Release 8.2.11 ».

## E.183.2. Changes

- Improve handling of URLs in `headline( )` function (Teodor)
- Improve handling of overlength headlines in `headline( )` function (Teodor)

- Prevent possible Assert failure or misconversion if an encoding conversion is created with the wrong conversion function for the specified pair of encodings (Tom, Heikki)
- Fix possible Assert failure if a statement executed in PL/pgSQL is rewritten into another kind of statement, for example if an **INSERT** is rewritten into an **UPDATE** (Heikki)
- Ensure that a snapshot is available to datatype input functions (Tom)

This primarily affects domains that are declared with CHECK constraints involving user-defined stable or immutable functions. Such functions typically fail if no snapshot has been set.

- Make it safer for SPI-using functions to be used within datatype I/O; in particular, to be used in domain check constraints (Tom)
- Avoid unnecessary locking of small tables in **VACUUM** (Heikki)
- Fix a problem that made UPDATE RETURNING tableoid return zero instead of the correct OID (Tom)
- Fix planner misestimation of selectivity when transitive equality is applied to an outer-join clause (Tom)

This could result in bad plans for queries like ... from a left join b on a.a1 = b.b1 where a.a1 = 42  
...
- Improve optimizer's handling of long IN lists (Tom)

This change avoids wasting large amounts of time on such lists when constraint exclusion is enabled.

- Ensure that the contents of a holdable cursor don't depend on the contents of TOAST tables (Tom)

Previously, large field values in a cursor result might be represented as TOAST pointers, which would fail if the referenced table got dropped before the cursor is read, or if the large value is deleted and then vacuumed away. This cannot happen with an ordinary cursor, but it could with a cursor that is held past its creating transaction.

- Fix memory leak when a set-returning function is terminated without reading its whole result (Tom)
- Fix contrib/dblink's dblink\_get\_result(text, bool) function (Joe)
- Fix possible garbage output from contrib/sslinfo functions (Tom)
- Fix configure script to properly report failure when unable to obtain linkage information for PL/Perl (Andrew)
- Make all documentation reference pgsql-bugs and/or pgsql-hackers as appropriate, instead of the now-decommissioned pgsql-ports and pgsql-patches mailing lists (Tom)
- Update time zone data files to tzdata release 2009a (for Kathmandu and historical DST corrections in Switzerland, Cuba)

## E.184. Release 8.2.11

**Release date:** 2008-11-03

This release contains a variety of fixes from 8.2.10. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.184.1. Migration to Version 8.2.11

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.7, see Section E.188, « Release 8.2.7 ». Also, if you were running a previous 8.2.X release, it is recommended to **REINDEX** all GiST indexes after the upgrade.

### E.184.2. Changes

- Fix GiST index corruption due to marking the wrong index entry « dead » after a deletion (Teodor)

This would result in index searches failing to find rows they should have found. Corrupted indexes can be fixed with **REINDEX**.

- Fix backend crash when the client encoding cannot represent a localized error message (Tom)

We have addressed similar issues before, but it would still fail if the « character has no equivalent » message itself couldn't be converted. The fix is to disable localization and send the plain ASCII error message when we detect such a situation.

- Fix possible crash when deeply nested functions are invoked from a trigger (Tom)

- Improve optimization of `expression IN (expression-list)` queries (Tom, per an idea from Robert Haas)  
Cases in which there are query variables on the right-hand side had been handled less efficiently in 8.2.x and 8.3.x than in prior versions. The fix restores 8.1 behavior for such cases.
- Fix mis-expansion of rule queries when a sub-SELECT appears in a function call in FROM, a multi-row VALUES list, or a RETURNING list (Tom)

The usual symptom of this problem is an « unrecognized node type » error.

- Fix memory leak during rescan of a hashed aggregation plan (Neil)
- Ensure an error is reported when a newly-defined PL/pgSQL trigger function is invoked as a normal function (Tom)
- Prevent possible collision of `relfilenode` numbers when moving a table to another tablespace with **ALTER SET TABLESPACE** (Heikki)

The command tried to re-use the existing filename, instead of picking one that is known unused in the destination directory.

- Fix incorrect tsearch2 headline generation when single query item matches first word of text (Sushant Sinha)
- Fix improper display of fractional seconds in interval values when using a non-ISO datestyle in an --enable-integer-datetimebuild (Ron Mayer)
- Ensure `SPI_getvalue` and `SPI_getbinval` behave correctly when the passed tuple and tuple descriptor have different numbers of columns (Tom)

This situation is normal when a table has had columns added or removed, but these two functions didn't handle it properly. The only likely consequence is an incorrect error indication.

- Fix ecpg's parsing of **CREATE ROLE** (Michael)
- Fix recent breakage of `pg_ctl restart` (Tom)
- Ensure `pg_control` is opened in binary mode (Itagaki Takahiro)  
`pg_controldata` and `pg_resetxlog` did this incorrectly, and so could fail on Windows.
- Update time zone data files to tzdata release 2008i (for DST law changes in Argentina, Brazil, Mauritius, Syria)

## E.185. Release 8.2.10

**Release date:** 2008-09-22

This release contains a variety of fixes from 8.2.9. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.185.1. Migration to Version 8.2.10

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.7, see Section E.188, « Release 8.2.7 ».

### E.185.2. Changes

- Fix bug in btree WAL recovery code (Heikki)

Recovery failed if the WAL ended partway through a page split operation.

- Fix potential miscalculation of `datfrozenxid` (Alvaro)

This error may explain some recent reports of failure to remove old pg\_clog data.

- Widen local lock counters from 32 to 64 bits (Tom)

This responds to reports that the counters could overflow in sufficiently long transactions, leading to unexpected « lock is already held » errors.

- Fix possible duplicate output of tuples during a GiST index scan (Teodor)

- Fix missed permissions checks when a view contains a simple UNION ALL construct (Heikki)

Permissions for the referenced tables were checked properly, but not permissions for the view itself.

- Add checks in executor startup to ensure that the tuples produced by an **INSERT** or **UPDATE** will match the target table's current rowtype (Tom)

**ALTER COLUMN TYPE**, followed by re-use of a previously cached plan, could produce this type of situation. The check protects against data corruption and/or crashes that could ensue.

- Fix possible repeated drops during **DROP OWNED** (Tom)

This would typically result in strange errors such as « cache lookup failed for relation NNN ».

- Fix **AT TIME ZONE** to first try to interpret its timezone argument as a timezone abbreviation, and only try it as a full timezone name if that fails, rather than the other way around as formerly (Tom)

The timestamp input functions have always resolved ambiguous zone names in this order. Making **AT TIME ZONE** do so as well improves consistency, and fixes a compatibility bug introduced in 8.1: in ambiguous cases we now behave the same as 8.0 and before did, since in the older versions **AT TIME ZONE** accepted *only* abbreviations.

- Fix datetime input functions to correctly detect integer overflow when running on a 64-bit platform (Tom)
- Prevent integer overflows during units conversion when displaying a configuration parameter that has units (Tom)
- Improve performance of writing very long log messages to syslog (Tom)
- Allow spaces in the suffix part of an LDAP URL in `pg_hba.conf` (Tom)
- Fix bug in backwards scanning of a cursor on a **SELECT DISTINCT ON** query (Tom)
- Fix planner bug with nested sub-select expressions (Tom)

If the outer sub-select has no direct dependency on the parent query, but the inner one does, the outer value might not get recalculated for new parent query rows.

- Fix planner to estimate that **GROUP BY** expressions yielding boolean results always result in two groups, regardless of the expressions' contents (Tom)

This is very substantially more accurate than the regular **GROUP BY** estimate for certain boolean tests like `col IS NULL`.

- Fix PL/pgSQL to not fail when a **FOR** loop's target variable is a record containing composite-type fields (Tom)
- Fix PL/Tcl to behave correctly with Tcl 8.5, and to be more careful about the encoding of data sent to or from Tcl (Tom)
- On Windows, work around a Microsoft bug by preventing libpq from trying to send more than 64kB per system call (Magnus)
- Improve pg\_dump and pg\_restore's error reporting after failure to send a SQL command (Tom)
- Fix pg\_ctl to properly preserve postmaster command-line arguments across a `restart` (Bruce)
- Update time zone data files to tzdata release 2008f (for DST law changes in Argentina, Bahamas, Brazil, Mauritius, Morocco, Pakistan, Palestine, and Paraguay)

## E.186. Release 8.2.9

**Release date:** 2008-06-12

This release contains one serious and one minor bug fix over 8.2.8. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.186.1. Migration to Version 8.2.9

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.7, see Section E.188, « Release 8.2.7 ».

### E.186.2. Changes

- Make `pg_get_ruledef()` parenthesize negative constants (Tom)

Before this fix, a negative constant in a view or rule might be dumped as, say, `-42::integer`, which is subtly incorrect: it should be `(-42)::integer` due to operator precedence rules. Usually this would make little difference, but it could interact with another recent patch to cause PostgreSQL™ to reject what had been a valid **SELECT DISTINCT** view query. Since this could result in pg\_dump output failing to reload, it is being treated as a high-priority fix. The only released versions in which dump output is actually incorrect are 8.3.1 and 8.2.7.

- Make **ALTER AGGREGATE ... OWNER TO** update pg\_shdepend (Tom)

This oversight could lead to problems if the aggregate was later involved in a **DROP OWNED** or **REASSIGN OWNED** operation.

## E.187. Release 8.2.8

**Release date:** never released

This release contains a variety of fixes from 8.2.7. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.187.1. Migration to Version 8.2.8

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.2.7, see Section E.188, « Release 8.2.7 ».

### E.187.2. Changes

- Fix `ERRORDATA_STACK_SIZE` exceeded crash that occurred on Windows when using UTF-8 database encoding and a different client encoding (Tom)
- Fix **ALTER TABLE ADD COLUMN ... PRIMARY KEY** so that the new column is correctly checked to see if it's been initialized to all non-nulls (Brendan Jurd)

Previous versions neglected to check this requirement at all.

- Fix possible **CREATE TABLE** failure when alling the « same » constraint from multiple parent relations that alled that constraint from a common ancestor (Tom)

- Fix `pg_get_ruledef()` to show the alias, if any, attached to the target table of an **UPDATE** or **DELETE** (Tom)

- Fix GIN bug that could result in a `too many LWLocks taken` failure (Teodor)

- Avoid possible crash when decompressing corrupted data (Zdenek Kotala)

- Repair two places where SIGTERM exit of a backend could leave corrupted state in shared memory (Tom)

Neither case is very important if SIGTERM is used to shut down the whole database cluster together, but there was a problem if someone tried to SIGTERM individual backends.

- Fix conversions between ISO-8859-5 and other encodings to handle Cyrillic « Yo » characters (е and Е with two dots) (Sergey Burladyan)

- Fix several datatype input functions, notably `array_in()`, that were allowing unused bytes in their results to contain uninitialized, unpredictable values (Tom)

This could lead to failures in which two apparently identical literal values were not seen as equal, resulting in the parser complaining about unmatched `ORDER BY` and `DISTINCT` expressions.

- Fix a corner case in regular-expression substring matching (`substring(string from pattern)`) (Tom)

The problem occurs when there is a match to the pattern overall but the user has specified a parenthesized subexpression and that subexpression hasn't got a match. An example is `substring('foo' from 'foo(bar)?')`. This should return `NULL`, since `(bar)` isn't matched, but it was mistakenly returning the whole-pattern match instead (ie, `foo`).

- Update time zone data files to tzdata release 2008c (for DST law changes in Morocco, Iraq, Choibalsan, Pakistan, Syria, Cuba, and Argentina/San\_Luis)

- Fix incorrect result from ecpg's `PGTYPEStimestamp_sub()` function (Michael)

- Fix broken GiST comparison function for contrib/tsearch2's tsquery type (Teodor)

- Fix possible crashes in contrib/cube functions (Tom)

- Fix core dump in contrib/xml2's `xpath_table()` function when the input query returns a `NULL` value (Tom)

- Fix contrib/xml2's makefile to not override `CFLAGS` (Tom)

- Fix `DatumGetBool` macro to not fail with gcc 4.3 (Tom)

This problem affects « old style » (V0) C functions that return boolean. The fix is already in 8.3, but the need to back-patch it

was not realized at the time.

## E.188. Release 8.2.7

**Release date:** 2008-03-17

This release contains a variety of fixes from 8.2.6. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.188.1. Migration to Version 8.2.7

A dump/restore is not required for those running 8.2.X. However, you might need to **REINDEX** indexes on textual columns after updating, if you are affected by the Windows locale issue described below.

### E.188.2. Changes

- Fix character string comparison for Windows locales that consider different character combinations as equal (Tom)

This fix applies only on Windows and only when using UTF-8 database encoding. The same fix was made for all other cases over two years ago, but Windows with UTF-8 uses a separate code path that was not updated. If you are using a locale that considers some non-identical strings as equal, you may need to **REINDEX** to fix existing indexes on textual columns.

- Repair potential deadlock between concurrent **VACUUM FULL** operations on different system catalogs (Tom)

- Fix longstanding **LISTEN/NOTIFY** race condition (Tom)

In rare cases a session that had just executed a **LISTEN** might not get a notification, even though one would be expected because the concurrent transaction executing **NOTIFY** was observed to commit later.

A side effect of the fix is that a transaction that has executed a not-yet-committed **LISTEN** command will not see any row in pg\_listener for the **LISTEN**, should it choose to look; formerly it would have. This behavior was never documented one way or the other, but it is possible that some applications depend on the old behavior.

- Disallow **LISTEN** and **UNLISTEN** within a prepared transaction (Tom)

This was formerly allowed but trying to do it had various unpleasant consequences, notably that the originating backend could not exit as long as an **UNLISTEN** remained uncommitted.

- Disallow dropping a temporary table within a prepared transaction (Heikki)

This was correctly disallowed by 8.1, but the check was inadvertently broken in 8.2.

- Fix rare crash when an error occurs during a query using a hash index (Heikki)

- Fix memory leaks in certain usages of set-returning functions (Neil)

- Fix input of datetime values for February 29 in years BC (Tom)

The former coding was mistaken about which years were leap years.

- Fix « unrecognized node type » error in some variants of **ALTER OWNER** (Tom)

- Ensure pg\_stat\_activity.waiting flag is cleared when a lock wait is aborted (Tom)

- Fix handling of process permissions on Windows Vista (Dave, Magnus)

In particular, this fix allows starting the server as the Administrator user.

- Update time zone data files to tzdata release 2008a (in particular, recent Chile changes); adjust timezone abbreviation VET (Venezuela) to mean UTC-4:30, not UTC-4:00 (Tom)

- Fix pg\_ctl to correctly extract the postmaster's port number from command-line options (Itagaki Hiroaki, Tom)

Previously, pg\_ctl start -w could try to contact the postmaster on the wrong port, leading to bogus reports of startup failure.

- Use -fwrapv to defend against possible misoptimization in recent gcc versions (Tom)

This is known to be necessary when building PostgreSQL™ with gcc 4.3 or later.

- Correctly enforce statement\_timeout values longer than INT\_MAX microseconds (about 35 minutes) (Tom)

This bug affects only builds with --enable-integer-datetime.

- Fix « unexpected PARAM\_SUBLINK ID » planner error when constant-folding simplifies a sub-select (Tom)
- Fix logical errors in constraint-exclusion handling of IS NULL and NOT expressions (Tom)

The planner would sometimes exclude partitions that should not have been excluded because of the possibility of NULL results.
- Fix another cause of « failed to build any N-way joins » planner errors (Tom)

This could happen in cases where a clauseless join needed to be forced before a join clause could be exploited.
- Fix incorrect constant propagation in outer-join planning (Tom)

The planner could sometimes incorrectly conclude that a variable could be constrained to be equal to a constant, leading to wrong query results.
- Fix display of constant expressions in ORDER BY and GROUP BY (Tom)

An explicitly casted constant would be shown incorrectly. This could for example lead to corruption of a view definition during dump and reload.
- Fix libpq to handle NOTICE messages correctly during COPY OUT (Tom)

This failure has only been observed to occur when a user-defined datatype's output routine issues a NOTICE, but there is no guarantee it couldn't happen due to other causes.

## E.189. Release 8.2.6

**Release date:** 2008-01-07

This release contains a variety of fixes from 8.2.5, including fixes for significant security issues. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.189.1. Migration to Version 8.2.6

A dump/restore is not required for those running 8.2.X.

### E.189.2. Changes

- Prevent functions in indexes from executing with the privileges of the user running VACUUM, ANALYZE, etc (Tom)

Functions used in index expressions and partial-index predicates are evaluated whenever a new table entry is made. It has long been understood that this poses a risk of trojan-horse code execution if one modifies a table owned by an untrustworthy user. (Note that triggers, defaults, check constraints, etc. pose the same type of risk.) But functions in indexes pose extra danger because they will be executed by routine maintenance operations such as VACUUM FULL, which are commonly performed automatically under a superuser account. For example, a nefarious user can execute code with superuser privileges by setting up a trojan-horse index definition and waiting for the next routine vacuum. The fix arranges for standard maintenance operations (including VACUUM, ANALYZE, REINDEX, and CLUSTER) to execute as the table owner rather than the calling user, using the same privilege-switching mechanism already used for SECURITY DEFINER functions. To prevent bypassing this security measure, execution of SET SESSION AUTHORIZATION and SET ROLE is now forbidden within a SECURITY DEFINER context. (CVE-2007-6600)
- Repair assorted bugs in the regular-expression package (Tom, Will Drewry)

Suitably crafted regular-expression patterns could cause crashes, infinite or near-infinite looping, and/or massive memory consumption, all of which pose denial-of-service hazards for applications that accept regex search patterns from untrustworthy sources. (CVE-2007-4769, CVE-2007-4772, CVE-2007-6067)
- Require non-superusers who use /contrib/dblink to use only password authentication, as a security measure (Joe)

The fix that appeared for this in 8.2.5 was incomplete, as it plugged the hole for only some dblink functions. (CVE-2007-6601, CVE-2007-3278)
- Fix bugs in WAL replay for GIN indexes (Teodor)
- Fix GIN index build to work properly when maintenance\_work\_mem is 4GB or more (Tom)
- Update time zone data files to tzdata release 2007k (in particular, recent Argentina changes) (Tom)
- Improve planner's handling of LIKE/regex estimation in non-C locales (Tom)

- Fix planning-speed problem for deep outer-join nests, as well as possible poor choice of join order (Tom)
- Fix planner failure in some cases of WHERE false AND var IN (SELECT ...) (Tom)
- Make **CREATE TABLE ... SERIAL** and **ALTER SEQUENCE ... OWNED BY** not change the currval() state of the sequence (Tom)
- Preserve the tablespace and storage parameters of indexes that are rebuilt by **ALTER TABLE ... ALTER COLUMN TYPE** (Tom)
- Make archive recovery always start a new WAL timeline, rather than only when a recovery stop time was used (Simon)  
This avoids a corner-case risk of trying to overwrite an existing archived copy of the last WAL segment, and seems simpler and cleaner than the original definition.
- Make **VACUUM** not use all of maintenance\_work\_mem when the table is too small for it to be useful (Alvaro)
- Fix potential crash in translate() when using a multibyte database encoding (Tom)
- Make corr() return the correct result for negative correlation values (Neil)
- Fix overflow in extract(epoch from interval) for intervals exceeding 68 years (Tom)
- Fix PL/Perl to not fail when a UTF-8 regular expression is used in a trusted function (Andrew)
- Fix PL/Perl to cope when platform's Perl defines type bool as int rather than char (Tom)  
While this could theoretically happen anywhere, no standard build of Perl did things this way ... until macOS™ 10.5.
- Fix PL/Python to work correctly with Python 2.5 on 64-bit machines (Marko Kreen)
- Fix PL/Python to not crash on long exception messages (Alvaro)
- Fix pg\_dump to correctly handle allance child tables that have default expressions different from their parent's (Tom)
- Fix libpq crash when PGPASSFILE refers to a file that is not a plain file (Martin Pitt)
- ecpg parser fixes (Michael)
- Make contrib/pgcrypto defend against OpenSSL libraries that fail on keys longer than 128 bits; which is the case at least on some Solaris versions (Marko Kreen)
- Make contrib/tablefunc's crosstab() handle NULL rowid as a category in its own right, rather than crashing (Joe)
- Fix tsvector and tsquery output routines to escape backslashes correctly (Teodor, Bruce)
- Fix crash of to\_tsvector() on huge input strings (Teodor)
- Require a specific version of Autoconf™ to be used when re-generating the **configure** script (Peter)  
This affects developers and packagers only. The change was made to prevent accidental use of untested combinations of Autoconf™ and PostgreSQL™ versions. You can remove the version check if you really want to use a different Autoconf™ version, but it's your responsibility whether the result works or not.
- Update gettimeofday configuration check so that PostgreSQL™ can be built on newer versions of MinGW™ (Magnus)

## E.190. Release 8.2.5

**Release date:** 2007-09-17

This release contains a variety of fixes from 8.2.4. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.190.1. Migration to Version 8.2.5

A dump/restore is not required for those running 8.2.X.

### E.190.2. Changes

- Prevent index corruption when a transaction inserts rows and then aborts close to the end of a concurrent **VACUUM** on the same table (Tom)
- Fix ALTER DOMAIN ADD CONSTRAINT for cases involving domains over domains (Tom)

- Make **CREATE DOMAIN ... DEFAULT NULL** work properly (Tom)
- Fix some planner problems with outer joins, notably poor size estimation for `t1 LEFT JOIN t2 WHERE t2.col IS NULL` (Tom)
- Allow the interval data type to accept input consisting only of milliseconds or microseconds (Neil)
- Allow timezone name to appear before the year in timestamp input (Tom)
- Fixes for GIN indexes used by `/contrib/tsearch2` (Teodor)
- Speed up rtree index insertion (Teodor)
- Fix excessive logging of SSL error messages (Tom)
- Fix logging so that log messages are never interleaved when using the syslogger process (Andrew)
- Fix crash when `log_min_error_statement` logging runs out of memory (Tom)
- Fix incorrect handling of some foreign-key corner cases (Tom)
- Fix `stddev_pop(numeric)` and `var_pop(numeric)` (Tom)
- Prevent **REINDEX** and **CLUSTER** from failing due to attempting to process temporary tables of other sessions (Alvaro)
- Update the time zone database rules, particularly New Zealand's upcoming changes (Tom)
- Windows socket and semaphore improvements (Magnus)
- Make `pg_ctl -w` work properly in Windows service mode (Dave Page)
- Fix memory allocation bug when using MIT Kerberos on Windows (Magnus)
- Suppress timezone name (%Z) in log timestamps on Windows because of possible encoding mismatches (Tom)
- Require non-superusers who use `/contrib/dblink` to use only password authentication, as a security measure (Joe)
- Restrict `/contrib/pgstattuple` functions to superusers, for security reasons (Tom)
- Do not let `/contrib/intarray` try to make its GIN opclass the default (this caused problems at dump/restore) (Tom)

## E.191. Release 8.2.4

**Release date:** 2007-04-23

This release contains a variety of fixes from 8.2.3, including a security fix. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.191.1. Migration to Version 8.2.4

A dump/restore is not required for those running 8.2.X.

### E.191.2. Changes

- Support explicit placement of the temporary-table schema within `search_path`, and disable searching it for functions and operators (Tom)

This is needed to allow a security-definer function to set a truly secure value of `search_path`. Without it, an unprivileged SQL user can use temporary objects to execute code with the privileges of the security-definer function (CVE-2007-2138). See **CREATE FUNCTION** for more information.

- Fix `shared_preload_libraries` for Windows by forcing reload in each backend (Korry Douglas)
- Fix `to_char()` so it properly upper/lower cases localized day or month names (Pavel Stehule)
- `/contrib/tsearch2` crash fixes (Teodor)
- Require **COMMIT PREPARED** to be executed in the same database as the transaction was prepared in (Heikki)
- Allow `pg_dump` to do binary backups larger than two gigabytes on Windows (Magnus)
- New traditional (Taiwan) Chinese FAQ (Zhou Daojing)
- Prevent the statistics collector from writing to disk too frequently (Tom)

- Fix potential-data-corruption bug in how **VACUUM FULL** handles **UPDATE** chains (Tom, Pavan Deolasee)
- Fix bug in domains that use array types (Tom)
- Fix **pg\_dump** so it can dump a serial column's sequence using **-t** when not also dumping the owning table (Tom)
- Planner fixes, including improving outer join and bitmap scan selection logic (Tom)
- Fix possible wrong answers or crash when a PL/pgSQL function tries to RETURN from within an EXCEPTION block (Tom)
- Fix PANIC during enlargement of a hash index (Tom)
- Fix POSIX-style timezone specs to follow new USA DST rules (Tom)

## E.192. Release 8.2.3

**Release date:** 2007-02-07

This release contains two fixes from 8.2.2. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.192.1. Migration to Version 8.2.3

A dump/restore is not required for those running 8.2.X.

### E.192.2. Changes

- Remove overly-restrictive check for type length in constraints and functional indexes (Tom)
- Fix optimization so MIN/MAX in subqueries can again use indexes (Tom)

## E.193. Release 8.2.2

**Release date:** 2007-02-05

This release contains a variety of fixes from 8.2.1, including a security fix. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.193.1. Migration to Version 8.2.2

A dump/restore is not required for those running 8.2.X.

### E.193.2. Changes

- Remove security vulnerabilities that allowed connected users to read backend memory (Tom)

The vulnerabilities involve suppressing the normal check that a SQL function returns the data type it's declared to, and changing the data type of a table column (CVE-2007-0555, CVE-2007-0556). These errors can easily be exploited to cause a backend crash, and in principle might be used to read database content that the user should not be able to access.

- Fix not-so-rare-anymore bug wherein btree index page splits could fail due to choosing an infeasible split point (Heikki Linna-kangas)
- Fix Borland C compile scripts (L Bayuk)
- Properly handle `to_char('CC')` for years ending in 00 (Tom)  
Year 2000 is in the twentieth century, not the twenty-first.
- `/contrib/tsearch2` localization improvements (Tatsuo, Teodor)
- Fix incorrect permission check in `information_schema.key_column_usage` view (Tom)  
The symptom is « relation with OID nnnnn does not exist » errors. To get this fix without using `initdb`, use **CREATE OR REPLACE VIEW** to install the corrected definition found in `share/information_schema.sql`. Note you will need to do this in each database.
- Improve **VACUUM** performance for databases with many tables (Tom)

- Fix for rare Assert() crash triggered by UNION (Tom)
- Fix potentially incorrect results from index searches using ROW inequality conditions (Tom)
- Tighten security of multi-byte character processing for UTF8 sequences over three bytes long (Tom)
- Fix bogus « permission denied » failures occurring on Windows due to attempts to fsync already-deleted files (Magnus, Tom)
- Fix bug that could cause the statistics collector to hang on Windows (Magnus)  
This would in turn lead to autovacuum not working.
- Fix possible crashes when an already-in-use PL/pgSQL function is updated (Tom)
- Improve PL/pgSQL handling of domain types (Sergiy Vyshnevetskiy, Tom)
- Fix possible errors in processing PL/pgSQL exception blocks (Tom)

## E.194. Release 8.2.1

**Release date:** 2007-01-08

This release contains a variety of fixes from 8.2. For information about new features in the 8.2 major release, see Section E.195, « Release 8.2 ».

### E.194.1. Migration to Version 8.2.1

A dump/restore is not required for those running 8.2.

### E.194.2. Changes

- Fix crash with SELECT ... LIMIT ALL (also LIMIT NULL) (Tom)
- Several /contrib/tsearch2 fixes (Teodor)
- On Windows, make log messages coming from the operating system use ASCII encoding (Hiroshi Saito)  
This fixes a conversion problem when there is a mismatch between the encoding of the operating system and database server.
- Fix Windows linking of pg\_dump using win32.mak (Hiroshi Saito)
- Fix planner mistakes for outer join queries (Tom)
- Fix several problems in queries involving sub-SELECTs (Tom)
- Fix potential crash in SPI during subtransaction abort (Tom)  
This affects all PL functions since they all use SPI.
- Improve build speed of PDF documentation (Peter)
- Re-add JST (Japan) timezone abbreviation (Tom)
- Improve optimization decisions related to index scans (Tom)
- Have psql print multi-byte combining characters as before, rather than output as \u (Tom)
- Improve index usage of regular expressions that use parentheses (Tom)  
This improves psql \d performance also.
- Make pg\_dumpall assume that databases have public CONNECT privilege, when dumping from a pre-8.2 server (Tom)  
This preserves the previous behavior that anyone can connect to a database if allowed by pg\_hba.conf.

## E.195. Release 8.2

**Release date:** 2006-12-05

### E.195.1. Overview

This release adds many functionality and performance improvements that were requested by users, including:

- Query language enhancements including **INSERT/UPDATE/DELETE RETURNING**, multirow VALUES lists, and optional target-table alias in **UPDATE/DELETE**
- Index creation without blocking concurrent **INSERT/UPDATE/DELETE** operations
- Many query optimization improvements, including support for reordering outer joins
- Improved sorting performance with lower memory usage
- More efficient locking with better concurrency
- More efficient vacuuming
- Easier administration of warm standby servers
- New FILLFACTOR support for tables and indexes
- Monitoring, logging, and performance tuning additions
- More control over creating and dropping objects
- Table alliance relationships can be defined for and removed from pre-existing tables
- **COPY TO** can copy the output of an arbitrary **SELECT** statement
- Array improvements, including nulls in arrays
- Aggregate-function improvements, including multiple-input aggregates and SQL:2003 statistical functions
- Many contrib/ improvements

## E.195.2. Migration to Version 8.2

A dump/restore using pg\_dump is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Observe the following incompatibilities:

- Set escape\_string\_warning to on by default (Bruce)

This issues a warning if backslash escapes are used in non-escape (non-E ' ') strings.

- Change the row constructor syntax (ROW( . . . )) so that list elements foo.\* will be expanded to a list of their member fields, rather than creating a nested row type field as formerly (Tom)

The new behavior is substantially more useful since it allows, for example, triggers to check for data changes with IF row(new.\*) IS DISTINCT FROM row(old.\*). The old behavior is still available by omitting .\*.

- Make row comparisons follow SQL standard semantics and allow them to be used in index scans (Tom)

Previously, row = and <> comparisons followed the standard but <=> did not. A row comparison can now be used as an index constraint for a multicolumn index matching the row value.

- Make row IS [NOT] NULL tests follow SQL standard semantics (Tom)

The former behavior conformed to the standard for simple cases with IS NULL, but IS NOT NULL would return true if any row field was non-null, whereas the standard says it should return true only when all fields are non-null.

- Make **SET CONSTRAINT** affect only one constraint (Kris Jurka)

In previous releases, **SET CONSTRAINT** modified all constraints with a matching name. In this release, the schema search path is used to modify only the first matching constraint. A schema specification is also supported. This more nearly conforms to the SQL standard.

- Remove RULE permission for tables, for security reasons (Tom)

As of this release, only a table's owner can create or modify rules for the table. For backwards compatibility, **GRANT/REVOKE RULE** is still accepted, but it does nothing.

- Array comparison improvements (Tom)

Now array dimensions are also compared.

- Change array concatenation to match documented behavior (Tom)

This changes the previous behavior where concatenation would modify the array lower bound.

- Make command-line options of postmaster and postgres identical (Peter)

This allows the postmaster to pass arguments to each backend without using `-o`. Note that some options are now only available as long-form options, because there were conflicting single-letter options.

- Deprecate use of postmaster symbolic link (Peter)

postmaster and postgres commands now act identically, with the behavior determined by command-line options. The postmaster symbolic link is kept for compatibility, but is not really needed.

- Change `log_duration` to output even if the query is not output (Tom)

In prior releases, `log_duration` only printed if the query appeared earlier in the log.

- Make `to_char(time)` and `to_char(interval)` treat `HH` and `HH12` as 12-hour intervals

Most applications should use `HH24` unless they want a 12-hour display.

- Zero unmasked bits in conversion from INET to CIDR (Tom)

This ensures that the converted value is actually valid for CIDR.

- Remove `australian_timezones` configuration variable (Joachim Wieland)

This variable has been superseded by a more general facility for configuring timezone abbreviations.

- Improve cost estimation for nested-loop index scans (Tom)

This might eliminate the need to set unrealistically small values of `random_page_cost`. If you have been using a very small `random_page_cost`, please recheck your test cases.

- Change behavior of `pg_dump -n` and `-t` options. (Greg Sabino Mullane)

See the `pg_dump` manual page for details.

- Change libpq `PQdsplen()` to return a useful value (Martijn van Oosterhout)

- Declare libpq `PQgetssl()` as returning `void *`, rather than `SSL *` (Martijn van Oosterhout)

This allows applications to use the function without including the OpenSSL headers.

- C-language loadable modules must now include a `PG_MODULE_MAGIC` macro call for version compatibility checking (Martijn van Oosterhout)

- For security's sake, modules used by a PL/PerlU function are no longer available to PL/Perl functions (Andrew)



### Note

This also implies that data can no longer be shared between a PL/Perl function and a PL/PerlU function. Some Perl installations have not been compiled with the correct flags to allow multiple interpreters to exist within a single process. In this situation PL/Perl and PL/PerlU cannot both be used in a single backend. The solution is to get a Perl installation which supports multiple interpreters.

- In `contrib/xml2/`, rename `xml_valid()` to `xml_is_well_formed()` (Tom)

`xml_valid()` will remain for backward compatibility, but its behavior will change to do schema checking in a future release.

- Remove `contrib/ora2pg/`, now at <http://www.samse.fr/gpl/ora2pg>

- Remove contrib modules that have been migrated to PgFoundry: `adddepend`, `dbase`, `dbmirror`, `fulltextindex`, `mac`, `userlock`

- Remove abandoned contrib modules: `mSQL-interface`, `tips`

- Remove QNX and BEOS ports (Bruce)

These ports no longer had active maintainers.

## E.195.3. Changes

Below you will find a detailed account of the changes between PostgreSQL™ 8.2 and the previous major release.

### E.195.3.1. Performance Improvements

- Allow the planner to reorder outer joins in some circumstances (Tom)

In previous releases, outer joins would always be evaluated in the order written in the query. This change allows the query optimizer to consider reordering outer joins, in cases where it can determine that the join order can be changed without altering the meaning of the query. This can make a considerable performance difference for queries involving multiple outer joins or mixed inner and outer joins.

- Improve efficiency of `IN` (list-of-expressions) clauses (Tom)
- Improve sorting speed and reduce memory usage (Simon, Tom)
- Improve subtransaction performance (Alvaro, Itagaki Takahiro, Tom)
- Add `FILLFACTOR` to table and index creation (ITAGAKI Takahiro)

This leaves extra free space in each table or index page, allowing improved performance as the database grows. This is particularly valuable to maintain clustering.

- Increase default values for `shared_buffers` and `max_fsm_pages` (Andrew)
- Improve locking performance by breaking the lock manager tables into sections (Tom)

This allows locking to be more fine-grained, reducing contention.

- Reduce locking requirements of sequential scans (Qingqing Zhou)
- Reduce locking required for database creation and destruction (Tom)
- Improve the optimizer's selectivity estimates for `LIKE`, `ILIKE`, and regular expression operations (Tom)
- Improve planning of joins to inherited tables and `UNION ALL` views (Tom)
- Allow constraint exclusion to be applied to inherited `UPDATE` and `DELETE` queries (Tom)

`SELECT` already honored constraint exclusion.

- Improve planning of constant `WHERE` clauses, such as a condition that depends only on variables alled from an outer query level (Tom)
- Protocol-level unnamed prepared statements are re-planned for each set of `BIND` values (Tom)

This improves performance because the exact parameter values can be used in the plan.

- Speed up vacuuming of B-Tree indexes (Heikki Linnakangas, Tom)
- Avoid extra scan of tables without indexes during `VACUUM` (Greg Stark)
- Improve multicolumn GiST indexing (Oleg, Teodor)
- Remove dead index entries before B-Tree page split (Junji Teramoto)

### E.195.3.2. Server Changes

- Allow a forced switch to a new transaction log file (Simon, Tom)

This is valuable for keeping warm standby slave servers in sync with the master. Transaction log file switching now also happens automatically during `pg_stop_backup()`. This ensures that all transaction log files needed for recovery can be archived immediately.

- Add WAL informational functions (Simon)

Add functions for interrogating the current transaction log insertion point and determining WAL filenames from the hex WAL locations displayed by `pg_stop_backup()` and related functions.

- Improve recovery from a crash during WAL replay (Simon)

The server now does periodic checkpoints during WAL recovery, so if there is a crash, future WAL recovery is shortened. This also eliminates the need for warm standby servers to replay the entire log since the base backup if they crash.

- Improve reliability of long-term WAL replay (Heikki, Simon, Tom)

Formerly, trying to roll forward through more than 2 billion transactions would not work due to XID wraparound. This meant

warm standby servers had to be reloaded from fresh base backups periodically.

- Add `archive_timeout` to force transaction log file switches at a given interval (Simon)

This enforces a maximum replication delay for warm standby servers.

- Add native LDAP authentication (Magnus Hagander)

This is particularly useful for platforms that do not support PAM, such as Windows.

- Add `GRANT CONNECT ON DATABASE` (Gevik Babakhani)

This gives SQL-level control over database access. It works as an additional filter on top of the existing `pg_hba.conf` controls.

- Add support for SSL Certificate Revocation List (CRL) files (Libor Hohoš)

The server and libpq both recognize CRL files now.

- GiST indexes are now clusterable (Teodor)

- Remove routine autovacuum server log entries (Bruce)

`pg_stat_activity` now shows autovacuum activity.

- Track maximum XID age within individual tables, instead of whole databases (Alvaro)

This reduces the overhead involved in preventing transaction ID wraparound, by avoiding unnecessary VACUUMs.

- Add last vacuum and analyze timestamp columns to the stats collector (Larry Rosenman)

These values now appear in the `pg_stat_*_tables` system views.

- Improve performance of statistics monitoring, especially `stats_command_string` (Tom, Bruce)

This release enables `stats_command_string` by default, now that its overhead is minimal. This means `pg_stat_activity` will now show all active queries by default.

- Add a `waiting` column to `pg_stat_activity` (Tom)

This allows `pg_stat_activity` to show all the information included in the ps display.

- Add configuration parameter `update_process_title` to control whether the ps display is updated for every command (Bruce)

On platforms where it is expensive to update the ps display, it might be worthwhile to turn this off and rely solely on `pg_stat_activity` for status information.

- Allow units to be specified in configuration settings (Peter)

For example, you can now set `shared_buffers` to 32MB rather than mentally converting sizes.

- Add support for include directives in `postgresql.conf` (Joachim Wieland)

- Improve logging of protocol-level prepare/bind/execute messages (Bruce, Tom)

Such logging now shows statement names, bind parameter values, and the text of the query being executed. Also, the query text is properly included in logged error messages when enabled by `log_min_error_statement`.

- Prevent `max_stack_depth` from being set to unsafe values

On platforms where we can determine the actual kernel stack depth limit (which is most), make sure that the initial default value of `max_stack_depth` is safe, and reject attempts to set it to unsafely large values.

- Enable highlighting of error location in query in more cases (Tom)

The server is now able to report a specific error location for some semantic errors (such as unrecognized column name), rather than just for basic syntax errors as before.

- Fix « failed to re-find parent key » errors in **VACUUM** (Tom)

- Clean out `pg_internal.init` cache files during server restart (Simon)

This avoids a hazard that the cache files might contain stale data after PITR recovery.

- Fix race condition for truncation of a large relation across a gigabyte boundary by **VACUUM** (Tom)

- Fix bug causing needless deadlock errors on row-level locks (Tom)

- Fix bugs affecting multi-gigabyte hash indexes (Tom)
- Each backend process is now its own process group leader (Tom)

This allows query cancel to abort subprocesses invoked from a backend or archive/recovery process.

### E.195.3.3. Query Changes

- Add **INSERT/UPDATE/DELETE RETURNING** (Jonah Harris, Tom)

This allows these commands to return values, such as the computed serial key for a new row. In the **UPDATE** case, values from the updated version of the row are returned.

- Add support for multiple-row VALUES clauses, per SQL standard (Joe, Tom)

This allows **INSERT** to insert multiple rows of constants, or queries to generate result sets using constants. For example, `INSERT ... VALUES (...), (...), ...`, and `SELECT * FROM (VALUES (...), (...), ...) AS alias(f1, ...)`.

- Allow **UPDATE** and **DELETE** to use an alias for the target table (Atsushi Ogawa)

The SQL standard does not permit an alias in these commands, but many database systems allow one anyway for notational convenience.

- Allow **UPDATE** to set multiple columns with a list of values (Susanne Ebrecht)

This is basically a short-hand for assigning the columns and values in pairs. The syntax is `UPDATE tab SET (column, ...) = (val, ...)`.

- Make row comparisons work per standard (Tom)

The forms `<, <=, >, >=` now compare rows lexicographically, that is, compare the first elements, if equal compare the second elements, and so on. Formerly they expanded to an AND condition across all the elements, which was neither standard nor very useful.

- Add CASCADE option to **TRUNCATE** (Joachim Wieland)

This causes **TRUNCATE** to automatically include all tables that reference the specified table(s) via foreign keys. While convenient, this is a dangerous tool -- use with caution!

- Support FOR UPDATE and FOR SHARE in the same SELECT command (Tom)

- Add IS NOT DISTINCT FROM (Pavel Stehule)

This operator is similar to equality (`=`), but evaluates to true when both left and right operands are `NULL`, and to false when just one is, rather than yielding `NULL` in these cases.

- Improve the length output used by UNION/INTERSECT/EXCEPT (Tom)

When all corresponding columns are of the same defined length, that length is used for the result, rather than a generic length.

- Allow ILIKE to work for multi-byte encodings (Tom)

Internally, `ILIKE` now calls `lower()` and then uses `LIKE`. Locale-specific regular expression patterns still do not work in these encodings.

- Enable `standard_conforming_strings` to be turned on (Kevin Grittner)

This allows backslash escaping in strings to be disabled, making PostgreSQL™ more standards-compliant. The default is `off` for backwards compatibility, but future releases will default this to `on`.

- Do not flatten subqueries that contain `volatile` functions in their target lists (Jaime Casanova)

This prevents surprising behavior due to multiple evaluation of a `volatile` function (such as `random()` or `nextval()`). It might cause performance degradation in the presence of functions that are unnecessarily marked as `volatile`.

- Add system views `pg_prepared_statements` and `pg_cursors` to show prepared statements and open cursors (Joachim Wieland, Neil)

These are very useful in pooled connection setups.

- Support portal parameters in **EXPLAIN** and **EXECUTE** (Tom)

This allows, for example, JDBC ? parameters to work in these commands.

- If SQL-level **PREPARE** parameters are unspecified, infer their types from the content of the query (Neil)  
Protocol-level **PREPARE** already did this.
- Allow **LIMIT** and **OFFSET** to exceed two billion (Dhanaraj M)

#### E.195.3.4. Object Manipulation Changes

- Add **TABLESPACE** clause to **CREATE TABLE AS** (Neil)

This allows a tablespace to be specified for the new table.

- Add **ON COMMIT** clause to **CREATE TABLE AS** (Neil)

This allows temporary tables to be truncated or dropped on transaction commit. The default behavior is for the table to remain until the session ends.

- Add **INCLUDING CONSTRAINTS** to **CREATE TABLE LIKE** (Greg Stark)

This allows easy copying of **CHECK** constraints to a new table.

- Allow the creation of placeholder (shell) types (Martijn van Oosterhout)

A shell type declaration creates a type name, without specifying any of the details of the type. Making a shell type is useful because it allows cleaner declaration of the type's input/output functions, which must exist before the type can be defined « for real ». The syntax is **CREATE TYPE *typename***.

- Aggregate functions now support multiple input parameters (Sergey Koposov, Tom)

- Add new aggregate creation syntax (Tom)

The new syntax is **CREATE AGGREGATE *aggname* (*input\_type*) (*parameter\_list*)**. This more naturally supports the new multi-parameter aggregate functionality. The previous syntax is still supported.

- Add **ALTER ROLE PASSWORD NULL** to remove a previously set role password (Peter)

- Add **DROP** object **IF EXISTS** for many object types (Andrew)

This allows **DROP** operations on non-existent objects without generating an error.

- Add **DROP OWNED** to drop all objects owned by a role (Alvaro)

- Add **REASSIGN OWNED** to reassign ownership of all objects owned by a role (Alvaro)

This, and **DROP OWNED** above, facilitate dropping roles.

- Add **GRANT ON SEQUENCE** syntax (Bruce)

This was added for setting sequence-specific permissions. **GRANT ON TABLE** for sequences is still supported for backward compatibility.

- Add **USAGE** permission for sequences that allows only **currval()** and **nextval()**, not **setval()** (Bruce)

**USAGE** permission allows more fine-grained control over sequence access. Granting **USAGE** allows users to increment a sequence, but prevents them from setting the sequence to an arbitrary value using **setval()**.

- Add **ALTER TABLE [ NO ] INHERIT** (Greg Stark)

This allows alliance to be adjusted dynamically, rather than just at table creation and destruction. This is very valuable when using alliance to implement table partitioning.

- Allow comments on global objects to be stored globally (Kris Jurka)

Previously, comments attached to databases were stored in individual databases, making them ineffective, and there was no provision at all for comments on roles or tablespaces. This change adds a new shared catalog **pg\_shdescription** and stores comments on databases, roles, and tablespaces therein.

#### E.195.3.5. Utility Command Changes

- Add option to allow indexes to be created without blocking concurrent writes to the table (Greg Stark, Tom)

The new syntax is **CREATE INDEX CONCURRENTLY**. The default behavior is still to block table modification while an index is being created.

- Provide advisory locking functionality (Abhijit Menon-Sen, Tom)

This is a new locking API designed to replace what used to be in /contrib/userlock. The userlock code is now on pgfoundry.

- Allow **COPY** to dump a **SELECT** query (Zoltan Boszormenyi, Karel Zak)

This allows **COPY** to dump arbitrary SQL queries. The syntax is **COPY ( SELECT . . . ) TO**.

- Make the **COPY** command return a command tag that includes the number of rows copied (Volkan YAZICI)

- Allow **VACUUM** to expire rows without being affected by other concurrent **VACUUM** operations (Hannu Krossing, Alvaro, Tom)

- Make initdb detect the operating system locale and set the default **DateStyle** accordingly (Peter)

This makes it more likely that the installed `postgresql.conf` **DateStyle** value will be as desired.

- Reduce number of progress messages displayed by initdb (Tom)

### E.195.3.6. Date/Time Changes

- Allow full timezone names in timestamp input values (Joachim Wieland)

For example, '`2006-05-24 21:11 America/New_York`' :: `timestamptz`.

- Support configurable timezone abbreviations (Joachim Wieland)

A desired set of timezone abbreviations can be chosen via the configuration parameter `timezone_abbreviations`.

- Add `pg_timezone_abrevs` and `pg_timezone_names` views to show supported timezones (Magnus Hagander)

- Add `clock_timestamp()`, `statement_timestamp()`, and `transaction_timestamp()` (Bruce)

`clock_timestamp()` is the current wall-clock time, `statement_timestamp()` is the time the current statement arrived at the server, and `transaction_timestamp()` is an alias for `now()`.

- Allow `to_char()` to print localized month and day names (Euler Taveira de Oliveira)

- Allow `to_char(time)` and `to_char(interval)` to output AM/PM specifications (Bruce)

Intervals and times are treated as 24-hour periods, e.g. 25 hours is considered AM.

- Add new function `justify_interval()` to adjust interval units (Mark Dilger)

- Allow timezone offsets up to 14:59 away from GMT

Kiribati uses GMT+14, so we'd better accept that.

- Interval computation improvements (Michael Glaesemann, Bruce)

### E.195.3.7. Other Data Type and Function Changes

- Allow arrays to contain NULL elements (Tom)

- Allow assignment to array elements not contiguous with the existing entries (Tom)

The intervening array positions will be filled with nulls. This is per SQL standard.

- New built-in operators for array-subset comparisons (@>, <@, &&) (Teodor, Tom)

These operators can be indexed for many data types using GiST or GIN indexes.

- Add convenient arithmetic operations on INET/CIDR values (Stephen R. van den Berg)

The new operators are & (and), | (or), ~ (not), `inet + int8`, `inet - int8`, and `inet - inet`.

- Add new aggregate functions from SQL:2003 (Neil)

The new functions are `var_pop()`, `var_samp()`, `stddev_pop()`, and `stddev_samp()`. `var_samp()` and `stddev_samp()` are merely renamings of the existing aggregates `variance()` and `stddev()`. The latter names remain available for backward compatibility.

- Add SQL:2003 statistical aggregates (Sergey Koposov)

New functions: `regr_intercept()`, `regr_slope()`, `regr_r2()`, `corr()`, `covar_samp()`, `covar_pop()`, `re-`

`gr_avgx()`, `regr_avgx()`, `regr_sxy()`, `regr_sxx()`, `regr_syy()`, `regr_count()`.

- Allow domains to be based on other domains (Tom)
- Properly enforce domain CHECK constraints everywhere (Neil, Tom)

For example, the result of a user-defined function that is declared to return a domain type is now checked against the domain's constraints. This closes a significant hole in the domain implementation.

- Fix problems with dumping renamed SERIAL columns (Tom)

The fix is to dump a SERIAL column by explicitly specifying its DEFAULT and sequence elements, and reconstructing the SERIAL column on reload using a new **ALTER SEQUENCE OWNED BY** command. This also allows dropping a SERIAL column specification.

- Add a server-side sleep function `pg_sleep()` (Joachim Wieland)
- Add all comparison operators for the tid (tuple id) data type (Mark Kirkwood, Greg Stark, Tom)

### E.195.3.8. PL/pgSQL Server-Side Language Changes

- Add `TG_table_name` and `TG_table_schema` to trigger parameters (Andrew)  
`TG_relname` is now deprecated. Comparable changes have been made in the trigger parameters for the other PLs as well.
- Allow `FOR` statements to return values to scalars as well as records and row types (Pavel Stehule)
- Add a `BY` clause to the `FOR` loop, to control the iteration increment (Jaime Casanova)
- Add `STRICT` to **SELECT INTO** (Matt Miller)

`STRICT` mode throws an exception if more or less than one row is returned by the **SELECT**, for Oracle PL/SQL™ compatibility.

### E.195.3.9. PL/Perl Server-Side Language Changes

- Add `table_name` and `table_schema` to trigger parameters (Adam Sjøgren)
- Add prepared queries (Dmitry Karasik)
- Make `$_TD` trigger data a global variable (Andrew)  
Previously, it was lexical, which caused unexpected sharing violations.
- Run PL/Perl and PL/PerlU in separate interpreters, for security reasons (Andrew)

In consequence, they can no longer share data nor loaded modules. Also, if Perl has not been compiled with the requisite flags to allow multiple interpreters, only one of these languages can be used in any given backend process.

### E.195.3.10. PL/Python Server-Side Language Changes

- Named parameters are passed as ordinary variables, as well as in the `args[ ]` array (Sven Suursoho)
- Add `table_name` and `table_schema` to trigger parameters (Andrew)
- Allow returning of composite types and result sets (Sven Suursoho)
- Return result-set as `list`, `iterator`, or `generator` (Sven Suursoho)
- Allow functions to return `void` (Neil)
- Python 2.5 is now supported (Tom)

### E.195.3.11. psql Changes

- Add new command `\password` for changing role password with client-side password encryption (Peter)
- Allow `\c` to connect to a new host and port number (David, Volkan YAZICI)
- Add tablespace display to `\l+` (Philip Yarra)

- Improve \df slash command to include the argument names and modes (OUT or INOUT) of the function (David Fetter)
- Support binary **COPY** (Andreas Pflug)
- Add option to run the entire session in a single transaction (Simon)  
Use option -1 or --single-transaction.
- Support for automatically retrieving **SELECT** results in batches using a cursor (Chris Mair)  
This is enabled using `\set FETCH_COUNT n`. This feature allows large result sets to be retrieved in psql without attempting to buffer the entire result set in memory.
- Make multi-line values align in the proper column (Martijn van Oosterhout)  
Field values containing newlines are now displayed in a more readable fashion.
- Save multi-line statements as a single entry, rather than one line at a time (Sergey E. Koposov)  
This makes up-arrow recall of queries easier. (This is not available on Windows, because that platform uses the native command-line editing present in the operating system.)
- Make the line counter 64-bit so it can handle files with more than two billion lines (David Fetter)
- Report both the returned data and the command status tag for **INSERT/UPDATE/DELETE RETURNING** (Tom)

### E.195.3.12. pg\_dump Changes

- Allow complex selection of objects to be included or excluded by pg\_dump (Greg Sabino Mullane)  
pg\_dump now supports multiple -n (schema) and -t (table) options, and adds -N and -T options to exclude objects. Also, the arguments of these switches can now be wild-card expressions rather than single object names, for example -t 'foo\*', and a schema can be part of a -t or -T switch, for example -t schema1.table1.
- Add pg\_restore --no-data-for-failed-tables option to suppress loading data if table creation failed (i.e., the table already exists) (Martin Pitt)
- Add pg\_restore option to run the entire session in a single transaction (Simon)  
Use option -1 or --single-transaction.

### E.195.3.13. libpq Changes

- Add `PQencryptPassword()` to encrypt passwords (Tom)  
This allows passwords to be sent pre-encrypted for commands like **ALTER ROLE ... PASSWORD**.
- Add function `PQisthreadsafe()` (Bruce)  
This allows applications to query the thread-safety status of the library.
- Add `PQdescribePrepared()`, `PQdescribePortal()`, and related functions to return information about previously prepared statements and open cursors (Volkan YAZICI)
- Allow LDAP lookups from `pg_service.conf` (Laurenz Albe)
- Allow a hostname in `~/.pgpass` to match the default socket directory (Bruce)  
A blank hostname continues to match any Unix-socket connection, but this addition allows entries that are specific to one of several postmasters on the machine.

### E.195.3.14. ecpg Changes

- Allow **SHOW** to put its result into a variable (Joachim Wieland)
- Add **COPY TO STDOUT** (Joachim Wieland)
- Add regression tests (Joachim Wieland, Michael)
- Major source code cleanups (Joachim Wieland, Michael)

### E.195.3.15. Windows Port

- Allow MSVC to compile the PostgreSQL™ server (Magnus, Hiroshi Saito)
- Add MSVC support for utility commands and pg\_dump (Hiroshi Saito)
- Add support for Windows code pages 1253, 1254, 1255, and 1257 (Kris Jurka)
- Drop privileges on startup, so that the server can be started from an administrative account (Magnus)
- Stability fixes (Qingqing Zhou, Magnus)
- Add native semaphore implementation (Qingqing Zhou)

The previous code mimicked SysV semaphores.

### E.195.3.16. Source Code Changes

- Add GIN (Generalized Inverted iNdex) index access method (Teodor, Oleg)
- Remove R-tree indexing (Tom)  
Rtree has been re-implemented using GiST. Among other differences, this means that rtree indexes now have support for crash recovery via write-ahead logging (WAL).
- Reduce libraries needlessly linked into the backend (Martijn van Oosterhout, Tom)
- Add a configure flag to allow libedit to be preferred over GNU readline (Bruce)  
Use configure --with-libedit-preferred.
- Allow installation into directories containing spaces (Peter)
- Improve ability to relocate installation directories (Tom)
- Add support for Solaris x86\_64™ using the Solaris™ compiler (Pierre Girard, Theo Schlossnagle, Bruce)
- Add DTrace support (Robert Lor)
- Add PG\_VERSION\_NUM for use by third-party applications wanting to test the backend version in C using > and < comparisons (Bruce)
- Add XLOG\_BLCKSZ as independent from BLCKSZ (Mark Wong)
- Add LWLOCK\_STATS define to report locking activity (Tom)
- Emit warnings for unknown configure options (Martijn van Oosterhout)
- Add server support for « plugin » libraries that can be used for add-on tasks such as debugging and performance measurement (Korry Douglas)

This consists of two features: a table of « rendezvous variables » that allows separately-loaded shared libraries to communicate, and a new configuration parameter local\_preload\_libraries that allows libraries to be loaded into specific sessions without explicit cooperation from the client application. This allows external add-ons to implement features such as a PL/pgSQL debugger.

- Rename existing configuration parameter preload\_libraries to shared\_preload\_libraries (Tom)  
This was done for clarity in comparison to local\_preload\_libraries.
- Add new configuration parameter server\_version\_num (Greg Sabino Mullane)  
This is like server\_version, but is an integer, e.g. 80200. This allows applications to make version checks more easily.
- Add a configuration parameter seq\_page\_cost (Tom)
- Re-implement the regression test script as a C program (Magnus, Tom)
- Allow loadable modules to allocate shared memory and lightweight locks (Marc Munro)
- Add automatic initialization and finalization of dynamically loaded libraries (Ralf Engelschall, Tom)

New functions \_PG\_init() and \_PG\_fini() are called if the library defines such symbols. Hence we no longer need to specify an initialization function in shared\_preload\_libraries; we can assume that the library used the \_PG\_init() convention instead.

- Add PG\_MODULE\_MAGIC header block to all shared object files (Martijn van Oosterhout)  
The magic block prevents version mismatches between loadable object files and servers.
- Add shared library support for AIX (Laurenz Albe)
- New XML documentation section (Bruce)

### E.195.3.17. Contrib Changes

- Major tsearch2 improvements (Oleg, Teodor)
  - multibyte encoding support, including UTF8
  - query rewriting support
  - improved ranking functions
  - thesaurus dictionary support
  - Ispell dictionaries now recognize MySpell format, used by OpenOffice
  - GIN support
- Add adminpack module containing Pgadmin administration functions (Dave)  
These functions provide additional file system access routines not present in the default PostgreSQL™ server.
- Add sslinfo module (Victor Wagner)  
Reports information about the current connection's SSL certificate.
- Add pgrowlocks module (Tatsuo)  
This shows row locking information for a specified table.
- Add hstore module (Oleg, Teodor)
- Add isn module, replacing isbn\_issn (Jeremy Kronuz)  
This new implementation supports EAN13, UPC, ISBN (books), ISMN (music), and ISSN (serials).
- Add index information functions to pgstattuple (ITAGAKI Takahiro, Satoshi Nagayasu)
- Add pg\_freespacemap module to display free space map information (Mark Kirkwood)
- pgcrypto now has all planned functionality (Marko Kreen)
  - Include iMath library in pgcrypto to have the public-key encryption functions always available.
  - Add SHA224 algorithm that was missing in OpenBSD code.
  - Activate builtin code for SHA224/256/384/512 hashes on older OpenSSL to have those algorithms always available.
  - New function gen\_random\_bytes() that returns cryptographically strong randomness. Useful for generating encryption keys.
  - Remove digest\_exists(), hmac\_exists() and cipher\_exists() functions.
- Improvements to cube module (Joshua Reich)  
New functions are cube(float[]), cube(float[], float[]), and cube\_subset(cube, int4[]).
- Add async query capability to dblink (Kai Londenberg, Joe Conway)
- New operators for array-subset comparisons (@>, <@, &&) (Tom)  
Various contrib packages already had these operators for their datatypes, but the naming wasn't consistent. We have now added consistently named array-subset comparison operators to the core code and all the contrib packages that have such functionality. (The old names remain available, but are deprecated.)
- Add uninstall scripts for all contrib packages that have install scripts (David, Josh Drake)

## E.196. Release 8.1.23

**Release date:** 2010-12-16

This release contains a variety of fixes from 8.1.22. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

This is expected to be the last PostgreSQL™ release in the 8.1.X series. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

### E.196.1. Migration to Version 8.1.23

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.18, see Section E.201, « Release 8.1.18 ».

### E.196.2. Changes

- Force the default `wal_sync_method` to be `fdatasync` on Linux (Tom Lane, Marti Raudsepp)  
The default on Linux has actually been `fdatasync` for many years, but recent kernel changes caused PostgreSQL™ to choose `open_datasync` instead. This choice did not result in any performance improvement, and caused outright failures on certain filesystems, notably `ext4` with the `data=journal` mount option.
- Fix recovery from base backup when the starting checkpoint WAL record is not in the same WAL segment as its redo point (Jeff Davis)  
The `IA64` architecture has two hardware stacks. Full prevention of stack-overrun failures requires checking both.
- Add support for detecting register-stack overrun on `IA64` (Tom Lane)  
Certain code paths could crash due to stack overflow given a sufficiently complex query.
- Fix detection of page splits in temporary GiST indexes (Heikki Linnakangas)  
It is possible to have a « concurrent » page split in a temporary index, if for example there is an open cursor scanning the index when an insertion is done. GiST failed to detect this case and hence could deliver wrong results when execution of the cursor continued.
- Avoid memory leakage while `ANALYZE`'ing complex index expressions (Tom Lane)
- Ensure an index that uses a whole-row Var still depends on its table (Tom Lane)  
An index declared like `create index i on t (foo(t.*))` would not automatically get dropped when its table was dropped.
- Do not « inline » a SQL function with multiple OUT parameters (Tom Lane)  
This avoids a possible crash due to loss of information about the expected result rowtype.
- Fix constant-folding of `COALESCE()` expressions (Tom Lane)  
The planner would sometimes attempt to evaluate sub-expressions that in fact could never be reached, possibly leading to unexpected errors.
- Add print functionality for `InhRelation` nodes (Tom Lane)  
This avoids a failure when `debug_print_parse` is enabled and certain types of query are executed.
- Fix incorrect calculation of distance from a point to a horizontal line segment (Tom Lane)  
This bug affected several different geometric distance-measurement operators.
- Fix PL/pgSQL's handling of « simple » expressions to not fail in recursion or error-recovery cases (Tom Lane)
- Fix bug in `contrib/cube`'s GiST picksplit algorithm (Alexander Korotkov)  
This could result in considerable inefficiency, though not actually incorrect answers, in a GiST index on a cube column. If you have such an index, consider `REINDEX` it after installing this update.
- Don't emit « identifier will be truncated » notices in `contrib/dblink` except when creating new connections (Itagaki Takahiro)

- Fix potential coredump on missing public key in contrib/pgcrypto (Marti Raudsepp)
- Fix memory leak in contrib/xml2's XPath query functions (Tom Lane)
- Update time zone data files to tzdata release 2010o for DST law changes in Fiji and Samoa; also historical corrections for Hong Kong.

## E.197. Release 8.1.22

**Release date:** 2010-10-04

This release contains a variety of fixes from 8.1.21. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 8.1.X release series in November 2010. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

### E.197.1. Migration to Version 8.1.22

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.18, see Section E.201, « Release 8.1.18 ».

### E.197.2. Changes

- Use a separate interpreter for each calling SQL userid in PL/Perl and PL/Tcl (Tom Lane)

This change prevents security problems that can be caused by subverting Perl or Tcl code that will be executed later in the same session under another SQL user identity (for example, within a SECURITY DEFINER function). Most scripting languages offer numerous ways that that might be done, such as redefining standard functions or operators called by the target function. Without this change, any SQL user with Perl or Tcl language usage rights can do essentially anything with the SQL privileges of the target function's owner.

The cost of this change is that intentional communication among Perl and Tcl functions becomes more difficult. To provide an escape hatch, PL/PerlU and PL/TclU functions continue to use only one interpreter per session. This is not considered a security issue since all such functions execute at the trust level of a database superuser already.

It is likely that third-party procedural languages that claim to offer trusted execution have similar security issues. We advise contacting the authors of any PL you are depending on for security-critical purposes.

Our thanks to Tim Bunce for pointing out this issue (CVE-2010-3433).

- Prevent possible crashes in pg\_get\_expr() by disallowing it from being called with an argument that is not one of the system catalog columns it's intended to be used with (Heikki Linnakangas, Tom Lane)
- Fix « cannot handle unplanned sub-select » error (Tom Lane)

This occurred when a sub-select contains a join alias reference that expands into an expression containing another sub-select.

- Prevent show\_session\_authorization() from crashing within autovacuum processes (Tom Lane)
- Defend against functions returning setof record where not all the returned rows are actually of the same rowtype (Tom Lane)
- Fix possible failure when hashing a pass-by-reference function result (Tao Ma, Tom Lane)
- Take care to fsync the contents of lockfiles (both postmaster.pid and the socket lockfile) while writing them (Tom Lane)

This omission could result in corrupted lockfile contents if the machine crashes shortly after postmaster start. That could in turn prevent subsequent attempts to start the postmaster from succeeding, until the lockfile is manually removed.

- Avoid recursion while assigning XIDs to heavily-nested subtransactions (Andres Freund, Robert Haas)  
The original coding could result in a crash if there was limited stack space.
- Fix log\_line\_prefix's %i escape, which could produce junk early in backend startup (Tom Lane)
- Fix possible data corruption in **ALTER TABLE ... SET TABLESPACE** when archiving is enabled (Jeff Davis)
- Allow **CREATE DATABASE** and **ALTER DATABASE ... SET TABLESPACE** to be interrupted by query-cancel (Guillaume Lelarge)
- In PL/Python, defend against null pointer results from PyCObject\_AsVoidPtr and PyCObject\_FromVoidPtr (Peter

Eisentraut)

- Improve contrib/dblink's handling of tables containing dropped columns (Tom Lane)
- Fix connection leak after « duplicate connection name » errors in contrib/dblink (Itagaki Takahiro)
- Fix contrib/dblink to handle connection names longer than 62 bytes correctly (Itagaki Takahiro)
- Update build infrastructure and documentation to reflect the source code repository's move from CVS to Git (Magnus Hagander and others)
- Update time zone data files to tzdata release 2010l for DST law changes in Egypt and Palestine; also historical corrections for Finland.

This change also adds new names for two Micronesian timezones: Pacific/Chuuk is now preferred over Pacific/Truk (and the preferred abbreviation is CHUT not TRUT) and Pacific/Pohnpei is preferred over Pacific/Ponape.

## E.198. Release 8.1.21

**Release date:** 2010-05-17

This release contains a variety of fixes from 8.1.20. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.198.1. Migration to Version 8.1.21

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.18, see Section E.201, « Release 8.1.18 ».

### E.198.2. Changes

- Enforce restrictions in plperl using an opmask applied to the whole interpreter, instead of using Safe.pm (Tim Bunce, Andrew Dunstan)

Recent developments have convinced us that Safe.pm is too insecure to rely on for making plperl trustable. This change removes use of Safe.pm altogether, in favor of using a separate interpreter with an opcode mask that is always applied. Pleasant side effects of the change include that it is now possible to use Perl's strict pragma in a natural way in plperl, and that Perl's \$a and \$b variables work as expected in sort routines, and that function compilation is significantly faster. (CVE-2010-1169)

- Prevent PL/Tcl from executing untrustworthy code from pltcl\_modules (Tom)

PL/Tcl's feature for autoloading Tcl code from a database table could be exploited for trojan-horse attacks, because there was no restriction on who could create or insert into that table. This change disables the feature unless pltcl\_modules is owned by a superuser. (However, the permissions on the table are not checked, so installations that really need a less-than-secure modules table can still grant suitable privileges to trusted non-superusers.) Also, prevent loading code into the unrestricted « normal » Tcl interpreter unless we are really going to execute a pltclu function. (CVE-2010-1170)

- Do not allow an unprivileged user to reset superuser-only parameter settings (Alvaro)

Previously, if an unprivileged user ran ALTER USER ... RESET ALL for himself, or ALTER DATABASE ... RESET ALL for a database he owns, this would remove all special parameter settings for the user or database, even ones that are only supposed to be changeable by a superuser. Now, the **ALTER** will only remove the parameters that the user has permission to change.

- Avoid possible crash during backend shutdown if shutdown occurs when a CONTEXT addition would be made to log entries (Tom)

In some cases the context-printing function would fail because the current transaction had already been rolled back when it came time to print a log message.

- Update PL/Perl's ppport.h for modern Perl versions (Andrew)
- Fix assorted memory leaks in PL/Python (Andreas Freund, Tom)
- Prevent infinite recursion in psql when expanding a variable that refers to itself (Tom)
- Ensure that contrib/pgstattuple functions respond to cancel interrupts promptly (Tatsuhito Kasahara)
- Make server startup deal properly with the case that shmget( ) returns EINVAL for an existing shared memory segment

(Tom)

This behavior has been observed on BSD-derived kernels including macOS. It resulted in an entirely-misleading startup failure complaining that the shared memory request size was too large.

- Update time zone data files to tzdata release 2010j for DST law changes in Argentina, Australian Antarctic, Bangladesh, Mexico, Morocco, Pakistan, Palestine, Russia, Syria, Tunisia; also historical corrections for Taiwan.

## E.199. Release 8.1.20

**Release date:** 2010-03-15

This release contains a variety of fixes from 8.1.19. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.199.1. Migration to Version 8.1.20

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.18, see Section E.201, « Release 8.1.18 ».

### E.199.2. Changes

- Add new configuration parameter `ssl_renegotiation_limit` to control how often we do session key renegotiation for an SSL connection (Magnus)

This can be set to zero to disable renegotiation completely, which may be required if a broken SSL library is used. In particular, some vendors are shipping stopgap patches for CVE-2009-3555 that cause renegotiation attempts to fail.

- Fix possible crashes when trying to recover from a failure in subtransaction start (Tom)
- Fix server memory leak associated with use of savepoints and a client encoding different from server's encoding (Tom)
- Make `substring()` for bit types treat any negative length as meaning « all the rest of the string » (Tom)

The previous coding treated only -1 that way, and would produce an invalid result value for other negative values, possibly leading to a crash (CVE-2010-0442).

- Fix integer-to-bit-string conversions to handle the first fractional byte correctly when the output bit width is wider than the given integer by something other than a multiple of 8 bits (Tom)
- Fix some cases of pathologically slow regular expression matching (Tom)
- Fix the `STOP WAL LOCATION` entry in backup history files to report the next WAL segment's name when the end location is exactly at a segment boundary (Itagaki Takahiro)
- Fix some more cases of temporary-file leakage (Heikki)

This corrects a problem introduced in the previous minor release. One case that failed is when a plpgsql function returning set is called within another function's exception handler.

- When reading `pg_hba.conf` and related files, do not treat `@something` as a file inclusion request if the `@` appears inside quote marks; also, never treat `@` by itself as a file inclusion request (Tom)

This prevents erratic behavior if a role or database name starts with `@`. If you need to include a file whose path name contains spaces, you can still do so, but you must write `"@"/path to/file"` rather than putting the quotes around the whole construct.

- Prevent infinite loop on some platforms if a directory is named as an inclusion target in `pg_hba.conf` and related files (Tom)
- Fix psql's `numericlocale` option to not format strings it shouldn't in latex and troff output formats (Heikki)
- Fix plpgsql failure in one case where a composite column is set to NULL (Tom)
- Add `volatile` markings in PL/Python to avoid possible compiler-specific misbehavior (Zdenek Kotala)
- Ensure PL/Tcl initializes the Tcl interpreter fully (Tom)

The only known symptom of this oversight is that the Tcl `clock` command misbehaves if using Tcl 8.5 or later.

- Prevent crash in `contrib/dblink` when too many key columns are specified to a `dblink_build_sql_*` function

(Rushabh Lathia, Joe Conway)

- Fix assorted crashes in `contrib/xml2` caused by sloppy memory management (Tom)
- Update time zone data files to tzdata release 2010e for DST law changes in Bangladesh, Chile, Fiji, Mexico, Paraguay, Samoa.

## E.200. Release 8.1.19

**Release date:** 2009-12-14

This release contains a variety of fixes from 8.1.18. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.200.1. Migration to Version 8.1.19

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.18, see Section E.201, « Release 8.1.18 ».

### E.200.2. Changes

- Protect against indirect security threats caused by index functions changing session-local state (Gurjeet Singh, Tom)  
This change prevents allegedly-immutable index functions from possibly subverting a superuser's session (CVE-2009-4136).
- Reject SSL certificates containing an embedded null byte in the common name (CN) field (Magnus)  
This prevents unintended matching of a certificate to a server or client name during SSL validation (CVE-2009-4034).
- Fix possible crash during backend-startup-time cache initialization (Tom)
- Prevent signals from interrupting VACUUM at unsafe times (Alvaro)  
This fix prevents a PANIC if a VACUUM FULL is canceled after it's already committed its tuple movements, as well as transient errors if a plain VACUUM is interrupted after having truncated the table.
- Fix possible crash due to integer overflow in hash table size calculation (Tom)  
This could occur with extremely large planner estimates for the size of a hashjoin's result.
- Fix very rare crash in inet/cidr comparisons (Chris Mikkelsen)
- Ensure that shared tuple-level locks held by prepared transactions are not ignored (Heikki)
- Fix premature drop of temporary files used for a cursor that is accessed within a subtransaction (Heikki)
- Fix PAM password processing to be more robust (Tom)  
The previous code is known to fail with the combination of the Linux `pam_krb5` PAM module with Microsoft Active Directory as the domain controller. It might have problems elsewhere too, since it was making unjustified assumptions about what arguments the PAM stack would pass to it.
- Fix processing of ownership dependencies during `CREATE OR REPLACE FUNCTION` (Tom)
- Ensure that Perl arrays are properly converted to PostgreSQL™ arrays when returned by a set-returning PL/Perl function (Andrew Dunstan, Abhijit Menon-Sen)  
This worked correctly already for non-set-returning functions.
- Fix rare crash in exception processing in PL/Python (Peter)
- Ensure psql's flex module is compiled with the correct system header definitions (Tom)  
This fixes build failures on platforms where `--enable-largefile` causes incompatible changes in the generated code.
- Make the postmaster ignore any `application_name` parameter in connection request packets, to improve compatibility with future libpq versions (Tom)
- Update time zone data files to tzdata release 2009s for DST law changes in Antarctica, Argentina, Bangladesh, Fiji, Novokuznetsk, Pakistan, Palestine, Samoa, Syria; also historical corrections for Hong Kong.

## E.201. Release 8.1.18

**Release date:** 2009-09-09

This release contains a variety of fixes from 8.1.17. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

## E.201.1. Migration to Version 8.1.18

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you have any hash indexes on interval columns, you must **REINDEX** them after updating to 8.1.18. Also, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.15, see Section E.204, « Release 8.1.15 ».

## E.201.2. Changes

- Disallow **RESET ROLE** and **RESET SESSION AUTHORIZATION** inside security-definer functions (Tom, Heikki)

This covers a case that was missed in the previous patch that disallowed **SET ROLE** and **SET SESSION AUTHORIZATION** inside security-definer functions. (See CVE-2007-6600)

- Fix handling of sub-SELECTs appearing in the arguments of an outer-level aggregate function (Tom)
- Fix hash calculation for data type interval (Tom)

This corrects wrong results for hash joins on interval values. It also changes the contents of hash indexes on interval columns. If you have any such indexes, you must **REINDEX** them after updating.

- Treat `to_char(..., 'TH')` as an uppercase ordinal suffix with 'HH'/'HH12' (Heikki)  
It was previously handled as 'th' (lowercase).
- Fix overflow for `INTERVAL 'x ms'` when `x` is more than 2 million and integer datetimes are in use (Alex Hunsaker)
- Fix calculation of distance between a point and a line segment (Tom)  
This led to incorrect results from a number of geometric operators.
- Fix money data type to work in locales where currency amounts have no fractional digits, e.g. Japan (Itagaki Takahiro)
- Properly round datetime input like `00:12:57.99999999999999999999999999999999` (Tom)
- Fix poor choice of page split point in GiST R-tree operator classes (Teodor)
- Fix portability issues in plperl initialization (Andrew Dunstan)
- Fix `pg_ctl` to not go into an infinite loop if `postgresql.conf` is empty (Jeff Davis)
- Fix `contrib/xml2's xsslt_process()` to properly handle the maximum number of parameters (twenty) (Tom)
- Improve robustness of libpq's code to recover from errors during **COPY FROM STDIN** (Tom)
- Avoid including conflicting readline and editline header files when both libraries are installed (Zdenek Kotala)
- Update time zone data files to tzdata release 2009l for DST law changes in Bangladesh, Egypt, Jordan, Pakistan, Argentina/ San\_Luis, Cuba, Jordan (historical correction only), Mauritius, Morocco, Palestine, Syria, Tunisia.

## E.202. Release 8.1.17

**Release date:** 2009-03-16

This release contains a variety of fixes from 8.1.16. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

## E.202.1. Migration to Version 8.1.17

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.15, see Section E.204, « Release 8.1.15 ».

## E.202.2. Changes

- Prevent error recursion crashes when encoding conversion fails (Tom)

This change extends fixes made in the last two minor releases for related failure scenarios. The previous fixes were narrowly

tailored for the original problem reports, but we have now recognized that *any* error thrown by an encoding conversion function could potentially lead to infinite recursion while trying to report the error. The solution therefore is to disable translation and encoding conversion and report the plain-ASCII form of any error message, if we find we have gotten into a recursive error reporting situation. (CVE-2009-0922)

- Disallow **CREATE CONVERSION** with the wrong encodings for the specified conversion function (Heikki)

This prevents one possible scenario for encoding conversion failure. The previous change is a backstop to guard against other kinds of failures in the same area.

- Fix core dump when `to_char( )` is given format codes that are inappropriate for the type of the data argument (Tom)

- Fix decompilation of `CASE WHEN` with an implicit coercion (Tom)

This mistake could lead to Assert failures in an Assert-enabled build, or an « unexpected CASE WHEN clause » error message in other cases, when trying to examine or dump a view.

- Fix possible misassignment of the owner of a TOAST table's rowtype (Tom)

If **CLUSTER** or a rewriting variant of **ALTER TABLE** were executed by someone other than the table owner, the `pg_type` entry for the table's TOAST table would end up marked as owned by that someone. This caused no immediate problems, since the permissions on the TOAST rowtype aren't examined by any ordinary database operation. However, it could lead to unexpected failures if one later tried to drop the role that issued the command (in 8.1 or 8.2), or « owner of data type appears to be invalid » warnings from `pg_dump` after having done so (in 8.3).

- Clean up PL/pgSQL error status variables fully at block exit (Ashesh Vashi and Dave Page)

This is not a problem for PL/pgSQL itself, but the omission could cause the PL/pgSQL Debugger to crash while examining the state of a function.

- Add MUST (Mauritius Island Summer Time) to the default list of known timezone abbreviations (Xavier Bugaud)

## E.203. Release 8.1.16

**Release date:** 2009-02-02

This release contains a variety of fixes from 8.1.15. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.203.1. Migration to Version 8.1.16

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.15, see Section E.204, « Release 8.1.15 ».

### E.203.2. Changes

- Fix crash in autovacuum (Alvaro)

The crash occurs only after vacuuming a whole database for anti-transaction-wraparound purposes, which means that it occurs infrequently and is hard to track down.

- Improve handling of URLs in `headline( )` function (Teodor)

- Improve handling of overlength headlines in `headline( )` function (Teodor)

- Prevent possible Assert failure or misconversion if an encoding conversion is created with the wrong conversion function for the specified pair of encodings (Tom, Heikki)

- Avoid unnecessary locking of small tables in **VACUUM** (Heikki)

- Ensure that the contents of a holdable cursor don't depend on the contents of TOAST tables (Tom)

Previously, large field values in a cursor result might be represented as TOAST pointers, which would fail if the referenced table got dropped before the cursor is read, or if the large value is deleted and then vacuumed away. This cannot happen with an ordinary cursor, but it could with a cursor that is held past its creating transaction.

- Fix uninitialized variables in `contrib/tsearch2's get_covers( )` function (Teodor)

- Fix configure script to properly report failure when unable to obtain linkage information for PL/Perl (Andrew)

- Make all documentation reference `pgsql-bugs` and/or `pgsql-hackers` as appropriate, instead of the now-decommissioned `pgsql-ports` and `pgsql-patches` mailing lists (Tom)
- Update time zone data files to tzdata release 2009a (for Kathmandu and historical DST corrections in Switzerland, Cuba)

## E.204. Release 8.1.15

**Release date:** 2008-11-03

This release contains a variety of fixes from 8.1.14. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.204.1. Migration to Version 8.1.15

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ». Also, if you were running a previous 8.1.X release, it is recommended to **REINDEX** all GiST indexes after the upgrade.

### E.204.2. Changes

- Fix GiST index corruption due to marking the wrong index entry « dead » after a deletion (Teodor)  
This would result in index searches failing to find rows they should have found. Corrupted indexes can be fixed with **REINDEX**.
- Fix backend crash when the client encoding cannot represent a localized error message (Tom)  
We have addressed similar issues before, but it would still fail if the « character has no equivalent » message itself couldn't be converted. The fix is to disable localization and send the plain ASCII error message when we detect such a situation.
- Fix possible crash when deeply nested functions are invoked from a trigger (Tom)
- Fix mis-expansion of rule queries when a sub-SELECT appears in a function call in FROM, a multi-row VALUES list, or a RETURNING list (Tom)  
The usual symptom of this problem is an « unrecognized node type » error.
- Ensure an error is reported when a newly-defined PL/pgSQL trigger function is invoked as a normal function (Tom)
- Prevent possible collision of `relfilenode` numbers when moving a table to another tablespace with **ALTER SET TABLESPACE** (Heikki)  
The command tried to re-use the existing filename, instead of picking one that is known unused in the destination directory.
- Fix incorrect tsearch2 headline generation when single query item matches first word of text (Sushant Sinha)
- Fix improper display of fractional seconds in interval values when using a non-ISO datestyle in an `--enable-integer-datetime` build (Ron Mayer)
- Ensure `SPI_getvalue` and `SPI_getbinval` behave correctly when the passed tuple and tuple descriptor have different numbers of columns (Tom)  
This situation is normal when a table has had columns added or removed, but these two functions didn't handle it properly. The only likely consequence is an incorrect error indication.
- Fix ecpg's parsing of **CREATE ROLE** (Michael)
- Fix recent breakage of `pg_ctl restart` (Tom)
- Update time zone data files to tzdata release 2008i (for DST law changes in Argentina, Brazil, Mauritius, Syria)

## E.205. Release 8.1.14

**Release date:** 2008-09-22

This release contains a variety of fixes from 8.1.13. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.205.1. Migration to Version 8.1.14

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ».

## E.205.2. Changes

- Widen local lock counters from 32 to 64 bits (Tom)

This responds to reports that the counters could overflow in sufficiently long transactions, leading to unexpected « lock is already held » errors.

- Fix possible duplicate output of tuples during a GiST index scan (Teodor)

- Add checks in executor startup to ensure that the tuples produced by an **INSERT** or **UPDATE** will match the target table's current rowtype (Tom)

**ALTER COLUMN TYPE**, followed by re-use of a previously cached plan, could produce this type of situation. The check protects against data corruption and/or crashes that could ensue.

- Fix **AT TIME ZONE** to first try to interpret its timezone argument as a timezone abbreviation, and only try it as a full timezone name if that fails, rather than the other way around as formerly (Tom)

The timestamp input functions have always resolved ambiguous zone names in this order. Making **AT TIME ZONE** do so as well improves consistency, and fixes a compatibility bug introduced in 8.1: in ambiguous cases we now behave the same as 8.0 and before did, since in the older versions **AT TIME ZONE** accepted *only* abbreviations.

- Fix datetime input functions to correctly detect integer overflow when running on a 64-bit platform (Tom)

- Improve performance of writing very long log messages to syslog (Tom)

- Fix bug in backwards scanning of a cursor on a **SELECT DISTINCT ON** query (Tom)

- Fix planner bug with nested sub-select expressions (Tom)

If the outer sub-select has no direct dependency on the parent query, but the inner one does, the outer value might not get recalculated for new parent query rows.

- Fix planner to estimate that **GROUP BY** expressions yielding boolean results always result in two groups, regardless of the expressions' contents (Tom)

This is very substantially more accurate than the regular **GROUP BY** estimate for certain boolean tests like `col IS NULL`.

- Fix PL/pgSQL to not fail when a **FOR** loop's target variable is a record containing composite-type fields (Tom)

- Fix PL/Tcl to behave correctly with Tcl 8.5, and to be more careful about the encoding of data sent to or from Tcl (Tom)

- Fix PL/Python to work with Python 2.5

This is a back-port of fixes made during the 8.2 development cycle.

- Improve pg\_dump and pg\_restore's error reporting after failure to send a SQL command (Tom)

- Fix pg\_ctl to properly preserve postmaster command-line arguments across a `restart` (Bruce)

Update time zone data files to tzdata release 2008f (for DST law changes in Argentina, Bahamas, Brazil, Mauritius, Morocco, Pakistan, Palestine, and Paraguay)

## E.206. Release 8.1.13

**Release date:** 2008-06-12

This release contains one serious and one minor bug fix over 8.1.12. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

## E.206.1. Migration to Version 8.1.13

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ».

## E.206.2. Changes

- Make `pg_get_ruledef()` parenthesize negative constants (Tom)

Before this fix, a negative constant in a view or rule might be dumped as, say, `-42::integer`, which is subtly incorrect: it should be `(-42)::integer` due to operator precedence rules. Usually this would make little difference, but it could interact with another recent patch to cause PostgreSQL™ to reject what had been a valid **SELECT DISTINCT** view query. Since this could result in `pg_dump` output failing to reload, it is being treated as a high-priority fix. The only released versions in which dump output is actually incorrect are 8.3.1 and 8.2.7.

- Make **ALTER AGGREGATE ... OWNER TO** update `pg_shdepend` (Tom)

This oversight could lead to problems if the aggregate was later involved in a **DROP OWNED** or **REASSIGN OWNED** operation.

## E.207. Release 8.1.12

**Release date:** never released

This release contains a variety of fixes from 8.1.11. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.207.1. Migration to Version 8.1.12

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ».

### E.207.2. Changes

- Fix **ALTER TABLE ADD COLUMN ... PRIMARY KEY** so that the new column is correctly checked to see if it's been initialized to all non-nulls (Brendan Jurd)

Previous versions neglected to check this requirement at all.

- Fix possible **CREATE TABLE** failure when alling the « same » constraint from multiple parent relations that alled that constraint from a common ancestor (Tom)

- Fix conversions between ISO-8859-5 and other encodings to handle Cyrillic « Yo » characters (e and E with two dots) (Sergey Burladyan)

- Fix a few datatype input functions that were allowing unused bytes in their results to contain uninitialized, unpredictable values (Tom)

This could lead to failures in which two apparently identical literal values were not seen as equal, resulting in the parser complaining about unmatched ORDER BY and DISTINCT expressions.

- Fix a corner case in regular-expression substring matching (`substring(string from pattern)`) (Tom)

The problem occurs when there is a match to the pattern overall but the user has specified a parenthesized subexpression and that subexpression hasn't got a match. An example is `substring('foo' from 'foo(bar)?')`. This should return NULL, since (bar) isn't matched, but it was mistakenly returning the whole-pattern match instead (ie, foo).

- Update time zone data files to tzdata release 2008c (for DST law changes in Morocco, Iraq, Choibalsan, Pakistan, Syria, Cuba, Argentina/San\_Luis, and Chile)

- Fix incorrect result from ecpg's `PGTYPEstimestamp_sub()` function (Michael)

- Fix core dump in contrib/xml2's `xpath_table()` function when the input query returns a NULL value (Tom)

- Fix contrib/xml2's makefile to not override `CFLAGS` (Tom)

- Fix `DatumGetBool` macro to not fail with gcc 4.3 (Tom)

This problem affects « old style » (V0) C functions that return boolean. The fix is already in 8.3, but the need to back-patch it was not realized at the time.

- Fix longstanding **LISTEN/NOTIFY** race condition (Tom)

In rare cases a session that had just executed a **LISTEN** might not get a notification, even though one would be expected because the concurrent transaction executing **NOTIFY** was observed to commit later.

A side effect of the fix is that a transaction that has executed a not-yet-committed **LISTEN** command will not see any row in

pg\_listener for the **LISTEN**, should it choose to look; formerly it would have. This behavior was never documented one way or the other, but it is possible that some applications depend on the old behavior.

- Disallow **LISTEN** and **UNLISTEN** within a prepared transaction (Tom)

This was formerly allowed but trying to do it had various unpleasant consequences, notably that the originating backend could not exit as long as an **UNLISTEN** remained uncommitted.

- Fix rare crash when an error occurs during a query using a hash index (Heikki)

- Fix input of datetime values for February 29 in years BC (Tom)

The former coding was mistaken about which years were leap years.

- Fix « unrecognized node type » error in some variants of **ALTER OWNER** (Tom)

- Fix pg\_ctl to correctly extract the postmaster's port number from command-line options (Itagaki Takahiro, Tom)

Previously, `pg_ctl start -w` could try to contact the postmaster on the wrong port, leading to bogus reports of startup failure.

- Use `-fwrapv` to defend against possible misoptimization in recent gcc versions (Tom)

This is known to be necessary when building PostgreSQL™ with gcc 4.3 or later.

- Fix display of constant expressions in ORDER BY and GROUP BY (Tom)

An explicitly casted constant would be shown incorrectly. This could for example lead to corruption of a view definition during dump and reload.

- Fix libpq to handle NOTICE messages correctly during COPY OUT (Tom)

This failure has only been observed to occur when a user-defined datatype's output routine issues a NOTICE, but there is no guarantee it couldn't happen due to other causes.

## E.208. Release 8.1.11

**Release date:** 2008-01-07

This release contains a variety of fixes from 8.1.10, including fixes for significant security issues. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

This is the last 8.1.X release for which the PostgreSQL™ community will produce binary packages for Windows™. Windows users are encouraged to move to 8.2.X or later, since there are Windows-specific fixes in 8.2.X that are impractical to back-port. 8.1.X will continue to be supported on other platforms.

### E.208.1. Migration to Version 8.1.11

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ».

### E.208.2. Changes

- Prevent functions in indexes from executing with the privileges of the user running **VACUUM**, **ANALYZE**, etc (Tom)

Functions used in index expressions and partial-index predicates are evaluated whenever a new table entry is made. It has long been understood that this poses a risk of trojan-horse code execution if one modifies a table owned by an untrustworthy user. (Note that triggers, defaults, check constraints, etc. pose the same type of risk.) But functions in indexes pose extra danger because they will be executed by routine maintenance operations such as **VACUUM FULL**, which are commonly performed automatically under a superuser account. For example, a nefarious user can execute code with superuser privileges by setting up a trojan-horse index definition and waiting for the next routine vacuum. The fix arranges for standard maintenance operations (including **VACUUM**, **ANALYZE**, **REINDEX**, and **CLUSTER**) to execute as the table owner rather than the calling user, using the same privilege-switching mechanism already used for **SECURITY DEFINER** functions. To prevent bypassing this security measure, execution of **SET SESSION AUTHORIZATION** and **SET ROLE** is now forbidden within a **SECURITY DEFINER** context. (CVE-2007-6600)

- Repair assorted bugs in the regular-expression package (Tom, Will Drewry)

Suitably crafted regular-expression patterns could cause crashes, infinite or near-infinite looping, and/or massive memory consumption, all of which pose denial-of-service hazards for applications that accept regex search patterns from untrustworthy

sources. (CVE-2007-4769, CVE-2007-4772, CVE-2007-6067)

- Require non-superusers who use `/contrib/dblink` to use only password authentication, as a security measure (Joe)

The fix that appeared for this in 8.1.10 was incomplete, as it plugged the hole for only some `dblink` functions. (CVE-2007-6601, CVE-2007-3278)

- Update time zone data files to tzdata release 2007k (in particular, recent Argentina changes) (Tom)
- Improve planner's handling of LIKE/regex estimation in non-C locales (Tom)
- Fix planner failure in some cases of `WHERE false AND var IN (SELECT ...)` (Tom)
- Preserve the tablespace of indexes that are rebuilt by **ALTER TABLE ... ALTER COLUMN TYPE** (Tom)
- Make archive recovery always start a new WAL timeline, rather than only when a recovery stop time was used (Simon)

This avoids a corner-case risk of trying to overwrite an existing archived copy of the last WAL segment, and seems simpler and cleaner than the original definition.

- Make **VACUUM** not use all of `maintenance_work_mem` when the table is too small for it to be useful (Alvaro)
- Fix potential crash in `translate()` when using a multibyte database encoding (Tom)
- Fix overflow in `extract(epoch from interval)` for intervals exceeding 68 years (Tom)
- Fix PL/Perl to not fail when a UTF-8 regular expression is used in a trusted function (Andrew)
- Fix PL/Perl to cope when platform's Perl defines type `bool` as `int` rather than `char` (Tom)  
While this could theoretically happen anywhere, no standard build of Perl did things this way ... until macOS™ 10.5.
- Fix PL/Python to not crash on long exception messages (Alvaro)
- Fix `pg_dump` to correctly handle allance child tables that have default expressions different from their parent's (Tom)
- Fix libpq crash when `PGPASSFILE` refers to a file that is not a plain file (Martin Pitt)
- `ecpg` parser fixes (Michael)
- Make `contrib/pgcrypto` defend against OpenSSL libraries that fail on keys longer than 128 bits; which is the case at least on some Solaris versions (Marko Kreen)
- Make `contrib/tablefunc`'s `crosstab()` handle NULL rowid as a category in its own right, rather than crashing (Joe)
- Fix `tsvector` and `tsquery` output routines to escape backslashes correctly (Teodor, Bruce)
- Fix crash of `to_tsvector()` on huge input strings (Teodor)
- Require a specific version of Autoconf™ to be used when re-generating the **configure** script (Peter)

This affects developers and packagers only. The change was made to prevent accidental use of untested combinations of Autoconf™ and PostgreSQL™ versions. You can remove the version check if you really want to use a different Autoconf™ version, but it's your responsibility whether the result works or not.

## E.209. Release 8.1.10

**Release date:** 2007-09-17

This release contains a variety of fixes from 8.1.9. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.209.1. Migration to Version 8.1.10

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ».

### E.209.2. Changes

- Prevent index corruption when a transaction inserts rows and then aborts close to the end of a concurrent **VACUUM** on the same table (Tom)
- Make **CREATE DOMAIN ... DEFAULT NULL** work properly (Tom)

- Allow the interval data type to accept input consisting only of milliseconds or microseconds (Neil)
- Speed up rtree index insertion (Teodor)
- Fix excessive logging of SSL error messages (Tom)
- Fix logging so that log messages are never interleaved when using the syslogger process (Andrew)
- Fix crash when `log_min_error_statement` logging runs out of memory (Tom)
- Fix incorrect handling of some foreign-key corner cases (Tom)
- Prevent **REINDEX** and **CLUSTER** from failing due to attempting to process temporary tables of other sessions (Alvaro)
- Update the time zone database rules, particularly New Zealand's upcoming changes (Tom)
- Windows socket improvements (Magnus)
- Suppress timezone name (%Z) in log timestamps on Windows because of possible encoding mismatches (Tom)
- Require non-superusers who use `/contrib/dblink` to use only password authentication, as a security measure (Joe)

## E.210. Release 8.1.9

**Release date:** 2007-04-23

This release contains a variety of fixes from 8.1.8, including a security fix. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.210.1. Migration to Version 8.1.9

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ».

### E.210.2. Changes

- Support explicit placement of the temporary-table schema within `search_path`, and disable searching it for functions and operators (Tom)

This is needed to allow a security-definer function to set a truly secure value of `search_path`. Without it, an unprivileged SQL user can use temporary objects to execute code with the privileges of the security-definer function (CVE-2007-2138). See **CREATE FUNCTION** for more information.

- `/contrib/tsearch2` crash fixes (Teodor)
- Require **COMMIT PREPARED** to be executed in the same database as the transaction was prepared in (Heikki)
- Fix potential-data-corruption bug in how **VACUUM FULL** handles **UPDATE** chains (Tom, Pavan Deolasee)
- Planner fixes, including improving outer join and bitmap scan selection logic (Tom)
- Fix PANIC during enlargement of a hash index (bug introduced in 8.1.6) (Tom)
- Fix POSIX-style timezone specs to follow new USA DST rules (Tom)

## E.211. Release 8.1.8

**Release date:** 2007-02-07

This release contains one fix from 8.1.7. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.211.1. Migration to Version 8.1.8

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ».

### E.211.2. Changes

- Remove overly-restrictive check for type length in constraints and functional indexes(Tom)

## E.212. Release 8.1.7

**Release date:** 2007-02-05

This release contains a variety of fixes from 8.1.6, including a security fix. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.212.1. Migration to Version 8.1.7

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ».

### E.212.2. Changes

- Remove security vulnerabilities that allowed connected users to read backend memory (Tom)

The vulnerabilities involve suppressing the normal check that a SQL function returns the data type it's declared to, and changing the data type of a table column (CVE-2007-0555, CVE-2007-0556). These errors can easily be exploited to cause a backend crash, and in principle might be used to read database content that the user should not be able to access.

- Fix rare bug wherein btree index page splits could fail due to choosing an infeasible split point (Heikki Linnakangas)
- Improve **VACUUM** performance for databases with many tables (Tom)
- Fix autovacuum to avoid leaving non-permanent transaction IDs in non-connectable databases (Alvaro)  
This bug affects the 8.1 branch only.
- Fix for rare Assert() crash triggered by UNION (Tom)
- Tighten security of multi-byte character processing for UTF8 sequences over three bytes long (Tom)
- Fix bogus « permission denied » failures occurring on Windows due to attempts to fsync already-deleted files (Magnus, Tom)
- Fix possible crashes when an already-in-use PL/pgSQL function is updated (Tom)

## E.213. Release 8.1.6

**Release date:** 2007-01-08

This release contains a variety of fixes from 8.1.5. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.213.1. Migration to Version 8.1.6

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ».

### E.213.2. Changes

- Improve handling of `getaddrinfo()` on AIX (Tom)

This fixes a problem with starting the statistics collector, among other things.

- Fix `pg_restore` to handle a tar-format backup that contains large objects (blobs) with comments (Tom)
- Fix « failed to re-find parent key » errors in **VACUUM** (Tom)
- Clean out `pg_internal.init` cache files during server restart (Simon)  
This avoids a hazard that the cache files might contain stale data after PITR recovery.
- Fix race condition for truncation of a large relation across a gigabyte boundary by **VACUUM** (Tom)
- Fix bug causing needless deadlock errors on row-level locks (Tom)
- Fix bugs affecting multi-gigabyte hash indexes (Tom)

- Fix possible deadlock in Windows signal handling (Teodor)
- Fix error when constructing an `ARRAY[ ]` made up of multiple empty elements (Tom)
- Fix ecpg memory leak during connection (Michael)
- Fix for macOS (Darwin) compilation (Tom)
- `to_number()` and `to_char(numeric)` are now `STABLE`, not `IMMUTABLE`, for new initdb installs (Tom)  
This is because `lc_numeric` can potentially change the output of these functions.
- Improve index usage of regular expressions that use parentheses (Tom)  
This improves `psql \d` performance also.
- Update timezone database  
This affects Australian and Canadian daylight-savings rules in particular.

## E.214. Release 8.1.5

**Release date:** 2006-10-16

This release contains a variety of fixes from 8.1.4. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.214.1. Migration to Version 8.1.5

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ».

### E.214.2. Changes

- Disallow aggregate functions in **UPDATE** commands, except within sub-SELECTs (Tom)  
The behavior of such an aggregate was unpredictable, and in 8.1.X could cause a crash, so it has been disabled. The SQL standard does not allow this either.
- Fix core dump when an untyped literal is taken as `ANYARRAY`
- Fix core dump in duration logging for extended query protocol when a **COMMIT** or **ROLLBACK** is executed
- Fix mishandling of AFTER triggers when query contains a SQL function returning multiple rows (Tom)
- Fix **ALTER TABLE ... TYPE** to recheck `NOT NULL` for `USING` clause (Tom)
- Fix `string_to_array()` to handle overlapping matches for the separator string  
For example, `string_to_array('123xx456xxx789', 'xx')`.
- Fix `to_timestamp()` for AM/PM formats (Bruce)
- Fix autovacuum's calculation that decides whether **ANALYZE** is needed (Alvaro)
- Fix corner cases in pattern matching for `psql`'s `\d` commands
- Fix index-corrupting bugs in /contrib/ltree (Teodor)
- Numerous robustness fixes in ecpg (Joachim Wieland)
- Fix backslash escaping in /contrib/dbmirror
- Minor fixes in /contrib/dblink and /contrib/tsearch2
- Efficiency improvements in hash tables and bitmap index scans (Tom)
- Fix instability of statistics collection on Windows (Tom, Andrew)
- Fix `statement_timeout` to use the proper units on Win32 (Bruce)  
In previous Win32 8.1.X versions, the delay was off by a factor of 100.
- Fixes for MSVC and Borland C++™ compilers (Hiroshi Saito)

- Fixes for AIX and Intel™ compilers (Tom)
- Fix rare bug in continuous archiving (Tom)

## E.215. Release 8.1.4

**Release date:** 2006-05-23

This release contains a variety of fixes from 8.1.3, including patches for extremely serious security issues. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.215.1. Migration to Version 8.1.4

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ».

Full security against the SQL-injection attacks described in CVE-2006-2313 and CVE-2006-2314 might require changes in application code. If you have applications that embed untrustworthy strings into SQL commands, you should examine them as soon as possible to ensure that they are using recommended escaping techniques. In most cases, applications should be using subroutines provided by libraries or drivers (such as libpq's `PQescapeStringConn()`) to perform string escaping, rather than relying on *ad hoc* code to do it.

### E.215.2. Changes

- Change the server to reject invalidly-encoded multibyte characters in all cases (Tatsuo, Tom)

While PostgreSQL™ has been moving in this direction for some time, the checks are now applied uniformly to all encodings and all textual input, and are now always errors not merely warnings. This change defends against SQL-injection attacks of the type described in CVE-2006-2313.

- Reject unsafe uses of \ ' in string literals

As a server-side defense against SQL-injection attacks of the type described in CVE-2006-2314, the server now only accepts '' and not \ ' as a representation of ASCII single quote in SQL string literals. By default, \ ' is rejected only when `client_encoding` is set to a client-only encoding (SJIS, BIG5, GBK, GB18030, or UHC), which is the scenario in which SQL injection is possible. A new configuration parameter `backslash_quote` is available to adjust this behavior when needed. Note that full security against CVE-2006-2314 might require client-side changes; the purpose of `backslash_quote` is in part to make it obvious that insecure clients are insecure.

- Modify libpq's string-escaping routines to be aware of encoding considerations and `standard_conforming_strings`

This fixes libpq-using applications for the security issues described in CVE-2006-2313 and CVE-2006-2314, and also future-proofs them against the planned changeover to SQL-standard string literal syntax. Applications that use multiple PostgreSQL™ connections concurrently should migrate to `PQescapeStringConn()` and `PQescapeByteaConn()` to ensure that escaping is done correctly for the settings in use in each database connection. Applications that do string escaping « by hand » should be modified to rely on library routines instead.

- Fix weak key selection in pgcrypto (Marko Kreen)

Errors in fortuna PRNG reseeding logic could cause a predictable session key to be selected by `pgp_sym_encrypt()` in some cases. This only affects non-OpenSSL-using builds.

- Fix some incorrect encoding conversion functions

`win1251_to_iso`, `win866_to_iso`, `euc_tw_to_big5`, `euc_tw_to_mic`, `mic_to_euc_tw` were all broken to varying extents.

- Clean up stray remaining uses of \ ' in strings (Bruce, Jan)

- Make autovacuum visible in `pg_stat_activity` (Alvaro)

- Disable `full_page_writes` (Tom)

In certain cases, having `full_page_writes` off would cause crash recovery to fail. A proper fix will appear in 8.2; for now it's just disabled.

- Various planner fixes, particularly for bitmap index scans and MIN/MAX optimization (Tom)

- Fix incorrect optimization in merge join (Tom)

Outer joins could sometimes emit multiple copies of unmatched rows.

- Fix crash from using and modifying a plpgsql function in the same transaction
- Fix WAL replay for case where a B-Tree index has been truncated
- Fix SIMILAR TO for patterns involving | (Tom)
- Fix **SELECT INTO** and **CREATE TABLE AS** to create tables in the default tablespace, not the base directory (Kris Jurka)
- Fix server to use custom DH SSL parameters correctly (Michael Fuhr)
- Improve qsort performance (Dann Corbit)

Currently this code is only used on Solaris.

- Fix for OS/X Bonjour on x86 systems (Ashley Clark)
- Fix various minor memory leaks
- Fix problem with password prompting on some Win32 systems (Robert Kinberg)
- Improve pg\_dump's handling of default values for domains
- Fix pg\_dumpall to handle identically-named users and groups reasonably (only possible when dumping from a pre-8.1 server) (Tom)

The user and group will be merged into a single role with **LOGIN** permission. Formerly the merged role wouldn't have **LOGIN** permission, making it unusable as a user.

- Fix pg\_restore -n to work as documented (Tom)

## E.216. Release 8.1.3

**Release date:** 2006-02-14

This release contains a variety of fixes from 8.1.2, including one very serious security issue. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.216.1. Migration to Version 8.1.3

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.1.2, see Section E.217, « Release 8.1.2 ».

### E.216.2. Changes

- Fix bug that allowed any logged-in user to **SET ROLE** to any other database user id (CVE-2006-0553)  
Due to inadequate validity checking, a user could exploit the special case that **SET ROLE** normally uses to restore the previous role setting after an error. This allowed ordinary users to acquire superuser status, for example. The escalation-of-privilege risk exists only in 8.1.0-8.1.2. However, in all releases back to 7.3 there is a related bug in **SET SESSION AUTHORIZATION** that allows unprivileged users to crash the server, if it has been compiled with Asserts enabled (which is not the default). Thanks to Akio Ishida for reporting this problem.
- Fix bug with row visibility logic in self-inserted rows (Tom)  
Under rare circumstances a row inserted by the current command could be seen as already valid, when it should not be. Repairs bug created in 8.0.4, 7.4.9, and 7.3.11 releases.
- Fix race condition that could lead to « file already exists » errors during pg\_clog and pg\_subtrans file creation (Tom)
- Fix cases that could lead to crashes if a cache-validation message arrives at just the wrong time (Tom)
- Properly check DOMAIN constraints for UNKNOWN parameters in prepared statements (Neil)
- Ensure **ALTER COLUMN TYPE** will process FOREIGN KEY, UNIQUE, and PRIMARY KEY constraints in the proper order (Nakano Yoshihisa)
- Fixes to allow restoring dumps that have cross-schema references to custom operators or operator classes (Tom)
- Allow pg\_restore to continue properly after a **COPY** failure; formerly it tried to treat the remaining **COPY** data as SQL commands (Stephen Frost)

- Fix pg\_ctl unregister crash when the data directory is not specified (Magnus)
- Fix libpq PQprint HTML tags (Christoph Zwerschke)
- Fix ecpg crash on AMD64 and PPC (Neil)
- Allow SETOF and %TYPE to be used together in function result type declarations
- Recover properly if error occurs during argument passing in PL/Python (Neil)
- Fix memory leak in plperl\_return\_next (Neil)
- Fix PL/Perl's handling of locales on Win32 to match the backend (Andrew)
- Various optimizer fixes (Tom)
- Fix crash when log\_min\_messages is set to DEBUG3 or above in postgresql.conf on Win32 (Bruce)
- Fix pgxs -L library path specification for Win32, Cygwin, macOS, AIX (Bruce)
- Check that SID is enabled while checking for Win32 admin privileges (Magnus)
- Properly reject out-of-range date inputs (Kris Jurka)
- Portability fix for testing presence of finite and isinf during configure (Tom)
- Improve speed of **COPY IN** via libpq, by avoiding a kernel call per data line (Alon Goldshuv)
- Improve speed of /contrib/tsearch2 index creation (Tom)

## E.217. Release 8.1.2

**Release date:** 2006-01-09

This release contains a variety of fixes from 8.1.1. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.217.1. Migration to Version 8.1.2

A dump/restore is not required for those running 8.1.X. However, you might need to **REINDEX** indexes on textual columns after updating, if you are affected by the locale or plperl issues described below.

### E.217.2. Changes

- Fix Windows code so that postmaster will continue rather than exit if there is no more room in ShmemBackendArray (Magnus)

The previous behavior could lead to a denial-of-service situation if too many connection requests arrive close together. This applies *only* to the Windows port.
- Fix bug introduced in 8.0 that could allow ReadBuffer to return an already-used page as new, potentially causing loss of recently-committed data (Tom)
- Fix for protocol-level Describe messages issued outside a transaction or in a failed transaction (Tom)
- Fix character string comparison for locales that consider different character combinations as equal, such as Hungarian (Tom)

This might require **REINDEX** to fix existing indexes on textual columns.
- Set locale environment variables during postmaster startup to ensure that plperl won't change the locale later

This fixes a problem that occurred if the postmaster was started with environment variables specifying a different locale than what initdb had been told. Under these conditions, any use of plperl was likely to lead to corrupt indexes. You might need **REINDEX** to fix existing indexes on textual columns if this has happened to you.

- Allow more flexible relocation of installation directories (Tom)

Previous releases supported relocation only if all installation directory paths were the same except for the last component.
- Prevent crashes caused by the use of ISO-8859-5 and ISO-8859-9 encodings (Tatsuo)
- Fix longstanding bug in strpos() and regular expression handling in certain rarely used Asian multi-byte character sets (Tatsuo)
- Fix bug where COPY CSV mode considered any \. to terminate the copy data

The new code requires \. to appear alone on a line, as per documentation.

- Make COPY CSV mode quote a literal data value of \. to ensure it cannot be interpreted as the end-of-data marker (Bruce)
- Various fixes for functions returning RECORDS (Tom)
- Fix processing of `postgresql.conf` so a final line with no newline is processed properly (Tom)
- Fix bug in `/contrib/pgcrypto gen_salt`, which caused it not to use all available salt space for MD5 and XDES algorithms (Marko Kreen, Solar Designer)  
Salts for Blowfish and standard DES are unaffected.
- Fix autovacuum crash when processing expression indexes
- Fix `/contrib/dblink` to throw an error, rather than crashing, when the number of columns specified is different from what's actually returned by the query (Joe)

## E.218. Release 8.1.1

**Release date:** 2005-12-12

This release contains a variety of fixes from 8.1.0. For information about new features in the 8.1 major release, see Section E.219, « Release 8.1 ».

### E.218.1. Migration to Version 8.1.1

A dump/restore is not required for those running 8.1.X.

### E.218.2. Changes

- Fix incorrect optimizations of outer-join conditions (Tom)
- Fix problems with wrong reported column names in cases involving sub-selects flattened by the optimizer (Tom)
- Fix update failures in scenarios involving CHECK constraints, toasted columns, *and* indexes (Tom)
- Fix bgwriter problems after recovering from errors (Tom)  
The background writer was found to leak buffer pins after write errors. While not fatal in itself, this might lead to mysterious blockages of later VACUUM commands.
- Prevent failure if client sends Bind protocol message when current transaction is already aborted
- `/contrib/tsearch2` and `/contrib/ltree` fixes (Teodor)
- Fix problems with translated error messages in languages that require word reordering, such as Turkish; also problems with unexpected truncation of output strings and wrong display of the smallest possible bigint value (Andrew, Tom)  
These problems only appeared on platforms that were using our `port/snprintf.c` code, which includes BSD variants if `--enable-nls` was given, and perhaps others. In addition, a different form of the translated-error-message problem could appear on Windows depending on which version of `libintl` was used.
- Re-allow AM/PM, HH, HH12, and D format specifiers for `to_char(time)` and `to_char(interval)`. (`to_char(interval)` should probably use HH24.) (Bruce)
- AIX, HPUX, and MSVC compile fixes (Tom, Hiroshi Saito)
- Optimizer improvements (Tom)
- Retry file reads and writes after Windows NO\_SYSTEM\_RESOURCES error (Qingqing Zhou)
- Prevent autovacuum from crashing during ANALYZE of expression index (Alvaro)
- Fix problems with ON COMMIT DELETE ROWS temp tables
- Fix problems when a trigger alters the output of a SELECT DISTINCT query
- Add 8.1.0 release note item on how to migrate invalid UTF-8 byte sequences (Paul Lindner)

## E.219. Release 8.1

---

**Release date:** 2005-11-08

## E.219.1. Overview

Major changes in this release:

Improve concurrent access to the shared buffer cache (Tom)

Access to the shared buffer cache was identified as a significant scalability problem, particularly on multi-CPU systems. In this release, the way that locking is done in the buffer manager has been overhauled to reduce lock contention and improve scalability. The buffer manager has also been changed to use a « clock sweep » replacement policy.

Allow index scans to use an intermediate in-memory bitmap (Tom)

In previous releases, only a single index could be used to do lookups on a table. With this feature, if a query has **WHERE tab.col1 = 4 and tab.col2 = 9**, and there is no multicolumn index on col1 and col2, but there is an index on col1 and another on col2, it is possible to search both indexes and combine the results in memory, then do heap fetches for only the rows matching both the col1 and col2 restrictions. This is very useful in environments that have a lot of unstructured queries where it is impossible to create indexes that match all possible access conditions. Bitmap scans are useful even with a single index, as they reduce the amount of random access needed; a bitmap index scan is efficient for retrieving fairly large fractions of the complete table, whereas plain index scans are not.

Add two-phase commit (Heikki Linnakangas, Alvaro, Tom)

Two-phase commit allows transactions to be "prepared" on several computers, and once all computers have successfully prepared their transactions (none failed), all transactions can be committed. Even if a machine crashes after a prepare, the prepared transaction can be committed after the machine is restarted. New syntax includes **PREPARE TRANSACTION** and **COMMIT/ROLLBACK PREPARED**. A new system view `pg_prepared_xacts` has also been added.

Create a new role system that replaces users and groups (Stephen Frost)

Roles are a combination of users and groups. Like users, they can have login capability, and like groups, a role can have other roles as members. Roles basically remove the distinction between users and groups. For example, a role can:

- Have login capability (optionally)
- Own objects
- Hold access permissions for database objects
- Inherit permissions from other roles it is a member of

Once a user logs into a role, she obtains capabilities of the login role plus any allied roles, and can use **SET ROLE** to switch to other roles she is a member of. This feature is a generalization of the SQL standard's concept of roles. This change also replaces `pg_shadow` and `pg_group` by new role-capable catalogs `pg_authid` and `pg_auth_members`. The old tables are redefined as read-only views on the new role tables.

Automatically use indexes for **MIN()** and **MAX()** (Tom)

In previous releases, the only way to use an index for **MIN()** or **MAX()** was to rewrite the query as **SELECT col FROM tab ORDER BY col LIMIT 1**. Index usage now happens automatically.

Move `/contrib/pg_autovacuum` into the main server (Alvaro)

Integrating autovacuum into the server allows it to be automatically started and stopped in sync with the database server, and allows autovacuum to be configured from `postgresql.conf`.

Add shared row level locks using **SELECT ... FOR SHARE** (Alvaro)

While PostgreSQL™'s MVCC locking allows **SELECT** to never be blocked by writers and therefore does not need shared row locks for typical operations, shared locks are useful for applications that require shared row locking. In particular this reduces the locking requirements imposed by referential integrity checks.

Add dependencies on shared objects, specifically roles (Alvaro)

This extension of the dependency mechanism prevents roles from being dropped while there are still database objects they own. Formerly it was possible to accidentally « orphan » objects by deleting their owner. While this could be recovered from, it was messy and unpleasant.

Improve performance for partitioned tables (Simon)

The new `constraint_exclusion` configuration parameter avoids lookups on child tables where constraints indicate that no matching rows exist in the child table.

This allows for a basic type of table partitioning. If child tables store separate key ranges and this is enforced using appropriate **CHECK** constraints, the optimizer will skip child table accesses when the constraint guarantees no matching rows exist in the child table.

## E.219.2. Migration to Version 8.1

A dump/restore using `pg_dump` is required for those wishing to migrate data from any previous release.

The 8.0 release announced that the `to_char( )` function for intervals would be removed in 8.1. However, since no better API has been suggested, `to_char(interval)` has been enhanced in 8.1 and will remain in the server.

Observe the following incompatibilities:

- `add_missing_from` is now false by default (Neil)

By default, we now generate an error if a table is used in a query without a `FROM` reference. The old behavior is still available, but the parameter must be set to 'true' to obtain it.

It might be necessary to set `add_missing_from` to true in order to load an existing dump file, if the dump contains any views or rules created using the implicit-`FROM` syntax. This should be a one-time annoyance, because PostgreSQL™ 8.1 will convert such views and rules to standard explicit-`FROM` syntax. Subsequent dumps will therefore not have the problem.

- Cause input of a zero-length string (' ') for float4/float8/oid to throw an error, rather than treating it as a zero (Neil)

This change is consistent with the current handling of zero-length strings for integers. The schedule for this change was announced in 8.0.

- `default_with_oids` is now false by default (Neil)

With this option set to false, user-created tables no longer have an OID column unless **WITH OIDS** is specified in **CREATE TABLE**. Though OIDs have existed in all releases of PostgreSQL™, their use is limited because they are only four bytes long and the counter is shared across all installed databases. The preferred way of uniquely identifying rows is via sequences and the `SERIAL` type, which have been supported since PostgreSQL™ 6.4.

- Add `E ''` syntax so eventually ordinary strings can treat backslashes literally (Bruce)

Currently PostgreSQL™ processes a backslash in a string literal as introducing a special escape sequence, e.g. `\n` or `\010`. While this allows easy entry of special values, it is nonstandard and makes porting of applications from other databases more difficult. For this reason, the PostgreSQL™ project is planning to remove the special meaning of backslashes in strings. For backward compatibility and for users who want special backslash processing, a new string syntax has been created. This new string syntax is formed by writing an `E` immediately preceding the single quote that starts the string, e.g. `E 'hi\n'`. While this release does not change the handling of backslashes in strings, it does add new configuration parameters to help users migrate applications for future releases:

- `standard_conforming_strings` -- does this release treat backslashes literally in ordinary strings?
- `escape_string_warning` -- warn about backslashes in ordinary (non-E) strings

The `standard_conforming_strings` value is read-only. Applications can retrieve the value to know how backslashes are processed. (Presence of the parameter can also be taken as an indication that `E ''` string syntax is supported.) In a future release, `standard_conforming_strings` will be true, meaning backslashes will be treated literally in non-E strings. To prepare for this change, use `E ''` strings in places that need special backslash processing, and turn on `escape_string_warning` to find additional strings that need to be converted to use `E ''`. Also, use two single-quotes ('') to embed a literal single-quote in a string, rather than the PostgreSQL™-supported syntax of backslash single-quote (`\ '`). The former is standards-conforming and does not require the use of the `E ''` string syntax. You can also use the `$$` string syntax, which does not treat backslashes specially.

- Make **REINDEX DATABASE** reindex all indexes in the database (Tom)

Formerly, **REINDEX DATABASE** reindexed only system tables. This new behavior seems more intuitive. A new command **REINDEX SYSTEM** provides the old functionality of reindexing just the system tables.

- Read-only large object descriptors now obey MVCC snapshot semantics

When a large object is opened with `INV_READ` (and not `INV_WRITE`), the data read from the descriptor will now reflect a «snapshot» of the large object's state at the time of the transaction snapshot in use by the query that called `lo_open( )`. To obtain the old behavior of always returning the latest committed data, include `INV_WRITE` in the mode flags for `lo_open( )`.

- Add proper dependencies for arguments of sequence functions (Tom)

In previous releases, sequence names passed to `nextval( )`, `currval( )`, and `setval( )` were stored as simple text strings, meaning that renaming or dropping a sequence used in a `DEFAULT` clause made the clause invalid. This release stores all newly-created sequence function arguments as internal OIDs, allowing them to track sequence renaming, and adding de-

pendency information that prevents improper sequence removal. It also makes such DEFAULT clauses immune to schema renaming and search path changes.

Some applications might rely on the old behavior of run-time lookup for sequence names. This can still be done by explicitly casting the argument to text, for example `nextval('myseq'::text)`.

Pre-8.1 database dumps loaded into 8.1 will use the old text-based representation and therefore will not have the features of OID-stored arguments. However, it is possible to update a database containing text-based DEFAULT clauses. First, save this query into a file, such as `fixseq.sql`:

```
SELECT 'ALTER TABLE ' ||
 pg_catalog.quote_ident(n.nspname) || '.' ||
 pg_catalog.quote_ident(c.relname) || ' '
 ' ALTER COLUMN ' || pg_catalog.quote_ident(a.attname) ||
 ' SET DEFAULT ' ||
 regexp_replace(d.adsrc,
 $$val\(\([^\']*'\)::text\)::regclass$$,
 $$val\(1,
 'g') ||
 '';
FROM pg_namespace n, pg_class c, pg_attribute a, pg_attrdef d
WHERE n.oid = c.relnamespace AND
 c.oid = a.attrelid AND
 a.attrelid = d.adrelid AND
 a.attnum = d.adnum AND
 d.adsrc ~ $$val\(\([^\']*'\)::text\)::regclass$$;
```

Next, run the query against a database to find what adjustments are required, like this for database `db1`:

```
psql -t -f fixseq.sql db1
```

This will show the **ALTER TABLE** commands needed to convert the database to the newer OID-based representation. If the commands look reasonable, run this to update the database:

```
psql -t -f fixseq.sql db1 | psql -e db1
```

This process must be repeated in each database to be updated.

- In `psql`, treat unquoted `\{digit}+` sequences as octal (Bruce)

In previous releases, `\{digit}+` sequences were treated as decimal, and only `\0{digit}+` were treated as octal. This change was made for consistency.

- Remove grammar productions for prefix and postfix % and ^ operators (Tom)

These have never been documented and complicated the use of the modulus operator (%) with negative numbers.

- Make &< and &> for polygons consistent with the box "over" operators (Tom)

- **CREATE LANGUAGE** can ignore the provided arguments in favor of information from `pg_pltemplate` (Tom)

A new system catalog `pg_pltemplate` has been defined to carry information about the preferred definitions of procedural languages (such as whether they have validator functions). When an entry exists in this catalog for the language being created, **CREATE LANGUAGE** will ignore all its parameters except the language name and instead use the catalog information. This measure was taken because of increasing problems with obsolete language definitions being loaded by old dump files. As of 8.1, `pg_dump` will dump procedural language definitions as just **CREATE LANGUAGE name**, relying on a template entry to exist at load time. We expect this will be a more future-proof representation.

- Make `pg_cancel_backend(int)` return a boolean rather than an integer (Neil)
- Some users are having problems loading UTF-8 data into 8.1.X. This is because previous versions allowed invalid UTF-8 byte sequences to be entered into the database, and this release properly accepts only valid UTF-8 sequences. One way to correct a dumpfile is to run the command `iconv -c -f UTF-8 -t UTF-8 -o cleanfile.sql dumpfile.sql`. The `-c` option removes invalid character sequences. A diff of the two files will show the sequences that are invalid. `iconv` reads the entire input file into memory so it might be necessary to use split to break up the dump into multiple smaller files for processing.

## E.219.3. Additional Changes

Below you will find a detailed account of the additional changes between PostgreSQL™ 8.1 and the previous major release.

### E.219.3.1. Performance Improvements

- Improve GiST and R-tree index performance (Neil)
- Improve the optimizer, including auto-resizing of hash joins (Tom)
- Overhaul internal API in several areas
- Change WAL record CRCs from 64-bit to 32-bit (Tom)

We determined that the extra cost of computing 64-bit CRCs was significant, and the gain in reliability too marginal to justify it.

- Prevent writing large empty gaps in WAL pages (Tom)
- Improve spinlock behavior on SMP machines, particularly Opterons (Tom)
- Allow nonconsecutive index columns to be used in a multicolumn index (Tom)

For example, this allows an index on columns a,b,c to be used in a query with **WHERE a = 4 and c = 10**.

- Skip WAL logging for **CREATE TABLE AS / SELECT INTO** (Simon)

Since a crash during **CREATE TABLE AS** would cause the table to be dropped during recovery, there is no reason to WAL log as the table is loaded. (Logging still happens if WAL archiving is enabled, however.)

- Allow concurrent GiST index access (Teodor, Oleg)
- Add configuration parameter `full_page_writes` to control writing full pages to WAL (Bruce)

To prevent partial disk writes from corrupting the database, PostgreSQL™ writes a complete copy of each database disk page to WAL the first time it is modified after a checkpoint. This option turns off that functionality for more speed. This is safe to use with battery-backed disk caches where partial page writes cannot happen.

- Use `O_DIRECT` if available when using `O_SYNC` for `wal_sync_method` (Itagaki Takahiro)  
`O_DIRECT` causes disk writes to bypass the kernel cache, and for WAL writes, this improves performance.
- Improve **COPY FROM** performance (Alon Goldshuv)  
This was accomplished by reading **COPY** input in larger chunks, rather than character by character.
- Improve the performance of `COUNT()`, `SUM`, `AVG()`, `STDDEV()`, and `VARIANCE()` (Neil, Tom)

### E.219.3.2. Server Changes

- Prevent problems due to transaction ID (XID) wraparound (Tom)

The server will now warn when the transaction counter approaches the wraparound point. If the counter becomes too close to wraparound, the server will stop accepting queries. This ensures that data is not lost before needed vacuuming is performed.

- Fix problems with object IDs (OIDs) conflicting with existing system objects after the OID counter has wrapped around (Tom)
- Add warning about the need to increase `max_fsm_relations` and `max_fsm_pages` during **VACUUM** (Ron Mayer)
- Add `temp_buffers` configuration parameter to allow users to determine the size of the local buffer area for temporary table access (Tom)
- Add session start time and client IP address to `pg_stat_activity` (Magnus)
- Adjust `pg_stat` views for bitmap scans (Tom)

The meanings of some of the fields have changed slightly.

- Enhance `pg_locks` view (Tom)
- Log queries for client-side **PREPARE** and **EXECUTE** (Simon)
- Allow Kerberos name and user name case sensitivity to be specified in `postgresql.conf` (Magnus)
- Add configuration parameter `krb_server_hostname` so that the server host name can be specified as part of service principal (Todd Kover)

If not set, any service principal matching an entry in the keytab can be used. This is new Kerberos matching behavior in this release.

- Add `log_line_prefix` options for millisecond timestamps (`%m`) and remote host (`%h`) (Ed L.)
- Add WAL logging for GiST indexes (Teodor, Oleg)  
GiST indexes are now safe for crash and point-in-time recovery.
- Remove old `*.backup` files when we do `pg_stop_backup()` (Bruce)  
This prevents a large number of `*.backup` files from existing in `pg_xlog/`.
- Add configuration parameters to control TCP/IP keep-alive times for idle, interval, and count (Oliver Jowett)  
These values can be changed to allow more rapid detection of lost client connections.
- Add per-user and per-database connection limits (Petr Jelinek)  
Using **ALTER USER** and **ALTER DATABASE**, limits can now be enforced on the maximum number of sessions that can concurrently connect as a specific user or to a specific database. Setting the limit to zero disables user or database connections.
- Allow more than two gigabytes of shared memory and per-backend work memory on 64-bit machines (Koichi Suzuki)
- New system catalog `pg_pltemplate` allows overriding obsolete procedural-language definitions in dump files (Tom)

### E.219.3.3. Query Changes

- Add temporary views (Koju Iijima, Neil)
- Fix **HAVING** without any aggregate functions or **GROUP BY** so that the query returns a single group (Tom)  
Previously, such a case would treat the **HAVING** clause the same as a **WHERE** clause. This was not per spec.
- Add **USING** clause to allow additional tables to be specified to **DELETE** (Euler Taveira de Oliveira, Neil)  
In prior releases, there was no clear method for specifying additional tables to be used for joins in a **DELETE** statement. **UPDATE** already has a **FROM** clause for this purpose.
- Add support for `\x` hex escapes in backend and ecpg strings (Bruce)  
This is just like the standard C `\x` escape syntax. Octal escapes were already supported.
- Add **BETWEEN SYMMETRIC** query syntax (Pavel Stehule)  
This feature allows **BETWEEN** comparisons without requiring the first value to be less than the second. For example, **2 BETWEEN [ASYMMETRIC] 3 AND 1** returns false, while **2 BETWEEN SYMMETRIC 3 AND 1** returns true. **BETWEEN ASYMMETRIC** was already supported.
- Add **NOWAIT** option to **SELECT ... FOR UPDATE/SHARE** (Hans-Juergen Schoenig)  
While the `statement_timeout` configuration parameter allows a query taking more than a certain amount of time to be canceled, the **NOWAIT** option allows a query to be canceled as soon as a **SELECT ... FOR UPDATE/SHARE** command cannot immediately acquire a row lock.

### E.219.3.4. Object Manipulation Changes

- Track dependencies of shared objects (Alvaro)  
PostgreSQL™ allows global tables (users, databases, tablespaces) to reference information in multiple databases. This addition adds dependency information for global tables, so, for example, user ownership can be tracked across databases, so a user who owns something in any database can no longer be removed. Dependency tracking already existed for database-local objects.
- Allow limited **ALTER OWNER** commands to be performed by the object owner (Stephen Frost)  
Prior releases allowed only superusers to change object owners. Now, ownership can be transferred if the user executing the command owns the object and would be able to create it as the new owner (that is, the user is a member of the new owning role and that role has the **CREATE** permission that would be needed to create the object afresh).
- Add **ALTER object SET SCHEMA** capability for some object types (tables, functions, types) (Bernd Helmle)  
This allows objects to be moved to different schemas.
- Add **ALTER TABLE ENABLE/DISABLE TRIGGER** to disable triggers (Satoshi Nagayasu)

### E.219.3.5. Utility Command Changes

- Allow **TRUNCATE** to truncate multiple tables in a single command (Alvaro)

Because of referential integrity checks, it is not allowed to truncate a table that is part of a referential integrity constraint. Using this new functionality, **TRUNCATE** can be used to truncate such tables, if both tables involved in a referential integrity constraint are truncated in a single **TRUNCATE** command.

- Properly process carriage returns and line feeds in **COPY CSV** mode (Andrew)

In release 8.0, carriage returns and line feeds in **CSV COPY TO** were processed in an inconsistent manner. (This was documented on the TODO list.)

- Add **COPY WITH CSV HEADER** to allow a header line as the first line in **COPY** (Andrew)

This allows handling of the common **CSV** usage of placing the column names on the first line of the data file. For **COPY TO**, the first line contains the column names, and for **COPY FROM**, the first line is ignored.

- On Windows, display better sub-second precision in **EXPLAIN ANALYZE** (Magnus)

- Add trigger duration display to **EXPLAIN ANALYZE** (Tom)

Prior releases included trigger execution time as part of the total execution time, but did not show it separately. It is now possible to see how much time is spent in each trigger.

- Add support for \x hex escapes in **COPY** (Sergey Ten)

Previous releases only supported octal escapes.

- Make **SHOW ALL** include variable descriptions (Matthias Schmidt)

**SHOW varname** still only displays the variable's value and does not include the description.

- Make initdb create a new standard database called `postgres`, and convert utilities to use `postgres` rather than `template1` for standard lookups (Dave)

In prior releases, `template1` was used both as a default connection for utilities like `createuser`, and as a template for new databases. This caused **CREATE DATABASE** to sometimes fail, because a new database cannot be created if anyone else is in the template database. With this change, the default connection database is now `postgres`, meaning it is much less likely someone will be using `template1` during **CREATE DATABASE**.

- Create new `reindexdb` command-line utility by moving `/contrib/reindexdb` into the server (Euler Taveira de Oliveira)

### E.219.3.6. Data Type and Function Changes

- Add **MAX()** and **MIN()** aggregates for array types (Koju Iijima)

- Fix `to_date()` and `to_timestamp()` to behave reasonably when CC and YY fields are both used (Karel Zak)

If the format specification contains CC and a year specification is YY or longer, ignore the CC. If the year specification is YY or shorter, interpret CC as the previous century.

- Add `md5(bytea)` (Abhijit Menon-Sen)

`md5(text)` already existed.

- Add support for **numeric ^ numeric** based on `power(numeric, numeric)`

The function already existed, but there was no operator assigned to it.

- Fix **NUMERIC** modulus by properly truncating the quotient during computation (Bruce)

In previous releases, modulus for large values sometimes returned negative results due to rounding of the quotient.

- Add a function `lastval()` (Dennis Björklund)

`lastval()` is a simplified version of `currval()`. It automatically determines the proper sequence name based on the most recent `nextval()` or `setval()` call performed by the current session.

- Add `to_timestamp(DOUBLE PRECISION)` (Michael Glaesemann)

Converts Unix seconds since 1970 to a **TIMESTAMP WITH TIMEZONE**.

- Add `pg_postmaster_start_time()` function (Euler Taveira de Oliveira, Matthias Schmidt)

- Allow the full use of time zone names in **AT TIME ZONE**, not just the short list previously available (Magnus)

Previously, only a predefined list of time zone names were supported by **AT TIME ZONE**. Now any supported time zone name can be used, e.g.:

```
SELECT CURRENT_TIMESTAMP AT TIME ZONE 'Europe/London';
```

In the above query, the time zone used is adjusted based on the daylight saving time rules that were in effect on the supplied date.

- Add **GREATEST()** and **LEAST()** variadic functions (Pavel Stehule)

These functions take a variable number of arguments and return the greatest or least value among the arguments.

- Add **pg\_column\_size()** (Mark Kirkwood)

This returns storage size of a column, which might be compressed.

- Add **regexp\_replace()** (Atsushi Ogawa)

This allows regular expression replacement, like sed. An optional flag argument allows selection of global (replace all) and case-insensitive modes.

- Fix interval division and multiplication (Bruce)

Previous versions sometimes returned unjustified results, like '**4 months**::interval / **5**' returning '**1 mon -6 days**'.

- Fix roundoff behavior in timestamp, time, and interval output (Tom)

This fixes some cases in which the seconds field would be shown as 60 instead of incrementing the higher-order fields.

- Add a separate day field to type interval so a one day interval can be distinguished from a 24 hour interval (Michael Glaesemann)

Days that contain a daylight saving time adjustment are not 24 hours long, but typically 23 or 25 hours. This change creates a conceptual distinction between intervals of « so many days » and intervals of « so many hours ». Adding 1 day to a timestamp now gives the same local time on the next day even if a daylight saving time adjustment occurs between, whereas adding 24 hours will give a different local time when this happens. For example, under US DST rules:

```
'2005-04-03 00:00:00-05' + '1 day' = '2005-04-04 00:00:00-04'
'2005-04-03 00:00:00-05' + '24 hours' = '2005-04-04 01:00:00-04'
```

- Add **justify\_days()** and **justify\_hours()** (Michael Glaesemann)

These functions, respectively, adjust days to an appropriate number of full months and days, and adjust hours to an appropriate number of full days and hours.

- Move `/contrib/dbsize` into the backend, and rename some of the functions (Dave Page, Andreas Pflug)

- `pg_tablespace_size()`
- `pg_database_size()`
- `pg_relation_size()`
- `pg_total_relation_size()`
- `pg_size_pretty()`

`pg_total_relation_size()` includes indexes and TOAST tables.

- Add functions for read-only file access to the cluster directory (Dave Page, Andreas Pflug)

- `pg_stat_file()`
- `pg_read_file()`
- `pg_ls_dir()`

- Add `pg_reload_conf()` to force reloading of the configuration files (Dave Page, Andreas Pflug)

- Add `pg_rotate_logfile()` to force rotation of the server log file (Dave Page, Andreas Pflug)
- Change `pg_stat_*` views to include TOAST tables (Tom)

### E.219.3.7. Encoding and Locale Changes

- Rename some encodings to be more consistent and to follow international standards (Bruce)
  - UNICODE is now UTF8
  - ALT is now WIN866
  - WIN is now WIN1251
  - TCVN is now WIN1258

The original names still work.

- Add support for WIN1252 encoding (Roland Volkmann)
- Add support for four-byte UTF8 characters (John Hansen)

Previously only one, two, and three-byte UTF8 characters were supported. This is particularly important for support for some Chinese character sets.

- Allow direct conversion between EUC\_JP and SJIS to improve performance (Atsushi Ogawa)
- Allow the UTF8 encoding to work on Windows (Magnus)

This is done by mapping UTF8 to the Windows-native UTF16 implementation.

### E.219.3.8. General Server-Side Language Changes

- Fix **ALTER LANGUAGE RENAME** (Sergey Yatskevich)
- Allow function characteristics, like strictness and volatility, to be modified via **ALTER FUNCTION** (Neil)
- Increase the maximum number of function arguments to 100 (Tom)
- Allow SQL and PL/pgSQL functions to use **OUT** and **INOUT** parameters (Tom)

**OUT** is an alternate way for a function to return values. Instead of using **RETURN**, values can be returned by assigning to parameters declared as **OUT** or **INOUT**. This is notationally simpler in some cases, particularly so when multiple values need to be returned. While returning multiple values from a function was possible in previous releases, this greatly simplifies the process. (The feature will be extended to other server-side languages in future releases.)

- Move language handler functions into the `pg_catalog` schema

This makes it easier to drop the public schema if desired.

- Add `SPI_getnspname()` to SPI (Neil)

### E.219.3.9. PL/pgSQL Server-Side Language Changes

- Overhaul the memory management of PL/pgSQL functions (Neil)

The parsetree of each function is now stored in a separate memory context. This allows this memory to be easily reclaimed when it is no longer needed.

- Check function syntax at **CREATE FUNCTION** time, rather than at runtime (Neil)

Previously, most syntax errors were reported only when the function was executed.

- Allow **OPEN** to open non-**SELECT** queries like **EXPLAIN** and **SHOW** (Tom)

- No longer require functions to issue a **RETURN** statement (Tom)

This is a byproduct of the newly added **OUT** and **INOUT** functionality. **RETURN** can be omitted when it is not needed to provide the function's return value.

- Add support for an optional **INTO** clause to PL/pgSQL's **EXECUTE** statement (Pavel Stehule, Neil)
- Make **CREATE TABLE AS** set **ROW\_COUNT** (Tom)
- Define **SQLSTATE** and **SQLERRM** to return the **SQLSTATE** and error message of the current exception (Pavel Stehule, Neil)  
These variables are only defined inside exception blocks.
- Allow the parameters to the **RAISE** statement to be expressions (Pavel Stehule, Neil)
- Add a loop **CONTINUE** statement (Pavel Stehule, Neil)
- Allow block and loop labels (Pavel Stehule)

### E.219.3.10. PL/Perl Server-Side Language Changes

- Allow large result sets to be returned efficiently (Abhijit Menon-Sen)  
This allows functions to use `return_next()` to avoid building the entire result set in memory.
- Allow one-row-at-a-time retrieval of query results (Abhijit Menon-Sen)  
This allows functions to use `spi_query()` and `spi_fetchrow()` to avoid accumulating the entire result set in memory.
- Force PL/Perl to handle strings as UTF8 if the server encoding is UTF8 (David Kamholz)
- Add a validator function for PL/Perl (Andrew)  
This allows syntax errors to be reported at definition time, rather than execution time.
- Allow PL/Perl to return a Perl array when the function returns an array type (Andrew)  
This basically maps PostgreSQL™ arrays to Perl arrays.
- Allow Perl nonfatal warnings to generate **NOTICE** messages (Andrew)
- Allow Perl's `strict` mode to be enabled (Andrew)

### E.219.3.11. psql Changes

- Add `\set ON_ERROR_ROLLBACK` to allow statements in a transaction to error without affecting the rest of the transaction (Greg Sabino Mullane)  
This is basically implemented by wrapping every statement in a sub-transaction.
- Add support for `\x` hex strings in psql variables (Bruce)  
Octal escapes were already supported.
- Add support for **troff -ms** output format (Roger Leigh)
- Allow the history file location to be controlled by **HISTFILE** (Andreas Seltenerich)  
This allows configuration of per-database history storage.
- Prevent `\x` (expanded mode) from affecting the output of `\d tablename` (Neil)
- Add `-L` option to psql to log sessions (Lorne Sunley)  
This option was added because some operating systems do not have simple command-line activity logging functionality.
- Make `\d` show the tablespaces of indexes (Qingqing Zhou)
- Allow psql help (`\h`) to make a best guess on the proper help information (Greg Sabino Mullane)  
This allows the user to just add `\h` to the front of the syntax error query and get help on the supported syntax. Previously any additional query text beyond the command name had to be removed to use `\h`.
- Add `\pset numericlocale` to allow numbers to be output in a locale-aware format (Eugen Nedelcu)  
For example, using C locale 100000 would be output as 100 , 000 . 0 while a European locale might output this value as 100 . 000 , 0.
- Make startup banner show both server version number and psql's version number, when they are different (Bruce)

Also, a warning will be shown if the server and psql are from different major releases.

### E.219.3.12. pg\_dump Changes

- Add `-n` / `--schema` switch to `pg_restore` (Richard van den Berg)

This allows just the objects in a specified schema to be restored.

- Allow `pg_dump` to dump large objects even in text mode (Tom)

With this change, large objects are now always dumped; the former `-b` switch is a no-op.

- Allow `pg_dump` to dump a consistent snapshot of large objects (Tom)

- Dump comments for large objects (Tom)

- Add `--encoding` to `pg_dump` (Magnus Hagander)

This allows a database to be dumped in an encoding that is different from the server's encoding. This is valuable when transferring the dump to a machine with a different encoding.

- Rely on `pg_pltemplate` for procedural languages (Tom)

If the call handler for a procedural language is in the `pg_catalog` schema, `pg_dump` does not dump the handler. Instead, it dumps the language using just **CREATE LANGUAGE name**, relying on the `pg_pltemplate` catalog to provide the language's creation parameters at load time.

### E.219.3.13. libpq Changes

- Add a `PGPASSFILE` environment variable to specify the password file's filename (Andrew)
- Add `lo_create()`, that is similar to `lo_creat()` but allows the OID of the large object to be specified (Tom)
- Make `libpq` consistently return an error to the client application on `malloc()` failure (Neil)

### E.219.3.14. Source Code Changes

- Fix `pgxs` to support building against a relocated installation

- Add spinlock support for the Itanium processor using Intel compiler (Vikram Kalsi)

- Add Kerberos 5 support for Windows (Magnus)

- Add Chinese FAQ ([laser@pgsqldb.com](mailto:laser@pgsqldb.com))

- Rename Rendezvous to Bonjour to match OS/X feature renaming (Bruce)

- Add support for `fsync_writethrough` on macOS (Chris Campbell)

- Streamline the passing of information within the server, the optimizer, and the lock system (Tom)

- Allow `pg_config` to be compiled using MSVC (Andrew)

This is required to build DBD::Pg using MSVC.

- Remove support for Kerberos V4 (Magnus)

Kerberos 4 had security vulnerabilities and is no longer maintained.

- Code cleanups (Coverity static analysis performed by EnterpriseDB)

- Modify `postgresql.conf` to use documentation defaults `on/off` rather than `true/false` (Bruce)

- Enhance `pg_config` to be able to report more build-time values (Tom)

- Allow `libpq` to be built thread-safe on Windows (Dave Page)

- Allow IPv6 connections to be used on Windows (Andrew)

- Add Server Administration documentation about I/O subsystem reliability (Bruce)

- Move private declarations from `gist.h` to `gist_private.h` (Neil)

In previous releases, `gist.h` contained both the public GiST API (intended for use by authors of GiST index implementations) as well as some private declarations used by the implementation of GiST itself. The latter have been moved to a separate file, `gist_private.h`. Most GiST index implementations should be unaffected.

- Overhaul GiST memory management (Neil)

GiST methods are now always invoked in a short-lived memory context. Therefore, memory allocated via `palloc()` will be reclaimed automatically, so GiST index implementations do not need to manually release allocated memory via `pfree()`.

### E.219.3.15. Contrib Changes

- Add `/contrib/pg_buffercache` contrib module (Mark Kirkwood)

This displays the contents of the buffer cache, for debugging and performance tuning purposes.

- Remove `/contrib/array` because it is obsolete (Tom)

- Clean up the `/contrib/lo` module (Tom)

- Move `/contrib/findoidjoins` to `/src/tools` (Tom)

- Remove the `<<`, `>>`, `&<`, and `&>` operators from `/contrib/cube`

These operators were not useful.

- Improve `/contrib/btree_gist` (Janko Richter)

- Improve `/contrib/pgbench` (Tomoaki Sato, Tatsuo)

There is now a facility for testing with SQL command scripts given by the user, instead of only a hard-wired command sequence.

- Improve `/contrib/pgcrypto` (Marko Kreen)

- Implementation of OpenPGP symmetric-key and public-key encryption

Both RSA and Elgamal public-key algorithms are supported.

- Stand alone build: include SHA256/384/512 hashes, Fortuna PRNG

- OpenSSL build: support 3DES, use internal AES with OpenSSL < 0.9.7

- Take build parameters (OpenSSL, zlib) from `configure` result

There is no need to edit the `Makefile` anymore.

- Remove support for `libmhash` and `libmcrypt`

## E.220. Release 8.0.26

**Release date:** 2010-10-04

This release contains a variety of fixes from 8.0.25. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

This is expected to be the last PostgreSQL™ release in the 8.0.X series. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

### E.220.1. Migration to Version 8.0.26

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.22, see Section E.224, « Release 8.0.22 ».

### E.220.2. Changes

- Use a separate interpreter for each calling SQL userid in PL/Perl and PL/Tcl (Tom Lane)

This change prevents security problems that can be caused by subverting Perl or Tcl code that will be executed later in the same session under another SQL user identity (for example, within a `SECURITY DEFINER` function). Most scripting lan-

guages offer numerous ways that that might be done, such as redefining standard functions or operators called by the target function. Without this change, any SQL user with Perl or Tcl language usage rights can do essentially anything with the SQL privileges of the target function's owner.

The cost of this change is that intentional communication among Perl and Tcl functions becomes more difficult. To provide an escape hatch, PL/PerlU and PL/TclU functions continue to use only one interpreter per session. This is not considered a security issue since all such functions execute at the trust level of a database superuser already.

It is likely that third-party procedural languages that claim to offer trusted execution have similar security issues. We advise contacting the authors of any PL you are depending on for security-critical purposes.

Our thanks to Tim Bunce for pointing out this issue (CVE-2010-3433).

- Prevent possible crashes in `pg_get_expr()` by disallowing it from being called with an argument that is not one of the system catalog columns it's intended to be used with (Heikki Linnakangas, Tom Lane)
- Fix « cannot handle unplanned sub-select » error (Tom Lane)

This occurred when a sub-select contains a join alias reference that expands into an expression containing another sub-select.

- Defend against functions returning setof record where not all the returned rows are actually of the same rowtype (Tom Lane)
- Take care to fsync the contents of lockfiles (both `postmaster.pid` and the socket lockfile) while writing them (Tom Lane)

This omission could result in corrupted lockfile contents if the machine crashes shortly after postmaster start. That could in turn prevent subsequent attempts to start the postmaster from succeeding, until the lockfile is manually removed.

- Avoid recursion while assigning XIDs to heavily-nested subtransactions (Andres Freund, Robert Haas)

The original coding could result in a crash if there was limited stack space.

- Fix `log_line_prefix`'s %i escape, which could produce junk early in backend startup (Tom Lane)
- Fix possible data corruption in **ALTER TABLE ... SET TABLESPACE** when archiving is enabled (Jeff Davis)
- Allow **CREATE DATABASE** and **ALTER DATABASE ... SET TABLESPACE** to be interrupted by query-cancel (Guillaume Lelarge)
- In PL/Python, defend against null pointer results from `PyCObject_AsVoidPtr` and `PyCObject_FromVoidPtr` (Peter Eisentraut)
- Improve `contrib/dblink`'s handling of tables containing dropped columns (Tom Lane)
- Fix connection leak after « duplicate connection name » errors in `contrib/dblink` (Itagaki Takahiro)
- Fix `contrib/dblink` to handle connection names longer than 62 bytes correctly (Itagaki Takahiro)
- Update build infrastructure and documentation to reflect the source code repository's move from CVS to Git (Magnus Haggander and others)
- Update time zone data files to tzdata release 2010l for DST law changes in Egypt and Palestine; also historical corrections for Finland.

This change also adds new names for two Micronesian timezones: Pacific/Chuuk is now preferred over Pacific/Truk (and the preferred abbreviation is CHUT not TRUT) and Pacific/Pohnpei is preferred over Pacific/Ponape.

## E.221. Release 8.0.25

**Release date:** 2010-05-17

This release contains a variety of fixes from 8.0.24. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 8.0.X release series in July 2010. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

### E.221.1. Migration to Version 8.0.25

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.22, see Section E.224, « Release 8.0.22 ».

### E.221.2. Changes

- Enforce restrictions in `plperl` using an opmask applied to the whole interpreter, instead of using `Safe.pm` (Tim Bunce, Andrew Dunstan)

Recent developments have convinced us that `Safe.pm` is too insecure to rely on for making `plperl` trustable. This change removes use of `Safe.pm` altogether, in favor of using a separate interpreter with an opcode mask that is always applied. Pleasant side effects of the change include that it is now possible to use Perl's `strict` pragma in a natural way in `plperl`, and that Perl's `$a` and `$b` variables work as expected in sort routines, and that function compilation is significantly faster. (CVE-2010-1169)

- Prevent PL/Tcl from executing untrustworthy code from `pltcl_modules` (Tom)

PL/Tcl's feature for autoloading Tcl code from a database table could be exploited for trojan-horse attacks, because there was no restriction on who could create or insert into that table. This change disables the feature unless `pltcl_modules` is owned by a superuser. (However, the permissions on the table are not checked, so installations that really need a less-than-secure modules table can still grant suitable privileges to trusted non-superusers.) Also, prevent loading code into the unrestricted « normal » Tcl interpreter unless we are really going to execute a `pltclu` function. (CVE-2010-1170)

- Do not allow an unprivileged user to reset superuser-only parameter settings (Alvaro)

Previously, if an unprivileged user ran `ALTER USER ... RESET ALL` for himself, or `ALTER DATABASE ... RESET ALL` for a database he owns, this would remove all special parameter settings for the user or database, even ones that are only supposed to be changeable by a superuser. Now, the `ALTER` will only remove the parameters that the user has permission to change.

- Avoid possible crash during backend shutdown if shutdown occurs when a CONTEXT addition would be made to log entries (Tom)

In some cases the context-printing function would fail because the current transaction had already been rolled back when it came time to print a log message.

- Update PL/Perl's `ppport.h` for modern Perl versions (Andrew)
- Fix assorted memory leaks in PL/Python (Andreas Freund, Tom)
- Prevent infinite recursion in `psql` when expanding a variable that refers to itself (Tom)
- Ensure that `contrib/pgstattuple` functions respond to cancel interrupts promptly (Tatsuhito Kasahara)
- Make server startup deal properly with the case that `shmget()` returns `EINVAL` for an existing shared memory segment (Tom)

This behavior has been observed on BSD-derived kernels including macOS. It resulted in an entirely-misleading startup failure complaining that the shared memory request size was too large.

- Update time zone data files to tzdata release 2010j for DST law changes in Argentina, Australian Antarctic, Bangladesh, Mexico, Morocco, Pakistan, Palestine, Russia, Syria, Tunisia; also historical corrections for Taiwan.

## E.222. Release 8.0.24

**Release date:** 2010-03-15

This release contains a variety of fixes from 8.0.23. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 8.0.X release series in July 2010. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

### E.222.1. Migration to Version 8.0.24

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.22, see Section E.224, « Release 8.0.22 ».

### E.222.2. Changes

- Add new configuration parameter `ssl_renegotiation_limit` to control how often we do session key renegotiation for an SSL connection (Magnus)

This can be set to zero to disable renegotiation completely, which may be required if a broken SSL library is used. In particular, some vendors are shipping stopgap patches for CVE-2009-3555 that cause renegotiation attempts to fail.

- Fix possible crashes when trying to recover from a failure in subtransaction start (Tom)
- Fix server memory leak associated with use of savepoints and a client encoding different from server's encoding (Tom)
- Make `substring()` for bit types treat any negative length as meaning « all the rest of the string » (Tom)  
The previous coding treated only -1 that way, and would produce an invalid result value for other negative values, possibly leading to a crash (CVE-2010-0442).
- Fix integer-to-bit-string conversions to handle the first fractional byte correctly when the output bit width is wider than the given integer by something other than a multiple of 8 bits (Tom)
- Fix some cases of pathologically slow regular expression matching (Tom)
- Fix the `STOP WAL LOCATION` entry in backup history files to report the next WAL segment's name when the end location is exactly at a segment boundary (Itagaki Takahiro)
- When reading `pg_hba.conf` and related files, do not treat @something as a file inclusion request if the @ appears inside quote marks; also, never treat @ by itself as a file inclusion request (Tom)  
This prevents erratic behavior if a role or database name starts with @. If you need to include a file whose path name contains spaces, you can still do so, but you must write @" /path to/file " rather than putting the quotes around the whole construct.
- Prevent infinite loop on some platforms if a directory is named as an inclusion target in `pg_hba.conf` and related files (Tom)
- Fix plpgsql failure in one case where a composite column is set to NULL (Tom)
- Add `volatile` markings in PL/Python to avoid possible compiler-specific misbehavior (Zdenek Kotala)
- Ensure PL/Tcl initializes the Tcl interpreter fully (Tom)  
The only known symptom of this oversight is that the Tcl `clock` command misbehaves if using Tcl 8.5 or later.
- Prevent crash in `contrib/dblink` when too many key columns are specified to a `dblink_build_sql_*` function (Rushabh Lathia, Joe Conway)
- Fix assorted crashes in `contrib/xml2` caused by sloppy memory management (Tom)
- Update time zone data files to tzdata release 2010e for DST law changes in Bangladesh, Chile, Fiji, Mexico, Paraguay, Samoa.

## E.223. Release 8.0.23

**Release date:** 2009-12-14

This release contains a variety of fixes from 8.0.22. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.223.1. Migration to Version 8.0.23

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.22, see Section E.224, « Release 8.0.22 ».

### E.223.2. Changes

- Protect against indirect security threats caused by index functions changing session-local state (Gurjeet Singh, Tom)  
This change prevents allegedly-immutable index functions from possibly subverting a superuser's session (CVE-2009-4136).
- Reject SSL certificates containing an embedded null byte in the common name (CN) field (Magnus)  
This prevents unintended matching of a certificate to a server or client name during SSL validation (CVE-2009-4034).
- Fix possible crash during backend-startup-time cache initialization (Tom)
- Prevent signals from interrupting VACUUM at unsafe times (Alvaro)  
This fix prevents a PANIC if a `VACUUM FULL` is canceled after it's already committed its tuple movements, as well as transient errors if a plain `VACUUM` is interrupted after having truncated the table.
- Fix possible crash due to integer overflow in hash table size calculation (Tom)

This could occur with extremely large planner estimates for the size of a hashjoin's result.

- Fix very rare crash in inet/cidr comparisons (Chris Mikkelsen)
  - Fix premature drop of temporary files used for a cursor that is accessed within a subtransaction (Heikki)
  - Fix PAM password processing to be more robust (Tom)

The previous code is known to fail with the combination of the Linux `pam_krb5` PAM module with Microsoft Active Directory as the domain controller. It might have problems elsewhere too, since it was making unjustified assumptions about what arguments the PAM stack would pass to it.

- Fix rare crash in exception processing in PL/Python (Peter)
  - Ensure psql's flex module is compiled with the correct system header definitions (Tom)

This fixes build failures on platforms where `--enable-largefile` causes incompatible changes in the generated code.

- Make the postmaster ignore any application\_name parameter in connection request packets, to improve compatibility with future libpq versions (Tom)
  - Update time zone data files to tzdata release 2009s for DST law changes in Antarctica, Argentina, Bangladesh, Fiji, Novokuznetsk, Pakistan, Palestine, Samoa, Syria; also historical corrections for Hong Kong.

E.224. Release 8.0.22

Release date: 2009-09-09

This release contains a variety of fixes from 8.0.21. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, «Release 8.0».

## **E.224.1. Migration to Version 8.0.22**

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you have any hash indexes on interval columns, you must **REINDEX** them after updating to 8.0.22. Also, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, «Release 8.0.6».

## E.224.2. Changes

- Disallow **RESET ROLE** and **RESET SESSION AUTHORIZATION** inside security-definer functions (Tom, Heikki)

This covers a case that was missed in the previous patch that disallowed **SET ROLE** and **SET SESSION AUTHORIZATION** inside security-definer functions. (See CVE-2007-6600)

- Fix handling of sub-SELECTs appearing in the arguments of an outer-level aggregate function (Tom)
  - Fix hash calculation for data type interval (Tom)

This corrects wrong results for hash joins on interval values. It also changes the contents of hash indexes on interval columns. If you have any such indexes, you must **REINDEX** them after updating.

- Treat `to char( . . . , 'TH')` as an uppercase ordinal suffix with '`HH`'/'`HH12`' (Heikki)

It was previously handled as 'th' (lowercase).

- Fix overflow for `INTERVAL 'x ms'` when x is more than 2 million and integer datetimes are in use (Alex Hunsaker)

- Fix calculation of distance between a point and a line segment (Tom)

This led to incorrect results from a number of geometric operators.

- Fix money data type to work in locales where currency amounts have no fractional digits, e.g. Japan (Itagaki Takahiro)



- Fix poor choice of page split point in GiST R-tree operator classes (Teodor)

- Fix portability issues in plperl initialization (Andrew Dunstan)

- Fix pg\_ctl to not go into an infinite loop if `postgresql.conf` is empty (Jeff Davis)

- Fix contrib/xml2's `xslt_process()` to properly handle the maximum number of parameters (twenty) (Tom)

- Improve robustness of libpq's code to recover from errors during **COPY FROM STDIN** (Tom)
- Avoid including conflicting readline and editline header files when both libraries are installed (Zdenek Kotala)
- Update time zone data files to tzdata release 2009l for DST law changes in Bangladesh, Egypt, Jordan, Pakistan, Argentina/ San\_Luis, Cuba, Jordan (historical correction only), Mauritius, Morocco, Palestine, Syria, Tunisia.

## E.225. Release 8.0.21

**Release date:** 2009-03-16

This release contains a variety of fixes from 8.0.20. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.225.1. Migration to Version 8.0.21

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0.6 ».

### E.225.2. Changes

- Prevent error recursion crashes when encoding conversion fails (Tom)

This change extends fixes made in the last two minor releases for related failure scenarios. The previous fixes were narrowly tailored for the original problem reports, but we have now recognized that *any* error thrown by an encoding conversion function could potentially lead to infinite recursion while trying to report the error. The solution therefore is to disable translation and encoding conversion and report the plain-ASCII form of any error message, if we find we have gotten into a recursive error reporting situation. (CVE-2009-0922)

- Disallow **CREATE CONVERSION** with the wrong encodings for the specified conversion function (Heikki)

This prevents one possible scenario for encoding conversion failure. The previous change is a backstop to guard against other kinds of failures in the same area.

- Fix core dump when `to_char( )` is given format codes that are inappropriate for the type of the data argument (Tom)
- Add MUST (Mauritius Island Summer Time) to the default list of known timezone abbreviations (Xavier Bugaud)

## E.226. Release 8.0.20

**Release date:** 2009-02-02

This release contains a variety of fixes from 8.0.19. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.226.1. Migration to Version 8.0.20

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0.6 ».

### E.226.2. Changes

- Improve handling of URLs in `headline( )` function (Teodor)
- Improve handling of overlength headlines in `headline( )` function (Teodor)
- Prevent possible Assert failure or misconversion if an encoding conversion is created with the wrong conversion function for the specified pair of encodings (Tom, Heikki)
- Avoid unnecessary locking of small tables in **VACUUM** (Heikki)
- Fix uninitialized variables in `contrib/tsearch2/get_covers( )` function (Teodor)
- Make all documentation reference `pgsql-bugs` and/or `pgsql-hackers` as appropriate, instead of the now-decommissioned `pgsql-ports` and `pgsql-patches` mailing lists (Tom)
- Update time zone data files to tzdata release 2009a (for Kathmandu and historical DST corrections in Switzerland, Cuba)

## E.227. Release 8.0.19

**Release date:** 2008-11-03

This release contains a variety of fixes from 8.0.18. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.227.1. Migration to Version 8.0.19

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0.6 ».

### E.227.2. Changes

- Fix backend crash when the client encoding cannot represent a localized error message (Tom)  
We have addressed similar issues before, but it would still fail if the « character has no equivalent » message itself couldn't be converted. The fix is to disable localization and send the plain ASCII error message when we detect such a situation.
- Fix possible crash when deeply nested functions are invoked from a trigger (Tom)
- Ensure an error is reported when a newly-defined PL/pgSQL trigger function is invoked as a normal function (Tom)
- Fix incorrect tsearch2 headline generation when single query item matches first word of text (Sushant Sinha)
- Fix improper display of fractional seconds in interval values when using a non-ISO datestyle in an --enable-integer-datetimebuild (Ron Mayer)
- Ensure SPI\_getvalue and SPI\_getbinval behave correctly when the passed tuple and tuple descriptor have different numbers of columns (Tom)

This situation is normal when a table has had columns added or removed, but these two functions didn't handle it properly. The only likely consequence is an incorrect error indication.

- Fix ecpg's parsing of **CREATE USER** (Michael)
- Fix recent breakage of pg\_ctl restart (Tom)
- Update time zone data files to tzdata release 2008i (for DST law changes in Argentina, Brazil, Mauritius, Syria)

## E.228. Release 8.0.18

**Release date:** 2008-09-22

This release contains a variety of fixes from 8.0.17. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.228.1. Migration to Version 8.0.18

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0.6 ».

### E.228.2. Changes

- Widen local lock counters from 32 to 64 bits (Tom)

This responds to reports that the counters could overflow in sufficiently long transactions, leading to unexpected « lock is already held » errors.

- Add checks in executor startup to ensure that the tuples produced by an **INSERT** or **UPDATE** will match the target table's current rowtype (Tom)

**ALTER COLUMN TYPE**, followed by re-use of a previously cached plan, could produce this type of situation. The check protects against data corruption and/or crashes that could ensue.

- Fix datetime input functions to correctly detect integer overflow when running on a 64-bit platform (Tom)
- Improve performance of writing very long log messages to syslog (Tom)
- Fix bug in backwards scanning of a cursor on a **SELECT DISTINCT ON** query (Tom)

- Fix planner to estimate that GROUP BY expressions yielding boolean results always result in two groups, regardless of the expressions' contents (Tom)

This is very substantially more accurate than the regular GROUP BY estimate for certain boolean tests like `col IS NULL`.

- Fix PL/Tcl to behave correctly with Tcl 8.5, and to be more careful about the encoding of data sent to or from Tcl (Tom)
- Fix PL/Python to work with Python 2.5

This is a back-port of fixes made during the 8.2 development cycle.

- Improve pg\_dump and pg\_restore's error reporting after failure to send a SQL command (Tom)
- Fix pg\_ctl to properly preserve postmaster command-line arguments across a `restart` (Bruce)
- Update time zone data files to tzdata release 2008f (for DST law changes in Argentina, Bahamas, Brazil, Mauritius, Morocco, Pakistan, Palestine, and Paraguay)

## E.229. Release 8.0.17

**Release date:** 2008-06-12

This release contains one serious bug fix over 8.0.16. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.229.1. Migration to Version 8.0.17

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0.6 ».

### E.229.2. Changes

- Make `pg_get_ruledef()` parenthesize negative constants (Tom)

Before this fix, a negative constant in a view or rule might be dumped as, say, `-42::integer`, which is subtly incorrect: it should be `(-42)::integer` due to operator precedence rules. Usually this would make little difference, but it could interact with another recent patch to cause PostgreSQL™ to reject what had been a valid **SELECT DISTINCT** view query. Since this could result in pg\_dump output failing to reload, it is being treated as a high-priority fix. The only released versions in which dump output is actually incorrect are 8.3.1 and 8.2.7.

## E.230. Release 8.0.16

**Release date:** never released

This release contains a variety of fixes from 8.0.15. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.230.1. Migration to Version 8.0.16

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0.6 ».

### E.230.2. Changes

- Fix **ALTER TABLE ADD COLUMN ... PRIMARY KEY** so that the new column is correctly checked to see if it's been initialized to all non-nulls (Brendan Jurd)

Previous versions neglected to check this requirement at all.
- Fix possible **CREATE TABLE** failure when alling the « same » constraint from multiple parent relations that alled that constraint from a common ancestor (Tom)
- Fix conversions between ISO-8859-5 and other encodings to handle Cyrillic « Yo » characters (е and Е with two dots) (Sergey Burladyan)
- Fix a few datatype input functions that were allowing unused bytes in their results to contain uninitialized, unpredictable values (Tom)

This could lead to failures in which two apparently identical literal values were not seen as equal, resulting in the parser complaining about unmatched ORDER BY and DISTINCT expressions.

- Fix a corner case in regular-expression substring matching (`substring(string from pattern)`) (Tom)  
The problem occurs when there is a match to the pattern overall but the user has specified a parenthesized subexpression and that subexpression hasn't got a match. An example is `substring('foo' from 'foo(bar)?')`. This should return NULL, since `(bar)` isn't matched, but it was mistakenly returning the whole-pattern match instead (ie, `foo`).
- Update time zone data files to tzdata release 2008c (for DST law changes in Morocco, Iraq, Choibalsan, Pakistan, Syria, Cuba, Argentina/San\_Luis, and Chile)
- Fix incorrect result from ecpg's PGTYPESTimestamp\_sub() function (Michael)
- Fix core dump in contrib/xml2's `xpath_table()` function when the input query returns a NULL value (Tom)
- Fix contrib/xml2's makefile to not override CFLAGS (Tom)
- Fix DatumGetBool macro to not fail with gcc 4.3 (Tom)

This problem affects « old style » (V0) C functions that return boolean. The fix is already in 8.3, but the need to back-patch it was not realized at the time.

- Fix longstanding **LISTEN/NOTIFY** race condition (Tom)

In rare cases a session that had just executed a **LISTEN** might not get a notification, even though one would be expected because the concurrent transaction executing **NOTIFY** was observed to commit later.

A side effect of the fix is that a transaction that has executed a not-yet-committed **LISTEN** command will not see any row in pg\_listener for the **LISTEN**, should it choose to look; formerly it would have. This behavior was never documented one way or the other, but it is possible that some applications depend on the old behavior.

- Fix rare crash when an error occurs during a query using a hash index (Heikki)
- Fix input of datetime values for February 29 in years BC (Tom)

The former coding was mistaken about which years were leap years.

- Fix « unrecognized node type » error in some variants of **ALTER OWNER** (Tom)
- Fix pg\_ctl to correctly extract the postmaster's port number from command-line options (Itagaki Takahiro, Tom)

Previously, `pg_ctl start -w` could try to contact the postmaster on the wrong port, leading to bogus reports of startup failure.

- Use `-fwrapv` to defend against possible misoptimization in recent gcc versions (Tom)  
This is known to be necessary when building PostgreSQL™ with gcc 4.3 or later.

- Fix display of constant expressions in ORDER BY and GROUP BY (Tom)

An explicitly casted constant would be shown incorrectly. This could for example lead to corruption of a view definition during dump and reload.

- Fix libpq to handle NOTICE messages correctly during COPY OUT (Tom)

This failure has only been observed to occur when a user-defined datatype's output routine issues a NOTICE, but there is no guarantee it couldn't happen due to other causes.

## E.231. Release 8.0.15

**Release date:** 2008-01-07

This release contains a variety of fixes from 8.0.14, including fixes for significant security issues. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

This is the last 8.0.X release for which the PostgreSQL™ community will produce binary packages for Windows™. Windows users are encouraged to move to 8.2.X or later, since there are Windows-specific fixes in 8.2.X that are impractical to back-port. 8.0.X will continue to be supported on other platforms.

### E.231.1. Migration to Version 8.0.15

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Sec-

tion E.240, « Release 8.0.6 ».

## E.231.2. Changes

- Prevent functions in indexes from executing with the privileges of the user running **VACUUM**, **ANALYZE**, etc (Tom)

Functions used in index expressions and partial-index predicates are evaluated whenever a new table entry is made. It has long been understood that this poses a risk of trojan-horse code execution if one modifies a table owned by an untrustworthy user. (Note that triggers, defaults, check constraints, etc. pose the same type of risk.) But functions in indexes pose extra danger because they will be executed by routine maintenance operations such as **VACUUM FULL**, which are commonly performed automatically under a superuser account. For example, a nefarious user can execute code with superuser privileges by setting up a trojan-horse index definition and waiting for the next routine vacuum. The fix arranges for standard maintenance operations (including **VACUUM**, **ANALYZE**, **REINDEX**, and **CLUSTER**) to execute as the table owner rather than the calling user, using the same privilege-switching mechanism already used for **SECURITY DEFINER** functions. To prevent bypassing this security measure, execution of **SET SESSION AUTHORIZATION** and **SET ROLE** is now forbidden within a **SECURITY DEFINER** context. (CVE-2007-6600)

- Repair assorted bugs in the regular-expression package (Tom, Will Drewry)

Suitably crafted regular-expression patterns could cause crashes, infinite or near-infinite looping, and/or massive memory consumption, all of which pose denial-of-service hazards for applications that accept regex search patterns from untrustworthy sources. (CVE-2007-4769, CVE-2007-4772, CVE-2007-6067)

- Require non-superusers who use `/contrib/dblink` to use only password authentication, as a security measure (Joe)

The fix that appeared for this in 8.0.14 was incomplete, as it plugged the hole for only some `dblink` functions. (CVE-2007-6601, CVE-2007-3278)

- Update time zone data files to tzdata release 2007k (in particular, recent Argentina changes) (Tom)

- Fix planner failure in some cases of `WHERE false AND var IN (SELECT ...)` (Tom)

- Preserve the tablespace of indexes that are rebuilt by **ALTER TABLE ... ALTER COLUMN TYPE** (Tom)

- Make archive recovery always start a new WAL timeline, rather than only when a recovery stop time was used (Simon)

This avoids a corner-case risk of trying to overwrite an existing archived copy of the last WAL segment, and seems simpler and cleaner than the original definition.

- Make **VACUUM** not use all of `maintenance_work_mem` when the table is too small for it to be useful (Alvaro)

- Fix potential crash in `translate()` when using a multibyte database encoding (Tom)

- Fix PL/Perl to cope when platform's Perl defines type `bool` as `int` rather than `char` (Tom)

While this could theoretically happen anywhere, no standard build of Perl did things this way ... until macOS™ 10.5.

- Fix PL/Python to not crash on long exception messages (Alvaro)

- Fix `pg_dump` to correctly handle allance child tables that have default expressions different from their parent's (Tom)

- `ecpg` parser fixes (Michael)

- Make `contrib/tablefunc`'s `crosstab()` handle NULL rowid as a category in its own right, rather than crashing (Joe)

- Fix `tsvector` and `tsquery` output routines to escape backslashes correctly (Teodor, Bruce)

- Fix crash of `to_tsvector()` on huge input strings (Teodor)

- Require a specific version of Autoconf™ to be used when re-generating the `configure` script (Peter)

This affects developers and packagers only. The change was made to prevent accidental use of untested combinations of Autoconf™ and PostgreSQL™ versions. You can remove the version check if you really want to use a different Autoconf™ version, but it's your responsibility whether the result works or not.

## E.232. Release 8.0.14

**Release date:** 2007-09-17

This release contains a variety of fixes from 8.0.13. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

## E.232.1. Migration to Version 8.0.14

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0.6 ».

## E.232.2. Changes

- Prevent index corruption when a transaction inserts rows and then aborts close to the end of a concurrent **VACUUM** on the same table (Tom)
- Make **CREATE DOMAIN ... DEFAULT NULL** work properly (Tom)
- Fix excessive logging of SSL error messages (Tom)
- Fix logging so that log messages are never interleaved when using the syslogger process (Andrew)
- Fix crash when `log_min_error_statement` logging runs out of memory (Tom)
- Fix incorrect handling of some foreign-key corner cases (Tom)
- Prevent **CLUSTER** from failing due to attempting to process temporary tables of other sessions (Alvaro)
- Update the time zone database rules, particularly New Zealand's upcoming changes (Tom)
- Windows socket improvements (Magnus)
- Suppress timezone name (%Z) in log timestamps on Windows because of possible encoding mismatches (Tom)
- Require non-superusers who use `/contrib/dblink` to use only password authentication, as a security measure (Joe)

## E.233. Release 8.0.13

**Release date:** 2007-04-23

This release contains a variety of fixes from 8.0.12, including a security fix. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

## E.233.1. Migration to Version 8.0.13

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0.6 ».

## E.233.2. Changes

- Support explicit placement of the temporary-table schema within `search_path`, and disable searching it for functions and operators (Tom)

This is needed to allow a security-definer function to set a truly secure value of `search_path`. Without it, an unprivileged SQL user can use temporary objects to execute code with the privileges of the security-definer function (CVE-2007-2138). See **CREATE FUNCTION** for more information.

- `/contrib/tsearch2` crash fixes (Teodor)
- Fix potential-data-corruption bug in how **VACUUM FULL** handles **UPDATE** chains (Tom, Pavan Deolasee)
- Fix PANIC during enlargement of a hash index (bug introduced in 8.0.10) (Tom)
- Fix POSIX-style timezone specs to follow new USA DST rules (Tom)

## E.234. Release 8.0.12

**Release date:** 2007-02-07

This release contains one fix from 8.0.11. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

## E.234.1. Migration to Version 8.0.12

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Sec-

tion E.240, « Release 8.0.6 ».

## E.234.2. Changes

- Remove overly-restrictive check for type length in constraints and functional indexes(Tom)

## E.235. Release 8.0.11

**Release date:** 2007-02-05

This release contains a variety of fixes from 8.0.10, including a security fix. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.235.1. Migration to Version 8.0.11

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0 ».

### E.235.2. Changes

- Remove security vulnerabilities that allowed connected users to read backend memory (Tom)

The vulnerabilities involve suppressing the normal check that a SQL function returns the data type it's declared to, and changing the data type of a table column (CVE-2007-0555, CVE-2007-0556). These errors can easily be exploited to cause a backend crash, and in principle might be used to read database content that the user should not be able to access.

- Fix rare bug wherein btree index page splits could fail due to choosing an infeasible split point (Heikki Linnakangas)
- Fix for rare Assert() crash triggered by UNION (Tom)
- Tighten security of multi-byte character processing for UTF8 sequences over three bytes long (Tom)

## E.236. Release 8.0.10

**Release date:** 2007-01-08

This release contains a variety of fixes from 8.0.9. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.236.1. Migration to Version 8.0.10

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0.6 ».

### E.236.2. Changes

- Improve handling of `getaddrinfo()` on AIX (Tom)  
This fixes a problem with starting the statistics collector, among other things.
- Fix « failed to re-find parent key » errors in **VACUUM** (Tom)
- Fix race condition for truncation of a large relation across a gigabyte boundary by **VACUUM** (Tom)
- Fix bugs affecting multi-gigabyte hash indexes (Tom)
- Fix possible deadlock in Windows signal handling (Teodor)
- Fix error when constructing an `ARRAY[ ]` made up of multiple empty elements (Tom)
- Fix ecpg memory leak during connection (Michael)
- `to_number()` and `to_char(numeric)` are now **STABLE**, not **IMMUTABLE**, for new initdb installs (Tom)  
This is because `lc_numeric` can potentially change the output of these functions.
- Improve index usage of regular expressions that use parentheses (Tom)

This improves psql \d performance also.

- Update timezone database

This affects Australian and Canadian daylight-savings rules in particular.

## E.237. Release 8.0.9

**Release date:** 2006-10-16

This release contains a variety of fixes from 8.0.8. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.237.1. Migration to Version 8.0.9

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0.6 ».

### E.237.2. Changes

- Fix crash when referencing NEW row values in rule WHERE expressions (Tom)
- Fix core dump when an untyped literal is taken as ANYARRAY
- Fix mishandling of AFTER triggers when query contains a SQL function returning multiple rows (Tom)
- Fix **ALTER TABLE ... TYPE** to recheck NOT NULL for USING clause (Tom)
- Fix `string_to_array( )` to handle overlapping matches for the separator string  
For example, `string_to_array('123xx456xxx789', 'xx')`.
- Fix corner cases in pattern matching for psql's \d commands
- Fix index-corrupting bugs in /contrib/ltree (Teodor)
- Numerous robustness fixes in ecpg (Joachim Wieland)
- Fix backslash escaping in /contrib/dbmirror
- Fix instability of statistics collection on Win32 (Tom, Andrew)
- Fixes for AIX and Intel™ compilers (Tom)

## E.238. Release 8.0.8

**Release date:** 2006-05-23

This release contains a variety of fixes from 8.0.7, including patches for extremely serious security issues. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.238.1. Migration to Version 8.0.8

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0.6 ».

Full security against the SQL-injection attacks described in CVE-2006-2313 and CVE-2006-2314 might require changes in application code. If you have applications that embed untrustworthy strings into SQL commands, you should examine them as soon as possible to ensure that they are using recommended escaping techniques. In most cases, applications should be using subroutines provided by libraries or drivers (such as libpq's `PQescapeStringConn()`) to perform string escaping, rather than relying on *ad hoc* code to do it.

### E.238.2. Changes

- Change the server to reject invalidly-encoded multibyte characters in all cases (Tatsuo, Tom)

While PostgreSQL™ has been moving in this direction for some time, the checks are now applied uniformly to all encodings and all textual input, and are now always errors not merely warnings. This change defends against SQL-injection attacks of the

type described in CVE-2006-2313.

- Reject unsafe uses of \ ' in string literals

As a server-side defense against SQL-injection attacks of the type described in CVE-2006-2314, the server now only accepts '' and not \ ' as a representation of ASCII single quote in SQL string literals. By default, \ ' is rejected only when client\_encoding is set to a client-only encoding (SJIS, BIG5, GBK, GB18030, or UHC), which is the scenario in which SQL injection is possible. A new configuration parameter backslash\_quote is available to adjust this behavior when needed. Note that full security against CVE-2006-2314 might require client-side changes; the purpose of backslash\_quote is in part to make it obvious that insecure clients are insecure.

- Modify libpq's string-escaping routines to be aware of encoding considerations and standard\_conforming\_strings  
This fixes libpq-using applications for the security issues described in CVE-2006-2313 and CVE-2006-2314, and also future-proofs them against the planned changeover to SQL-standard string literal syntax. Applications that use multiple PostgreSQL™ connections concurrently should migrate to PQescapeStringConn() and PQescapeByteaConn() to ensure that escaping is done correctly for the settings in use in each database connection. Applications that do string escaping « by hand » should be modified to rely on library routines instead.
- Fix some incorrect encoding conversion functions  
`win1251_to_iso, alt_to_iso, euc_tw_to_big5, euc_tw_to_mic, mic_to_euc_tw` were all broken to varying extents.
- Clean up stray remaining uses of \ ' in strings (Bruce, Jan)
- Fix bug that sometimes caused OR'd index scans to miss rows they should have returned
- Fix WAL replay for case where a btree index has been truncated
- Fix SIMILAR TO for patterns involving | (Tom)
- Fix **SELECT INTO** and **CREATE TABLE AS** to create tables in the default tablespace, not the base directory (Kris Jurka)
- Fix server to use custom DH SSL parameters correctly (Michael Fuhr)
- Fix for Bonjour on Intel Macs (Ashley Clark)
- Fix various minor memory leaks
- Fix problem with password prompting on some Win32 systems (Robert Kinberg)

## E.239. Release 8.0.7

**Release date:** 2006-02-14

This release contains a variety of fixes from 8.0.6. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.239.1. Migration to Version 8.0.7

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.6, see Section E.240, « Release 8.0.6 ».

### E.239.2. Changes

- Fix potential crash in **SET SESSION AUTHORIZATION** (CVE-2006-0553)

An unprivileged user could crash the server process, resulting in momentary denial of service to other users, if the server has been compiled with Asserts enabled (which is not the default). Thanks to Akio Ishida for reporting this problem.

- Fix bug with row visibility logic in self-inserted rows (Tom)

Under rare circumstances a row inserted by the current command could be seen as already valid, when it should not be. Repairs bug created in 8.0.4, 7.4.9, and 7.3.11 releases.

- Fix race condition that could lead to « file already exists » errors during pg\_clog and pg\_subtrans file creation (Tom)

- Fix cases that could lead to crashes if a cache-validation message arrives at just the wrong time (Tom)

- Properly check DOMAIN constraints for UNKNOWN parameters in prepared statements (Neil)

- Ensure **ALTER COLUMN TYPE** will process FOREIGN KEY, UNIQUE, and PRIMARY KEY constraints in the proper order (Nakano Yoshihisa)
- Fixes to allow restoring dumps that have cross-schema references to custom operators or operator classes (Tom)
- Allow pg\_restore to continue properly after a **COPY** failure; formerly it tried to treat the remaining **COPY** data as SQL commands (Stephen Frost)
- Fix pg\_ctl unregister crash when the data directory is not specified (Magnus)
- Fix ecpg crash on AMD64 and PPC (Neil)
- Recover properly if error occurs during argument passing in PL/Python (Neil)
- Fix PL/Perl's handling of locales on Win32 to match the backend (Andrew)
- Fix crash when log\_min\_messages is set to DEBUG3 or above in postgresql.conf on Win32 (Bruce)
- Fix pgxs -L library path specification for Win32, Cygwin, macOS, AIX (Bruce)
- Check that SID is enabled while checking for Win32 admin privileges (Magnus)
- Properly reject out-of-range date inputs (Kris Jurka)
- Portability fix for testing presence of finite and isinf during configure (Tom)

## E.240. Release 8.0.6

**Release date:** 2006-01-09

This release contains a variety of fixes from 8.0.5. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.240.1. Migration to Version 8.0.6

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.3, see Section E.243, « Release 8.0.3 ». Also, you might need to **REINDEX** indexes on textual columns after updating, if you are affected by the locale or plperl issues described below.

### E.240.2. Changes

- Fix Windows code so that postmaster will continue rather than exit if there is no more room in ShmemBackendArray (Magnus)

The previous behavior could lead to a denial-of-service situation if too many connection requests arrive close together. This applies *only* to the Windows port.
- Fix bug introduced in 8.0 that could allow ReadBuffer to return an already-used page as new, potentially causing loss of recently-committed data (Tom)
- Fix for protocol-level Describe messages issued outside a transaction or in a failed transaction (Tom)
- Fix character string comparison for locales that consider different character combinations as equal, such as Hungarian (Tom)

This might require **REINDEX** to fix existing indexes on textual columns.
- Set locale environment variables during postmaster startup to ensure that plperl won't change the locale later

This fixes a problem that occurred if the postmaster was started with environment variables specifying a different locale than what initdb had been told. Under these conditions, any use of plperl was likely to lead to corrupt indexes. You might need **REINDEX** to fix existing indexes on textual columns if this has happened to you.
- Allow more flexible relocation of installation directories (Tom)

Previous releases supported relocation only if all installation directory paths were the same except for the last component.
- Fix longstanding bug in strpos() and regular expression handling in certain rarely used Asian multi-byte character sets (Tatsuo)
- Various fixes for functions returning RECORDS (Tom)
- Fix bug in /contrib/pgcrypto gen\_salt, which caused it not to use all available salt space for MD5 and XDES algorithms (Marko Kreen, Solar Designer)

Salts for Blowfish and standard DES are unaffected.

- Fix `/contrib/dblink` to throw an error, rather than crashing, when the number of columns specified is different from what's actually returned by the query (Joe)

## E.241. Release 8.0.5

**Release date:** 2005-12-12

This release contains a variety of fixes from 8.0.4. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.241.1. Migration to Version 8.0.5

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.3, see Section E.243, « Release 8.0.3 ».

### E.241.2. Changes

- Fix race condition in transaction log management

There was a narrow window in which an I/O operation could be initiated for the wrong page, leading to an Assert failure or data corruption.

- Fix bgwriter problems after recovering from errors (Tom)

The background writer was found to leak buffer pins after write errors. While not fatal in itself, this might lead to mysterious blockages of later VACUUM commands.

- Prevent failure if client sends Bind protocol message when current transaction is already aborted

- `/contrib/ltree` fixes (Teodor)

- AIX and HPUX compile fixes (Tom)

- Retry file reads and writes after Windows NO\_SYSTEM\_RESOURCES error (Qingqing Zhou)

- Fix intermittent failure when `log_line_prefix` includes `%i`

- Fix psql performance issue with long scripts on Windows (Merlin Moncure)

- Fix missing updates of `pg_group` flat file

- Fix longstanding planning error for outer joins

This bug sometimes caused a bogus error « RIGHT JOIN is only supported with merge-joinable join conditions ».

- Postpone timezone initialization until after `postmaster.pid` is created

This avoids confusing startup scripts that expect the pid file to appear quickly.

- Prevent core dump in `pg_autovacuum` when a table has been dropped

- Fix problems with whole-row references (`foo.*`) to subquery results

## E.242. Release 8.0.4

**Release date:** 2005-10-04

This release contains a variety of fixes from 8.0.3. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.242.1. Migration to Version 8.0.4

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 8.0.3, see Section E.243, « Release 8.0.3 ».

### E.242.2. Changes

- Fix error that allowed **VACUUM** to remove `ctid` chains too soon, and add more checking in code that follows `ctid` links  
This fixes a long-standing problem that could cause crashes in very rare circumstances.
- Fix **CHAR()** to properly pad spaces to the specified length when using a multiple-byte character set (Yoshiyuki Asaba)  
In prior releases, the padding of **CHAR()** was incorrect because it only padded to the specified number of bytes without considering how many characters were stored.
- Force a checkpoint before committing **CREATE DATABASE**  
This should fix recent reports of « index is not a btree » failures when a crash occurs shortly after **CREATE DATABASE**.
- Fix the sense of the test for read-only transaction in **COPY**  
The code formerly prohibited **COPY TO**, where it should prohibit **COPY FROM**.
- Handle consecutive embedded newlines in **COPY CSV**-mode input
- Fix `date_trunc(week)` for dates near year end
- Fix planning problem with outer-join ON clauses that reference only the inner-side relation
- Further fixes for `x FULL JOIN y ON true` corner cases
- Fix overenthusiastic optimization of `x IN (SELECT DISTINCT ...)` and related cases
- Fix mis-planning of queries with small `LIMIT` values due to poorly thought out « fuzzy » cost comparison
- Make `array_in` and `array_recv` more paranoid about validating their OID parameter
- Fix missing rows in queries like `UPDATE a=... WHERE a...` with GiST index on column `a`
- Improve robustness of datetime parsing
- Improve checking for partially-written WAL pages
- Improve robustness of signal handling when SSL is enabled
- Improve MIPS and M68K spinlock code
- Don't try to open more than `max_files_per_process` files during postmaster startup
- Various memory leakage fixes
- Various portability improvements
- Update timezone data files
- Improve handling of DLL load failures on Windows
- Improve random-number generation on Windows
- Make `psql -f filename` return a nonzero exit code when opening the file fails
- Change `pg_dump` to handle allied check constraints more reliably
- Fix password prompting in `pg_restore` on Windows
- Fix PL/pgSQL to handle `var := var` correctly when the variable is of pass-by-reference type
- Fix PL/Perl `%_SHARED` so it's actually shared
- Fix `contrib/pg_autovacuum` to allow sleep intervals over 2000 sec
- Update `contrib/tsearch2` to use current Snowball code

## E.243. Release 8.0.3

**Release date:** 2005-05-09

This release contains a variety of fixes from 8.0.2, including several security-related issues. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.243.1. Migration to Version 8.0.3

A dump/restore is not required for those running 8.0.X. However, it is one possible way of handling two significant security pro-

blems that have been found in the initial contents of 8.0.X system catalogs. A dump/initdb/reload sequence using 8.0.3's initdb will automatically correct these problems.

The larger security problem is that the built-in character set encoding conversion functions can be invoked from SQL commands by unprivileged users, but the functions were not designed for such use and are not secure against malicious choices of arguments. The fix involves changing the declared parameter list of these functions so that they can no longer be invoked from SQL commands. (This does not affect their normal use by the encoding conversion machinery.)

The lesser problem is that the contrib/tsearch2 module creates several functions that are improperly declared to return internal when they do not accept internal arguments. This breaks type safety for all functions using internal arguments.

It is strongly recommended that all installations repair these errors, either by initdb or by following the manual repair procedure given below. The errors at least allow unprivileged database users to crash their server process, and might allow unprivileged users to gain the privileges of a database superuser.

If you wish not to do an initdb, perform the same manual repair procedures shown in the 7.4.8 release notes.

## E.243.2. Changes

- Change encoding function signature to prevent misuse
- Change contrib/tsearch2 to avoid unsafe use of INTERNAL function results
- Guard against incorrect second parameter to record\_out
- Repair ancient race condition that allowed a transaction to be seen as committed for some purposes (eg SELECT FOR UPDATE) slightly sooner than for other purposes

This is an extremely serious bug since it could lead to apparent data inconsistencies being briefly visible to applications.

- Repair race condition between relation extension and VACUUM

This could theoretically have caused loss of a page's worth of freshly-inserted data, although the scenario seems of very low probability. There are no known cases of it having caused more than an Assert failure.

- Fix comparisons of TIME WITH TIME ZONE values

The comparison code was wrong in the case where the --enable-integer-datetime configuration switch had been used. NOTE: if you have an index on a TIME WITH TIME ZONE column, it will need to be REINDEXED after installing this update, because the fix corrects the sort order of column values.

- Fix EXTRACT ( EPOCH ) for TIME WITH TIME ZONE values
- Fix mis-display of negative fractional seconds in INTERVAL values

This error only occurred when the --enable-integer-datetime configuration switch had been used.

- Fix pg\_dump to dump trigger names containing % correctly (Neil)
- Still more 64-bit fixes for contrib/intagg
- Prevent incorrect optimization of functions returning RECORD
- Prevent crash on COALESCE (NULL, NULL)
- Fix Borland makefile for libpq
- Fix contrib/btree\_gist for timetz type (Teodor)
- Make pg\_ctl check the PID found in postmaster.pid to see if it is still a live process
- Fix pg\_dump/pg\_restore problems caused by addition of dump timestamps
- Fix interaction between materializing holdable cursors and firing deferred triggers during transaction commit
- Fix memory leak in SQL functions returning pass-by-reference data types

## E.244. Release 8.0.2

**Release date:** 2005-04-07

This release contains a variety of fixes from 8.0.1. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

## E.244.1. Migration to Version 8.0.2

A dump/restore is not required for those running 8.0.\*. This release updates the major version number of the PostgreSQL™ libraries, so it might be necessary to re-link some user applications if they cannot find the properly-numbered shared library.

## E.244.2. Changes

- Increment the major version number of all interface libraries (Bruce)

This should have been done in 8.0.0. It is required so 7.4.X versions of PostgreSQL client applications, like psql, can be used on the same machine as 8.0.X applications. This might require re-linking user applications that use these libraries.

- Add Windows-only `wal_sync_method` setting of `fsync_writethrough` (Magnus, Bruce)

This setting causes PostgreSQL™ to write through any disk-drive write cache when writing to WAL. This behavior was formerly called `fsync`, but was renamed because it acts quite differently from `fsync` on other platforms.

- Enable the `wal_sync_method` setting of `open_datasync` on Windows, and make it the default for that platform (Magnus, Bruce)

Because the default is no longer `fsync_writethrough`, data loss is possible during a power failure if the disk drive has write caching enabled. To turn off the write cache on Windows, from the Device Manager, choose the drive properties, then **Policies**.

- New cache management algorithm 2Q replaces ARC (Tom)

This was done to avoid a pending US patent on ARC. The 2Q code might be a few percentage points slower than ARC for some work loads. A better cache management algorithm will appear in 8.1.

- Planner adjustments to improve behavior on freshly-created tables (Tom)

- Allow plpgsql to assign to an element of an array that is initially NULL (Tom)

Formerly the array would remain NULL, but now it becomes a single-element array. The main SQL engine was changed to handle **UPDATE** of a null array value this way in 8.0, but the similar case in plpgsql was overlooked.

- Convert `\r\n` and `\r` to `\n` in plpython function bodies (Michael Fuhr)

This prevents syntax errors when plpython code is written on a Windows or Mac client.

- Allow SPI cursors to handle utility commands that return rows, such as **EXPLAIN** (Tom)

- Fix **CLUSTER** failure after **ALTER TABLE SET WITHOUT OIDS** (Tom)

- Reduce memory usage of **ALTER TABLE ADD COLUMN** (Neil)

- Fix **ALTER LANGUAGE RENAME** (Tom)

- Document the Windows-only `register` and `unregister` options of `pg_ctl` (Magnus)

- Ensure operations done during backend shutdown are counted by statistics collector

This is expected to resolve reports of pg\_autovacuum not vacuuming the system catalogs often enough -- it was not being told about catalog deletions caused by temporary table removal during backend exit.

- Change the Windows default for configuration parameter `log_destination` to `eventlog` (Magnus)

By default, a server running on Windows will now send log output to the Windows event logger rather than standard error.

- Make Kerberos authentication work on Windows (Magnus)

- Allow **ALTER DATABASE RENAME** by superusers who aren't flagged as having **CREATEDB** privilege (Tom)

- Modify WAL log entries for **CREATE** and **DROP DATABASE** to not specify absolute paths (Tom)

This allows point-in-time recovery on a different machine with possibly different database location. Note that **CREATE TABLESPACE** still poses a hazard in such situations.

- Fix crash from a backend exiting with an open transaction that created a table and opened a cursor on it (Tom)

- Fix `array_map()` so it can call PL functions (Tom)

- Several contrib/tsearch2 and contrib/btree\_gist fixes (Teodor)

- Fix crash of some contrib/pgcrypto functions on some platforms (Marko Kreen)

- Fix contrib/intagg for 64-bit platforms (Tom)
- Fix ecpg bugs in parsing of **CREATE** statement (Michael)
- Work around gcc bug on powerpc and amd64 causing problems in ecpg (Christof Petig)
- Do not use locale-aware versions of `upper()`, `lower()`, and `initcap()` when the locale is C (Bruce)  
This allows these functions to work on platforms that generate errors for non-7-bit data when the locale is C.
- Fix `quote_ident()` to quote names that match keywords (Tom)
- Fix `to_date()` to behave reasonably when CC and YY fields are both used (Karel)
- Prevent `to_char(interval)` from failing when given a zero-month interval (Tom)
- Fix wrong week returned by `date_trunc('week')` (Bruce)  
`date_trunc('week')` returned the wrong year for the first few days of January in some years.
- Use the correct default mask length for class D addresses in INET data types (Tom)

## E.245. Release 8.0.1

**Release date:** 2005-01-31

This release contains a variety of fixes from 8.0.0, including several security-related issues. For information about new features in the 8.0 major release, see Section E.246, « Release 8.0 ».

### E.245.1. Migration to Version 8.0.1

A dump/restore is not required for those running 8.0.0.

### E.245.2. Changes

- Disallow **LOAD** to non-superusers  
On platforms that will automatically execute initialization functions of a shared library (this includes at least Windows and ELF-based Unixen), **LOAD** can be used to make the server execute arbitrary code. Thanks to NGS Software for reporting this.
- Check that creator of an aggregate function has the right to execute the specified transition functions  
This oversight made it possible to bypass denial of EXECUTE permission on a function.
- Fix security and 64-bit issues in contrib/intagg
- Add needed STRICT marking to some contrib functions (Kris Jurka)
- Avoid buffer overrun when plpgsql cursor declaration has too many parameters (Neil)
- Make **ALTER TABLE ADD COLUMN** enforce domain constraints in all cases
- Fix planning error for FULL and RIGHT outer joins  
The result of the join was mistakenly supposed to be sorted the same as the left input. This could not only deliver mis-sorted output to the user, but in case of nested merge joins could give outright wrong answers.
- Improve planning of grouped aggregate queries
- **ROLLBACK TO savepoint** closes cursors created since the savepoint
- Fix inadequate backend stack size on Windows
- Avoid SHGetSpecialFolderPath() on Windows (Magnus)
- Fix some problems in running pg\_autovacuum as a Windows service (Dave Page)
- Multiple minor bug fixes in pg\_dump/pg\_restore
- Fix ecpg segfault with named structs used in typedefs (Michael)

## E.246. Release 8.0

---

**Release date:** 2005-01-19

## E.246.1. Overview

Major changes in this release:

### Microsoft Windows Native Server

This is the first PostgreSQL™ release to run natively on Microsoft Windows® as a server. It can run as a Windows™ service. This release supports NT-based Windows releases like Windows 2000 SP4™, Windows XP™, and Windows 2003™. Older releases like Windows 95™, Windows 98™, and Windows ME™ are not supported because these operating systems do not have the infrastructure to support PostgreSQL™. A separate installer project has been created to ease installation on Windows™ -- see <http://www.postgresql.org/ftp/win32/>.

Although tested throughout our release cycle, the Windows port does not have the benefit of years of use in production environments that PostgreSQL™ has on Unix platforms. Therefore it should be treated with the same level of caution as you would a new product.

Previous releases required the Unix emulation toolkit Cygwin™ in order to run the server on Windows operating systems. PostgreSQL™ has supported native clients on Windows for many years.

### Savepoints

Savepoints allow specific parts of a transaction to be aborted without affecting the remainder of the transaction. Prior releases had no such capability; there was no way to recover from a statement failure within a transaction except by aborting the whole transaction. This feature is valuable for application writers who require error recovery within a complex transaction.

### Point-In-Time Recovery

In previous releases there was no way to recover from disk drive failure except to restore from a previous backup or use a standby replication server. Point-in-time recovery allows continuous backup of the server. You can recover either to the point of failure or to some transaction in the past.

### Tablespaces

Tablespaces allow administrators to select different file systems for storage of individual tables, indexes, and databases. This improves performance and control over disk space usage. Prior releases used initlocation and manual symlink management for such tasks.

### Improved Buffer Management, **CHECKPOINT**, **VACUUM**

This release has a more intelligent buffer replacement strategy, which will make better use of available shared buffers and improve performance. The performance impact of vacuum and checkpoints is also lessened.

### Change Column Types

A column's data type can now be changed with **ALTER TABLE**.

### New Perl Server-Side Language

A new version of the plperl server-side language now supports a persistent shared storage area, triggers, returning records and arrays of records, and SPI calls to access the database.

### Comma-separated-value (CSV) support in **COPY**

**COPY** can now read and write comma-separated-value files. It has the flexibility to interpret nonstandard quoting and separation characters too.

## E.246.2. Migration to Version 8.0

A dump/restore using pg\_dump is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Observe the following incompatibilities:

- In READ COMMITTED serialization mode, volatile functions now see the results of concurrent transactions committed up to the beginning of each statement within the function, rather than up to the beginning of the interactive command that called the function.
- Functions declared STABLE or IMMUTABLE always use the snapshot of the calling query, and therefore do not see the effects of actions taken after the calling query starts, whether in their own transaction or other transactions. Such a function must be read-only, too, meaning that it cannot use any SQL commands other than **SELECT**.
- Nondeferred AFTER triggers are now fired immediately after completion of the triggering query, rather than upon finishing the current interactive command. This makes a difference when the triggering query occurred within a function: the trigger is invoked before the function proceeds to its next operation.

- Server configuration parameters `virtual_host` and `tcpip_socket` have been replaced with a more general parameter `listen_addresses`. Also, the server now listens on `localhost` by default, which eliminates the need for the `-i` postmaster switch in many scenarios.
- Server configuration parameters `SortMem` and `VacuumMem` have been renamed to `work_mem` and `maintenance_work_mem` to better reflect their use. The original names are still supported in **SET** and **SHOW**.
- Server configuration parameters `log_pid`, `log_timestamp`, and `log_source_port` have been replaced with a more general parameter `log_line_prefix`.
- Server configuration parameter `syslog` has been replaced with a more logical `log_destination` variable to control the log output destination.
- Server configuration parameter `log_statement` has been changed so it can selectively log just database modification or data definition statements. Server configuration parameter `log_duration` now prints only when `log_statement` prints the query.
- Server configuration parameter `max_expr_depth` parameter has been replaced with `max_stack_depth` which measures the physical stack size rather than the expression nesting depth. This helps prevent session termination due to stack overflow caused by recursive functions.
- The `length()` function no longer counts trailing spaces in `CHAR(n)` values.
- Casting an integer to `BIT(N)` selects the rightmost `N` bits of the integer, not the leftmost `N` bits as before.
- Updating an element or slice of a `NULL` array value now produces a nonnull array result, namely an array containing just the assigned-to positions.
- Syntax checking of array input values has been tightened up considerably. Junk that was previously allowed in odd places with odd results now causes an error. Empty-string element values must now be written as " ", rather than writing nothing. Also changed behavior with respect to whitespace surrounding array elements: trailing whitespace is now ignored, for symmetry with leading whitespace (which has always been ignored).
- Overflow in integer arithmetic operations is now detected and reported as an error.
- The arithmetic operators associated with the single-byte "char" data type have been removed.
- The `extract()` function (also called `date_part`) now returns the proper year for BC dates. It previously returned one less than the correct year. The function now also returns the proper values for millennium and century.
- CIDR values now must have their nonmasked bits be zero. For example, we no longer allow `204.248.199.1/31` as a CIDR value. Such values should never have been accepted by PostgreSQL™ and will now be rejected.
- **EXECUTE** now returns a completion tag that matches the executed statement.
- psql's `\copy` command now reads or writes to the query's `stdin/stdout`, rather than psql's `stdin/stdout`. The previous behavior can be accessed via new `pstdin/pstdout` parameters.
- The JDBC client interface has been removed from the core distribution, and is now hosted at <http://jdbc.postgresql.org>.
- The Tcl client interface has also been removed. There are several Tcl interfaces now hosted at <http://gborg.postgresql.org>.
- The server now uses its own time zone database, rather than the one supplied by the operating system. This will provide consistent behavior across all platforms. In most cases, there should be little noticeable difference in time zone behavior, except that the time zone names used by **SET/SHOW TimeZone** might be different from what your platform provides.
- Configure's threading option no longer requires users to run tests or edit configuration files; threading options are now detected automatically.
- Now that tablespaces have been implemented, `initlocation` has been removed.
- The API for user-defined GiST indexes has been changed. The `Union` and `PickSplit` methods are now passed a pointer to a special `GistEntryVector` structure, rather than a `bytea`.

### E.246.3. Deprecated Features

Some aspects of PostgreSQL™'s behavior have been determined to be suboptimal. For the sake of backward compatibility these have not been removed in 8.0, but they are considered deprecated and will be removed in the next major release.

- The 8.1 release will remove the `to_char()` function for intervals.
- The server now warns of empty strings passed to `oid/float4/float8` data types, but continues to interpret them as zeroes as be-

fore. In the next major release, empty strings will be considered invalid input for these data types.

- By default, tables in PostgreSQL™ 8.0 and earlier are created with OIDs. In the next release, this will *not* be the case: to create a table that contains OIDs, the `WITH OIDS` clause must be specified or the `default_with_oids` configuration parameter must be set. Users are encouraged to explicitly specify `WITH OIDS` if their tables require OIDs for compatibility with future releases of PostgreSQL™.

## E.246.4. Changes

Below you will find a detailed account of the changes between release 8.0 and the previous major release.

### E.246.4.1. Performance Improvements

- Support cross-data-type index usage (Tom)

Before this change, many queries would not use an index if the data types did not match exactly. This improvement makes index usage more intuitive and consistent.

- New buffer replacement strategy that improves caching (Jan)

Prior releases used a least-recently-used (LRU) cache to keep recently referenced pages in memory. The LRU algorithm did not consider the number of times a specific cache entry was accessed, so large table scans could force out useful cache pages. The new cache algorithm uses four separate lists to track most recently used and most frequently used cache pages and dynamically optimize their replacement based on the work load. This should lead to much more efficient use of the shared buffer cache. Administrators who have tested shared buffer sizes in the past should retest with this new cache replacement policy.

- Add subprocess to write dirty buffers periodically to reduce checkpoint writes (Jan)

In previous releases, the checkpoint process, which runs every few minutes, would write all dirty buffers to the operating system's buffer cache then flush all dirty operating system buffers to disk. This resulted in a periodic spike in disk usage that often hurt performance. The new code uses a background writer to trickle disk writes at a steady pace so checkpoints have far fewer dirty pages to write to disk. Also, the new code does not issue a global `sync()` call, but instead `fsync()`s just the files written since the last checkpoint. This should improve performance and minimize degradation during checkpoints.

- Add ability to prolong vacuum to reduce performance impact (Jan)

On busy systems, **VACUUM** performs many I/O requests which can hurt performance for other users. This release allows you to slow down **VACUUM** to reduce its impact on other users, though this increases the total duration of **VACUUM**.

- Improve B-tree index performance for duplicate keys (Dmitry Tkach, Tom)

This improves the way indexes are scanned when many duplicate values exist in the index.

- Use dynamically-generated table size estimates while planning (Tom)

Formerly the planner estimated table sizes using the values seen by the last **VACUUM** or **ANALYZE**, both as to physical table size (number of pages) and number of rows. Now, the current physical table size is obtained from the kernel, and the number of rows is estimated by multiplying the table size by the row density (rows per page) seen by the last **VACUUM** or **ANALYZE**. This should produce more reliable estimates in cases where the table size has changed significantly since the last housekeeping command.

- Improved index usage with OR clauses (Tom)

This allows the optimizer to use indexes in statements with many OR clauses that would not have been indexed in the past. It can also use multi-column indexes where the first column is specified and the second column is part of an OR clause.

- Improve matching of partial index clauses (Tom)

The server is now smarter about using partial indexes in queries involving complex WHERE clauses.

- Improve performance of the GEQO optimizer (Tom)

The GEQO optimizer is used to plan queries involving many tables (by default, twelve or more). This release speeds up the way queries are analyzed to decrease time spent in optimization.

- Miscellaneous optimizer improvements

There is not room here to list all the minor improvements made, but numerous special cases work better than in prior releases.

- Improve lookup speed for C functions (Tom)

This release uses a hash table to lookup information for dynamically loaded C functions. This improves their speed so they

perform nearly as quickly as functions that are built into the server executable.

- Add type-specific **ANALYZE** statistics capability (Mark Cave-Ayland)

This feature allows more flexibility in generating statistics for nonstandard data types.

- **ANALYZE** now collects statistics for expression indexes (Tom)

Expression indexes (also called functional indexes) allow users to index not just columns but the results of expressions and function calls. With this release, the optimizer can gather and use statistics about the contents of expression indexes. This will greatly improve the quality of planning for queries in which an expression index is relevant.

- New two-stage sampling method for **ANALYZE** (Manfred Koizar)

This gives better statistics when the density of valid rows is very different in different regions of a table.

- Speed up **TRUNCATE** (Tom)

This buys back some of the performance loss observed in 7.4, while still keeping **TRUNCATE** transaction-safe.

#### E.246.4.2. Server Changes

- Add WAL file archiving and point-in-time recovery (Simon Riggs)
- Add tablespaces so admins can control disk layout (Gavin)
- Add a built-in log rotation program (Andreas Pflug)

It is now possible to log server messages conveniently without relying on either syslog or an external log rotation program.

- Add new read-only server configuration parameters to show server compile-time settings: `block_size`, `integer_datetimes`, `max_function_args`, `max_identifier_length`, `max_index_keys` (Joe)
- Make quoting of `sameuser`, `samegroup`, and `all` remove special meaning of these terms in `pg_hba.conf` (Andrew)
- Use clearer IPv6 name `::1/128` for `localhost` in default `pg_hba.conf` (Andrew)
- Use CIDR format in `pg_hba.conf` examples (Andrew)
- Rename server configuration parameters `SortMem` and `VacuumMem` to `work_mem` and `maintenance_work_mem` (Old names still supported) (Tom)

This change was made to clarify that bulk operations such as index and foreign key creation use `maintenance_work_mem`, while `work_mem` is for workspaces used during query execution.

- Allow logging of session disconnections using server configuration `log_disconnections` (Andrew)
- Add new server configuration parameter `log_line_prefix` to allow control of information emitted in each log line (Andrew)

Available information includes user name, database name, remote IP address, and session start time.

- Remove server configuration parameters `log_pid`, `log_timestamp`, `log_source_port`; functionality superseded by `log_line_prefix` (Andrew)
- Replace the `virtual_host` and `tcpip_socket` parameters with a unified `listen_addresses` parameter (Andrew, Tom)

`virtual_host` could only specify a single IP address to listen on. `listen_addresses` allows multiple addresses to be specified.

- Listen on `localhost` by default, which eliminates the need for the `-i` postmaster switch in many scenarios (Andrew)

Listening on `localhost` (`127.0.0.1`) opens no new security holes but allows configurations like Windows and JDBC, which do not support local sockets, to work without special adjustments.

- Remove `syslog` server configuration parameter, and add more logical `log_destination` variable to control log output location (Magnus)
- Change server configuration parameter `log_statement` to take values `all`, `mod`, `ddl`, or `none` to select which queries are logged (Bruce)

This allows administrators to log only data definition changes or only data modification statements.

- Some logging-related configuration parameters could formerly be adjusted by ordinary users, but only in the « more verbose » direction. They are now treated more strictly: only superusers can set them. However, a superuser can use **ALTER USER** to provide per-user settings of these values for non-superusers. Also, it is now possible for superusers to set values of superuser-only configuration parameters via PGOPTIONS.

- Allow configuration files to be placed outside the data directory (mlw)

By default, configuration files are kept in the cluster's top directory. With this addition, configuration files can be placed outside the data directory, easing administration.

- Plan prepared queries only when first executed so constants can be used for statistics (Oliver Jowett)

Prepared statements plan queries once and execute them many times. While prepared queries avoid the overhead of re-planning on each use, the quality of the plan suffers from not knowing the exact parameters to be used in the query. In this release, planning of unnamed prepared statements is delayed until the first execution, and the actual parameter values of that execution are used as optimization hints. This allows use of out-of-line parameter passing without incurring a performance penalty.

- Allow **DECLARE CURSOR** to take parameters (Oliver Jowett)

It is now useful to issue **DECLARE CURSOR** in a **Parse** message with parameters. The parameter values sent at **Bind** time will be substituted into the execution of the cursor's query.

- Fix hash joins and aggregates of inet and cidr data types (Tom)

Release 7.4 handled hashing of mixed inet and cidr values incorrectly. (This bug did not exist in prior releases because they wouldn't try to hash either data type.)

- Make `log_duration` print only when `log_statement` prints the query (Ed L.)

### E.246.4.3. Query Changes

- Add savepoints (nested transactions) (Alvaro)

- Unsupported isolation levels are now accepted and promoted to the nearest supported level (Peter)

The SQL specification states that if a database doesn't support a specific isolation level, it should use the next more restrictive level. This change complies with that recommendation.

- Allow **BEGIN WORK** to specify transaction isolation levels like **START TRANSACTION** does (Bruce)

- Fix table permission checking for cases in which rules generate a query type different from the originally submitted query (Tom)

- Implement dollar quoting to simplify single-quote usage (Andrew, Tom, David Fetter)

In previous releases, because single quotes had to be used to quote a function's body, the use of single quotes inside the function text required use of two single quotes or other error-prone notations. With this release we add the ability to use "dollar quoting" to quote a block of text. The ability to use different quoting delimiters at different nesting levels greatly simplifies the task of quoting correctly, especially in complex functions. Dollar quoting can be used anywhere quoted text is needed.

- Make `CASE val WHEN compval1 THEN ... evaluate val only once (Tom)`

`CASE` no longer evaluates the tested expression multiple times. This has benefits when the expression is complex or is volatile.

- Test **HAVING** before computing target list of an aggregate query (Tom)

Fixes improper failure of cases such as `SELECT SUM(win)/SUM(lose) ... GROUP BY ... HAVING SUM(lose) > 0.` This should work but formerly could fail with divide-by-zero.

- Replace `max_expr_depth` parameter with `max_stack_depth` parameter, measured in kilobytes of stack size (Tom)

This gives us a fairly bulletproof defense against crashing due to runaway recursive functions. Instead of measuring the depth of expression nesting, we now directly measure the size of the execution stack.

- Allow arbitrary row expressions (Tom)

This release allows SQL expressions to contain arbitrary composite types, that is, row values. It also allows functions to more easily take rows as arguments and return row values.

- Allow **LIKE/ILIKE** to be used as the operator in row and subselect comparisons (Fabien Coelho)

- Avoid locale-specific case conversion of basic ASCII letters in identifiers and keywords (Tom)

This solves the « Turkish problem » with mangling of words containing İ and i. Folding of characters outside the 7-bit-ASCII set is still locale-aware.

- Improve syntax error reporting (Fabien, Tom)

Syntax error reports are more useful than before.

- Change **EXECUTE** to return a completion tag matching the executed statement (Kris Jurka)

Previous releases return an **EXECUTE** tag for any **EXECUTE** call. In this release, the tag returned will reflect the command executed.

- Avoid emitting **NATURAL CROSS JOIN** in rule listings (Tom)

Such a clause makes no logical sense, but in some cases the rule decompiler formerly produced this syntax.

#### E.246.4.4. Object Manipulation Changes

- Add **COMMENT ON** for casts, conversions, languages, operator classes, and large objects (Christopher)

- Add new server configuration parameter `default_with_oids` to control whether tables are created with OIDs by default (Neil)

This allows administrators to control whether **CREATE TABLE** commands create tables with or without OID columns by default. (Note: the current factory default setting for `default_with_oids` is TRUE, but the default will become FALSE in future releases.)

- Add `WITH / WITHOUT OIDS` clause to **CREATE TABLE AS** (Neil)

- Allow **ALTER TABLE DROP COLUMN** to drop an OID column (**ALTER TABLE SET WITHOUT OIDS** still works) (Tom)

- Allow composite types as table columns (Tom)

- Allow **ALTER ... ADD COLUMN** with defaults and `NOT NULL` constraints; works per SQL spec (Rod)

It is now possible for `ADD COLUMN` to create a column that is not initially filled with NULLs, but with a specified default value.

- Add **ALTER COLUMN TYPE** to change column's type (Rod)

It is now possible to alter a column's data type without dropping and re-adding the column.

- Allow multiple **ALTER** actions in a single **ALTER TABLE** command (Rod)

This is particularly useful for **ALTER** commands that rewrite the table (which include **ALTER COLUMN TYPE** and **ADD COLUMN** with a default). By grouping **ALTER** commands together, the table need be rewritten only once.

- Allow **ALTER TABLE** to add SERIAL columns (Tom)

This falls out from the new capability of specifying defaults for new columns.

- Allow changing the owners of aggregates, conversions, databases, functions, operators, operator classes, schemas, types, and tablespaces (Christopher, Euler Taveira de Oliveira)

Previously this required modifying the system tables directly.

- Allow temporary object creation to be limited to **SECURITY DEFINER** functions (Sean Chittenden)

- Add **ALTER TABLE ... SET WITHOUT CLUSTER** (Christopher)

Prior to this release, there was no way to clear an auto-cluster specification except to modify the system tables.

- Constraint/Index/SERIAL names are now `table_column_type` with numbers appended to guarantee uniqueness within the schema (Tom)

The SQL specification states that such names should be unique within a schema.

- Add `pg_get_serial_sequence( )` to return a SERIAL column's sequence name (Christopher)

This allows automated scripts to reliably find the SERIAL sequence name.

- Warn when primary/foreign key data type mismatch requires costly lookup

- New **ALTER INDEX** command to allow moving of indexes between tablespaces (Gavin)

- Make **ALTER TABLE OWNER** change dependent sequence ownership too (Alvaro)

#### E.246.4.5. Utility Command Changes

- Allow **CREATE SCHEMA** to create triggers, indexes, and sequences (Neil)

- Add **ALSO** keyword to **CREATE RULE** (Fabien Coelho)

This allows **ALSO** to be added to rule creation to contrast it with **INSTEAD** rules.

- Add **NOWAIT** option to **LOCK** (Tatsuo)

This allows the **LOCK** command to fail if it would have to wait for the requested lock.

- Allow **COPY** to read and write comma-separated-value (CSV) files (Andrew, Bruce)

- Generate error if the **COPY** delimiter and NULL string conflict (Bruce)

- **GRANT/REVOKE** behavior follows the SQL spec more closely

- Avoid locking conflict between **CREATE INDEX** and **CHECKPOINT** (Tom)

In 7.3 and 7.4, a long-running B-tree index build could block concurrent **CHECKPOINTs** from completing, thereby causing WAL bloat because the WAL log could not be recycled.

- Database-wide **ANALYZE** does not hold locks across tables (Tom)

This reduces the potential for deadlocks against other backends that want exclusive locks on tables. To get the benefit of this change, do not execute database-wide **ANALYZE** inside a transaction block (**BEGIN** block); it must be able to commit and start a new transaction for each table.

- **REINDEX** does not exclusively lock the index's parent table anymore

The index itself is still exclusively locked, but readers of the table can continue if they are not using the particular index being rebuilt.

- Erase MD5 user passwords when a user is renamed (Bruce)

PostgreSQL™ uses the user name as salt when encrypting passwords via MD5. When a user's name is changed, the salt will no longer match the stored MD5 password, so the stored password becomes useless. In this release a notice is generated and the password is cleared. A new password must then be assigned if the user is to be able to log in with a password.

- New `pg_ctl kill` option for Windows (Andrew)

Windows does not have a `kill` command to send signals to backends so this capability was added to `pg_ctl`.

- Information schema improvements

- Add `--pwfile` option to `initdb` so the initial password can be set by GUI tools (Magnus)

- Detect locale/encoding mismatch in `initdb` (Peter)

- Add `register` command to `pg_ctl` to register Windows operating system service (Dave Page)

#### E.246.4.6. Data Type and Function Changes

- More complete support for composite types (row types) (Tom)

Composite values can be used in many places where only scalar values worked before.

- Reject nonrectangular array values as erroneous (Joe)

Formerly, `array_in` would silently build a surprising result.

- Overflow in integer arithmetic operations is now detected (Tom)

- The arithmetic operators associated with the single-byte "char" data type have been removed.

Formerly, the parser would select these operators in many situations where an « unable to select an operator » error would be more appropriate, such as `null * null`. If you actually want to do arithmetic on a "char" column, you can cast it to integer explicitly.

- Syntax checking of array input values considerably tightened up (Joe)

Junk that was previously allowed in odd places with odd results now causes an ERROR, for example, non-whitespace after the closing right brace.

- Empty-string array element values must now be written as " ", rather than writing nothing (Joe)

Formerly, both ways of writing an empty-string element value were allowed, but now a quoted empty string is required. The case where nothing at all appears will probably be considered to be a NULL element value in some future release.

- Array element trailing whitespace is now ignored (Joe)

Formerly leading whitespace was ignored, but trailing whitespace between an element value and the delimiter or right brace was significant. Now trailing whitespace is also ignored.

- Emit array values with explicit array bounds when lower bound is not one (Joe)

- Accept YYYY-monthname-DD as a date string (Tom)

- Make netmask and hostmask functions return maximum-length mask length (Tom)

- Change factorial function to return numeric (Gavin)

Returning numeric allows the factorial function to work for a wider range of input values.

- to\_char/to\_date() date conversion improvements (Kurt Roeckx, Fabien Coelho)

- Make length() disregard trailing spaces in CHAR(n) (Gavin)

This change was made to improve consistency: trailing spaces are semantically insignificant in CHAR(n) data, so they should not be counted by length().

- Warn about empty string being passed to OID/float4/float8 data types (Neil)

8.1 will throw an error instead.

- Allow leading or trailing whitespace in int2/int4/int8/float4/float8 input routines (Neil)

- Better support for IEEE Infinity and NaN values in float4/float8 (Neil)

These should now work on all platforms that support IEEE-compliant floating point arithmetic.

- Add week option to date\_trunc() (Robert Creager)

- Fix to\_char for 1 BC (previously it returned 1 AD) (Bruce)

- Fix date\_part(year) for BC dates (previously it returned one less than the correct year) (Bruce)

- Fix date\_part() to return the proper millennium and century (Fabien Coelho)

In previous versions, the century and millennium results had a wrong number and started in the wrong year, as compared to standard reckoning of such things.

- Add ceiling() as an alias for ceil(), and power() as an alias for pow() for standards compliance (Neil)

- Change ln(), log(), power(), and sqrt() to emit the correct SQLSTATE error codes for certain error conditions, as specified by SQL:2003 (Neil)

- Add width\_bucket() function as defined by SQL:2003 (Neil)

- Add generate\_series() functions to simplify working with numeric sets (Joe)

- Fix upper/lower/initcap() functions to work with multibyte encodings (Tom)

- Add boolean and bitwise integer AND/OR aggregates (Fabien Coelho)

- New session information functions to return network addresses for client and server (Sean Chittenden)

- Add function to determine the area of a closed path (Sean Chittenden)

- Add function to send cancel request to other backends (Magnus)

- Add interval plus datetime operators (Tom)

The reverse ordering, datetime plus interval, was already supported, but both are required by the SQL standard.

- Casting an integer to BIT(N) selects the rightmost N bits of the integer (Tom)

In prior releases, the leftmost N bits were selected, but this was deemed unhelpful, not to mention inconsistent with casting from bit to int.

- Require CIDR values to have all nonmasked bits be zero (Kevin Brintnall)

### E.246.4.7. Server-Side Language Changes

- In READ COMMITTED serialization mode, volatile functions now see the results of concurrent transactions committed up to the beginning of each statement within the function, rather than up to the beginning of the interactive command that called the function.
- Functions declared STABLE or IMMUTABLE always use the snapshot of the calling query, and therefore do not see the effects of actions taken after the calling query starts, whether in their own transaction or other transactions. Such a function must be read-only, too, meaning that it cannot use any SQL commands other than **SELECT**. There is a considerable performance gain from declaring a function STABLE or IMMUTABLE rather than VOLATILE.
- Nondeferred AFTER triggers are now fired immediately after completion of the triggering query, rather than upon finishing the current interactive command. This makes a difference when the triggering query occurred within a function: the trigger is invoked before the function proceeds to its next operation. For example, if a function inserts a new row into a table, any nondeferred foreign key checks occur before proceeding with the function.
- Allow function parameters to be declared with names (Dennis Björklund)  
This allows better documentation of functions. Whether the names actually do anything depends on the specific function language being used.

- Allow PL/pgSQL parameter names to be referenced in the function (Dennis Björklund)

This basically creates an automatic alias for each named parameter.

- Do minimal syntax checking of PL/pgSQL functions at creation time (Tom)

This allows us to catch simple syntax errors sooner.

- More support for composite types (row and record variables) in PL/pgSQL

For example, it now works to pass a rowtype variable to another function as a single variable.

- Default values for PL/pgSQL variables can now reference previously declared variables

- Improve parsing of PL/pgSQL FOR loops (Tom)

Parsing is now driven by presence of " . ." rather than data type of FOR variable. This makes no difference for correct functions, but should result in more understandable error messages when a mistake is made.

- Major overhaul of PL/Perl server-side language (Command Prompt, Andrew Dunstan)

In PL/Tcl, SPI commands are now run in subtransactions. If an error occurs, the subtransaction is cleaned up and the error is reported as an ordinary Tcl error, which can be trapped with `catch`. Formerly, it was not possible to catch such errors.

- Accept **ELSEIF** in PL/pgSQL (Neil)

Previously PL/pgSQL only allowed **ELSIF**, but many people are accustomed to spelling this keyword **ELSEIF**.

### E.246.4.8. psql Changes

- Improve psql information display about database objects (Christopher)
- Allow psql to display group membership in `\du` and `\dg` (Markus Bertheau)
- Prevent psql `\dn` from showing temporary schemas (Bruce)
- Allow psql to handle tilde user expansion for file names (Zach Irmel)
- Allow psql to display fancy prompts, including color, via readline (Reece Hart, Chet Ramey)
- Make psql `\copy` match **COPY** command syntax fully (Tom)
- Show the location of syntax errors (Fabien Coelho, Tom)
- Add **CLUSTER** information to psql `\d` display (Bruce)
- Change psql `\copy stdin/stdout` to read from command input/output (Bruce)
- Add `pstdin/pstdout` to read from psql's `stdin/stdout` (Mark Feit)

- Add global psql configuration file, `psqlrc.sample` (Bruce)  
This allows a central file where global psql startup commands can be stored.
- Have psql `\d+` indicate if the table has an OID column (Neil)
- On Windows, use binary mode in psql when reading files so control-Z is not seen as end-of-file
- Have `\dn+` show permissions and description for schemas (Dennis Björklund)
- Improve tab completion support (Stefan Kaltenbrunn, Greg Sabino Mullane)
- Allow boolean settings to be set using upper or lower case (Michael Paesold)

#### E.246.4.9. pg\_dump Changes

- Use dependency information to improve the reliability of pg\_dump (Tom)  
This should solve the longstanding problems with related objects sometimes being dumped in the wrong order.
- Have pg\_dump output objects in alphabetical order if possible (Tom)  
This should make it easier to identify changes between dump files.
- Allow pg\_restore to ignore some SQL errors (Fabien Coelho)  
This makes pg\_restore's behavior similar to the results of feeding a pg\_dump output script to psql. In most cases, ignoring errors and plowing ahead is the most useful thing to do. Also added was a pg\_restore option to give the old behavior of exiting on an error.
- pg\_restore -l display now includes objects' schema names
- New begin/end markers in pg\_dump text output (Bruce)
- Add start/stop times for pg\_dump/pg\_dumpall in verbose mode (Bruce)
- Allow most pg\_dump options in pg\_dumpall (Christopher)
- Have pg\_dump use **ALTER OWNER** rather than **SET SESSION AUTHORIZATION** by default (Christopher)

#### E.246.4.10. libpq Changes

- Make libpq's SIGPIPE handling thread-safe (Bruce)
- Add `PQmbdplen()` which returns the display length of a character (Tatsuo)
- Add thread locking to SSL and Kerberos connections (Manfred Spraul)
- Allow `PQoidValue()`, `PQcmdTuples()`, and `PQoidStatus()` to work on **EXECUTE** commands (Neil)
- Add `PQserverVersion()` to provide more convenient access to the server version number (Greg Sabino Mullane)
- Add `PQprepare/PQsendPrepared()` functions to support preparing statements without necessarily specifying the data types of their parameters (Abhijit Menon-Sen)
- Many ECPG improvements, including **SET DESCRIPTOR** (Michael)

#### E.246.4.11. Source Code Changes

- Allow the database server to run natively on Windows (Claudio, Magnus, Andrew)
- Shell script commands converted to C versions for Windows support (Andrew)
- Create an extension makefile framework (Fabien Coelho, Peter)  
This simplifies the task of building extensions outside the original source tree.
- Support relocatable installations (Bruce)

Directory paths for installed files (such as the `/share` directory) are now computed relative to the actual location of the executables, so that an installation tree can be moved to another place without reconfiguring and rebuilding.

- Use `--with-docdir` to choose installation location of documentation; also allow `--infodir` (Peter)

- Add `--without-docdir` to prevent installation of documentation (Peter)
- Upgrade to DocBook V4.2 SGML (Peter)
- New PostgreSQL CVS tag (Marc)

This was done to make it easier for organizations to manage their own copies of the PostgreSQL™ CVS repository. File version stamps from the master repository will not get munged by checking into or out of a copied repository.

- Clarify locking code (Manfred Koizar)
- Buffer manager cleanup (Neil)
- Decouple platform tests from CPU spinlock code (Bruce, Tom)
- Add inlined test-and-set code on PA-RISC for gcc (ViSolve, Tom)
- Improve i386 spinlock code (Manfred Spraul)
- Clean up spinlock assembly code to avoid warnings from newer gcc releases (Tom)
- Remove JDBC from source tree; now a separate project
- Remove the libpqtcl client interface; now a separate project
- More accurately estimate memory and file descriptor usage (Tom)
- Improvements to the macOS startup scripts (Ray A.)
- New `fsync()` test program (Bruce)
- Major documentation improvements (Neil, Peter)
- Remove pg\_encoding; not needed anymore
- Remove pg\_id; not needed anymore
- Remove initlocation; not needed anymore
- Auto-detect thread flags (no more manual testing) (Bruce)
- Use Olson's public domain timezone library (Magnus)
- With threading enabled, use thread flags on Unixware for backend executables too (Bruce)

Unixware cannot mix threaded and nonthreaded object files in the same executable, so everything must be compiled as threaded.

- psql now uses a flex-generated lexical analyzer to process command strings
- Reimplement the linked list data structure used throughout the backend (Neil)

This improves performance by allowing list append and length operations to be more efficient.

- Allow dynamically loaded modules to create their own server configuration parameters (Thomas Hallgren)
- New Brazilian version of FAQ (Euler Taveira de Oliveira)
- Add French FAQ (Guillaume Lelarge)
- New pgevent for Windows logging
- Make libpq and ECPG build as proper shared libraries on macOS (Tom)

#### E.246.4.12. Contrib Changes

- Overhaul of contrib/dblink (Joe)
- contrib/dbmirror improvements (Steven Singer)
- New contrib/xml2 (John Gray, Torchbox)
- Updated contrib/mysql
- New version of contrib/btree\_gist (Teodor)
- New contrib/trgm, trigram matching for PostgreSQL™ (Teodor)

- Many contrib/tsearch2 improvements (Teodor)
- Add double metaphone to contrib/fuzzystrmatch (Andrew)
- Allow contrib/pg\_autovacuum to run as a Windows service (Dave Page)
- Add functions to contrib/dbsize (Andreas Pflug)
- Removed contrib/pg\_logger: obsoleted by integrated logging subprocess
- Removed contrib/rserv: obsoleted by various separate projects

## E.247. Release 7.4.30

**Release date:** 2010-10-04

This release contains a variety of fixes from 7.4.29. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

This is expected to be the last PostgreSQL™ release in the 7.4.X series. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

### E.247.1. Migration to Version 7.4.30

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.26, see Section E.251, « Release 7.4.26 ».

### E.247.2. Changes

- Use a separate interpreter for each calling SQL userid in PL/Perl and PL/Tcl (Tom Lane)

This change prevents security problems that can be caused by subverting Perl or Tcl code that will be executed later in the same session under another SQL user identity (for example, within a SECURITY DEFINER function). Most scripting languages offer numerous ways that that might be done, such as redefining standard functions or operators called by the target function. Without this change, any SQL user with Perl or Tcl language usage rights can do essentially anything with the SQL privileges of the target function's owner.

The cost of this change is that intentional communication among Perl and Tcl functions becomes more difficult. To provide an escape hatch, PL/PerlU and PL/TclU functions continue to use only one interpreter per session. This is not considered a security issue since all such functions execute at the trust level of a database superuser already.

It is likely that third-party procedural languages that claim to offer trusted execution have similar security issues. We advise contacting the authors of any PL you are depending on for security-critical purposes.

Our thanks to Tim Bunce for pointing out this issue (CVE-2010-3433).

- Prevent possible crashes in pg\_get\_expr() by disallowing it from being called with an argument that is not one of the system catalog columns it's intended to be used with (Heikki Linnakangas, Tom Lane)

- Fix « cannot handle unplanned sub-select » error (Tom Lane)

This occurred when a sub-select contains a join alias reference that expands into an expression containing another sub-select.

- Take care to fsync the contents of lockfiles (both postmaster.pid and the socket lockfile) while writing them (Tom Lane)

This omission could result in corrupted lockfile contents if the machine crashes shortly after postmaster start. That could in turn prevent subsequent attempts to start the postmaster from succeeding, until the lockfile is manually removed.

- Improve contrib/dblink's handling of tables containing dropped columns (Tom Lane)

- Fix connection leak after « duplicate connection name » errors in contrib/dblink (Itagaki Takahiro)

- Update build infrastructure and documentation to reflect the source code repository's move from CVS to Git (Magnus Hagnander and others)

## E.248. Release 7.4.29

**Release date:** 2010-05-17

This release contains a variety of fixes from 7.4.28. For information about new features in the 7.4 major release, see Sec-

tion E.277, « Release 7.4 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 7.4.X release series in July 2010. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

## E.248.1. Migration to Version 7.4.29

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.26, see Section E.251, « Release 7.4.26 ».

## E.248.2. Changes

- Enforce restrictions in `plperl` using an opmask applied to the whole interpreter, instead of using `Safe.pm` (Tim Bunce, Andrew Dunstan)

Recent developments have convinced us that `Safe.pm` is too insecure to rely on for making `plperl` trustable. This change removes use of `Safe.pm` altogether, in favor of using a separate interpreter with an opcode mask that is always applied. Pleasant side effects of the change include that it is now possible to use Perl's `strict` pragma in a natural way in `plperl`, and that Perl's `$a` and `$b` variables work as expected in sort routines, and that function compilation is significantly faster. (CVE-2010-1169)

- Prevent PL/Tcl from executing untrustworthy code from `pltcl_modules` (Tom)

PL/Tcl's feature for autoloading Tcl code from a database table could be exploited for trojan-horse attacks, because there was no restriction on who could create or insert into that table. This change disables the feature unless `pltcl_modules` is owned by a superuser. (However, the permissions on the table are not checked, so installations that really need a less-than-secure modules table can still grant suitable privileges to trusted non-superusers.) Also, prevent loading code into the unrestricted « normal » Tcl interpreter unless we are really going to execute a `pltclu` function. (CVE-2010-1170)

- Do not allow an unprivileged user to reset superuser-only parameter settings (Alvaro)

Previously, if an unprivileged user ran `ALTER USER ... RESET ALL` for himself, or `ALTER DATABASE ... RESET ALL` for a database he owns, this would remove all special parameter settings for the user or database, even ones that are only supposed to be changeable by a superuser. Now, the `ALTER` will only remove the parameters that the user has permission to change.

- Avoid possible crash during backend shutdown if shutdown occurs when a CONTEXT addition would be made to log entries (Tom)

In some cases the context-printing function would fail because the current transaction had already been rolled back when it came time to print a log message.

- Update PL/Perl's `ppport.h` for modern Perl versions (Andrew)
- Fix assorted memory leaks in PL/Python (Andreas Freund, Tom)
- Ensure that `contrib/pgstattuple` functions respond to cancel interrupts promptly (Tatsuhito Kasahara)
- Make server startup deal properly with the case that `shmget()` returns `EINVAL` for an existing shared memory segment (Tom)

This behavior has been observed on BSD-derived kernels including macOS. It resulted in an entirely-misleading startup failure complaining that the shared memory request size was too large.

## E.249. Release 7.4.28

**Release date:** 2010-03-15

This release contains a variety of fixes from 7.4.27. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

The PostgreSQL™ community will stop releasing updates for the 7.4.X release series in July 2010. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

## E.249.1. Migration to Version 7.4.28

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.26, see Section E.251, « Release 7.4.26 ».

## E.249.2. Changes

- Add new configuration parameter `ssl_renegotiation_limit` to control how often we do session key renegotiation for an SSL connection (Magnus)

This can be set to zero to disable renegotiation completely, which may be required if a broken SSL library is used. In particular, some vendors are shipping stopgap patches for CVE-2009-3555 that cause renegotiation attempts to fail.

- Make `substring( )` for bit types treat any negative length as meaning « all the rest of the string » (Tom)

The previous coding treated only -1 that way, and would produce an invalid result value for other negative values, possibly leading to a crash (CVE-2010-0442).

- Fix some cases of pathologically slow regular expression matching (Tom)

- When reading `pg_hba.conf` and related files, do not treat @something as a file inclusion request if the @ appears inside quote marks; also, never treat @ by itself as a file inclusion request (Tom)

This prevents erratic behavior if a role or database name starts with @. If you need to include a file whose path name contains spaces, you can still do so, but you must write @" /path to/file " rather than putting the quotes around the whole construct.

- Prevent infinite loop on some platforms if a directory is named as an inclusion target in `pg_hba.conf` and related files (Tom)

- Ensure PL/Tcl initializes the Tcl interpreter fully (Tom)

The only known symptom of this oversight is that the Tcl `clock` command misbehaves if using Tcl 8.5 or later.

- Prevent crash in `contrib/dblink` when too many key columns are specified to a `dblink_build_sql_*` function (Rushabh Lathia, Joe Conway)

## E.250. Release 7.4.27

**Release date:** 2009-12-14

This release contains a variety of fixes from 7.4.26. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

## E.250.1. Migration to Version 7.4.27

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.26, see Section E.251, « Release 7.4.26 ».

## E.250.2. Changes

- Protect against indirect security threats caused by index functions changing session-local state (Gurjeet Singh, Tom)

This change prevents allegedly-immutable index functions from possibly subverting a superuser's session (CVE-2009-4136).

- Reject SSL certificates containing an embedded null byte in the common name (CN) field (Magnus)

This prevents unintended matching of a certificate to a server or client name during SSL validation (CVE-2009-4034).

- Fix possible crash during backend-startup-time cache initialization (Tom)

- Prevent signals from interrupting VACUUM at unsafe times (Alvaro)

This fix prevents a PANIC if a `VACUUM FULL` is canceled after it's already committed its tuple movements, as well as transient errors if a plain `VACUUM` is interrupted after having truncated the table.

- Fix possible crash due to integer overflow in hash table size calculation (Tom)

This could occur with extremely large planner estimates for the size of a hashjoin's result.

- Fix very rare crash in inet/cidr comparisons (Chris Mikkelsen)

- Fix PAM password processing to be more robust (Tom)

The previous code is known to fail with the combination of the Linux `pam_krb5` PAM module with Microsoft Active Directory as the domain controller. It might have problems elsewhere too, since it was making unjustified assumptions about what

arguments the PAM stack would pass to it.

- Make the postmaster ignore any application\_name parameter in connection request packets, to improve compatibility with future libpq versions (Tom)

E.251. Release 7.4.26

**Release date:** 2009-09-09

This release contains a variety of fixes from 7.4.25. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

## E.251.1. Migration to Version 7.4.26

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you have any hash indexes on interval columns, you must **REINDEX** them after updating to 7.4.26. Also, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

## E.251.2. Changes

- Disallow **RESET ROLE** and **RESET SESSION AUTHORIZATION** inside security-definer functions (Tom, Heikki)  
This covers a case that was missed in the previous patch that disallowed **SET ROLE** and **SET SESSION AUTHORIZATION** inside security-definer functions. (See CVE-2007-6600)
  - Fix handling of sub-SELECTs appearing in the arguments of an outer-level aggregate function (Tom)
  - Fix hash calculation for data type interval (Tom)  
This corrects wrong results for hash joins on interval values. It also changes the contents of hash indexes on interval columns. If you have any such indexes, you must **REINDEX** them after updating.
  - Fix overflow for `INTERVAL 'x ms'` when x is more than 2 million and integer datetimes are in use (Alex Hunsaker)
  - Fix calculation of distance between a point and a line segment (Tom)  
This led to incorrect results from a number of geometric operators.
  - Fix money data type to work in locales where currency amounts have no fractional digits, e.g. Japan (Itagaki Takahiro)
  - Properly round datetime input like `00:12:57.99999999999999999999999999999999` (Tom)
  - Fix poor choice of page split point in GiST R-tree operator classes (Teodor)
  - Fix portability issues in plperl initialization (Andrew Dunstan)
  - Improve robustness of libpq's code to recover from errors during **COPY FROM STDIN** (Tom)
  - Avoid including conflicting readline and editline header files when both libraries are installed (Zdenek Kotala)

E.252, Release 7.4.25

Release date: 2009-03-16

This release contains a variety of fixes from 7.4.24. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, «Release 7.4».

## **E.252.1. Migration to Version 7.4.25**

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

## E.252.2. Changes

- Prevent error recursion crashes when encoding conversion fails (Tom)

This change extends fixes made in the last two minor releases for related failure scenarios. The previous fixes were narrowly tailored for the original problem reports, but we have now recognized that *any* error thrown by an encoding conversion func-

tion could potentially lead to infinite recursion while trying to report the error. The solution therefore is to disable translation and encoding conversion and report the plain-ASCII form of any error message, if we find we have gotten into a recursive error reporting situation. (CVE-2009-0922)

- Disallow **CREATE CONVERSION** with the wrong encodings for the specified conversion function (Heikki)

This prevents one possible scenario for encoding conversion failure. The previous change is a backstop to guard against other kinds of failures in the same area.

- Fix core dump when `to_char()` is given format codes that are inappropriate for the type of the data argument (Tom)
- Add MUST (Mauritius Island Summer Time) to the default list of known timezone abbreviations (Xavier Bugaud)

## E.253. Release 7.4.24

**Release date:** 2009-02-02

This release contains a variety of fixes from 7.4.23. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.253.1. Migration to Version 7.4.24

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

### E.253.2. Changes

- Improve handling of URLs in `headline()` function (Teodor)
- Improve handling of overlength headlines in `headline()` function (Teodor)
- Prevent possible Assert failure or misconversion if an encoding conversion is created with the wrong conversion function for the specified pair of encodings (Tom, Heikki)
- Avoid unnecessary locking of small tables in **VACUUM** (Heikki)
- Fix uninitialized variables in `contrib/tsearch2's get_covers()` function (Teodor)
- Fix bug in `to_char()`'s handling of TH format codes (Andreas Scherbaum)
- Make all documentation reference `pgsql-bugs` and/or `pgsql-hackers` as appropriate, instead of the now-decommissioned `pgsql-ports` and `pgsql-patches` mailing lists (Tom)

## E.254. Release 7.4.23

**Release date:** 2008-11-03

This release contains a variety of fixes from 7.4.22. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.254.1. Migration to Version 7.4.23

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

### E.254.2. Changes

- Fix backend crash when the client encoding cannot represent a localized error message (Tom)

We have addressed similar issues before, but it would still fail if the « character has no equivalent » message itself couldn't be converted. The fix is to disable localization and send the plain ASCII error message when we detect such a situation.

- Fix incorrect tsearch2 headline generation when single query item matches first word of text (Sushant Sinha)
- Fix improper display of fractional seconds in interval values when using a non-ISO datestyle in an `-enable-integer-datetime` build (Ron Mayer)
- Ensure `SPI_getvalue` and `SPI_getbinval` behave correctly when the passed tuple and tuple descriptor have different

numbers of columns (Tom)

This situation is normal when a table has had columns added or removed, but these two functions didn't handle it properly. The only likely consequence is an incorrect error indication.

- Fix ecpg's parsing of **CREATE USER** (Michael)

## E.255. Release 7.4.22

**Release date:** 2008-09-22

This release contains a variety of fixes from 7.4.21. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.255.1. Migration to Version 7.4.22

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

### E.255.2. Changes

- Fix datetime input functions to correctly detect integer overflow when running on a 64-bit platform (Tom)
- Improve performance of writing very long log messages to syslog (Tom)
- Fix bug in backwards scanning of a cursor on a `SELECT DISTINCT ON` query (Tom)
- Fix planner to estimate that `GROUP BY` expressions yielding boolean results always result in two groups, regardless of the expressions' contents (Tom)  
This is very substantially more accurate than the regular `GROUP BY` estimate for certain boolean tests like `col IS NULL`.
- Improve `pg_dump` and `pg_restore`'s error reporting after failure to send a SQL command (Tom)

## E.256. Release 7.4.21

**Release date:** 2008-06-12

This release contains one serious bug fix over 7.4.20. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.256.1. Migration to Version 7.4.21

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

### E.256.2. Changes

- Make `pg_get_ruledef()` parenthesize negative constants (Tom)

Before this fix, a negative constant in a view or rule might be dumped as, say, `-42::integer`, which is subtly incorrect: it should be `(-42)::integer` due to operator precedence rules. Usually this would make little difference, but it could interact with another recent patch to cause PostgreSQL™ to reject what had been a valid **SELECT DISTINCT** view query. Since this could result in `pg_dump` output failing to reload, it is being treated as a high-priority fix. The only released versions in which dump output is actually incorrect are 8.3.1 and 8.2.7.

## E.257. Release 7.4.20

**Release date:** never released

This release contains a variety of fixes from 7.4.19. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.257.1. Migration to Version 7.4.20

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

## E.257.2. Changes

- Fix conversions between ISO-8859-5 and other encodings to handle Cyrillic « Yo » characters (е and Е with two dots) (Sergey Burladyan)
- Fix a few datatype input functions that were allowing unused bytes in their results to contain uninitialized, unpredictable values (Tom)

This could lead to failures in which two apparently identical literal values were not seen as equal, resulting in the parser complaining about unmatched ORDER BY and DISTINCT expressions.

- Fix a corner case in regular-expression substring matching (`substring(string from pattern)`) (Tom)

The problem occurs when there is a match to the pattern overall but the user has specified a parenthesized subexpression and that subexpression hasn't got a match. An example is `substring('foo' from 'foo(bar)?')`. This should return NULL, since (bar) isn't matched, but it was mistakenly returning the whole-pattern match instead (ie, foo).

- Fix incorrect result from ecpg's PGTYPESTimestamp\_sub() function (Michael)
- Fix DatumGetBool macro to not fail with gcc 4.3 (Tom)

This problem affects « old style » (V0) C functions that return boolean. The fix is already in 8.3, but the need to back-patch it was not realized at the time.

- Fix longstanding LISTEN/NOTIFY race condition (Tom)

In rare cases a session that had just executed a **LISTEN** might not get a notification, even though one would be expected because the concurrent transaction executing **NOTIFY** was observed to commit later.

A side effect of the fix is that a transaction that has executed a not-yet-committed **LISTEN** command will not see any row in pg\_listener for the **LISTEN**, should it choose to look; formerly it would have. This behavior was never documented one way or the other, but it is possible that some applications depend on the old behavior.

- Fix display of constant expressions in ORDER BY and GROUP BY (Tom)

An explicitly casted constant would be shown incorrectly. This could for example lead to corruption of a view definition during dump and reload.

- Fix libpq to handle NOTICE messages correctly during COPY OUT (Tom)

This failure has only been observed to occur when a user-defined datatype's output routine issues a NOTICE, but there is no guarantee it couldn't happen due to other causes.

## E.258. Release 7.4.19

**Release date:** 2008-01-07

This release contains a variety of fixes from 7.4.18, including fixes for significant security issues. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

## E.258.1. Migration to Version 7.4.19

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

## E.258.2. Changes

- Prevent functions in indexes from executing with the privileges of the user running **VACUUM**, **ANALYZE**, etc (Tom)

Functions used in index expressions and partial-index predicates are evaluated whenever a new table entry is made. It has long been understood that this poses a risk of trojan-horse code execution if one modifies a table owned by an untrustworthy user. (Note that triggers, defaults, check constraints, etc. pose the same type of risk.) But functions in indexes pose extra danger because they will be executed by routine maintenance operations such as **VACUUM FULL**, which are commonly performed automatically under a superuser account. For example, a nefarious user can execute code with superuser privileges by setting up a trojan-horse index definition and waiting for the next routine vacuum. The fix arranges for standard maintenance operations

(including **VACUUM**, **ANALYZE**, **REINDEX**, and **CLUSTER**) to execute as the table owner rather than the calling user, using the same privilege-switching mechanism already used for **SECURITY DEFINER** functions. To prevent bypassing this security measure, execution of **SET SESSION AUTHORIZATION** and **SET ROLE** is now forbidden within a **SECURITY DEFINER** context. (CVE-2007-6600)

- Repair assorted bugs in the regular-expression package (Tom, Will Drewry)

Suitably crafted regular-expression patterns could cause crashes, infinite or near-infinite looping, and/or massive memory consumption, all of which pose denial-of-service hazards for applications that accept regex search patterns from untrustworthy sources. (CVE-2007-4769, CVE-2007-4772, CVE-2007-6067)

- Require non-superusers who use `/contrib/dblink` to use only password authentication, as a security measure (Joe)  
The fix that appeared for this in 7.4.18 was incomplete, as it plugged the hole for only some `dblink` functions. (CVE-2007-6601, CVE-2007-3278)
- Fix planner failure in some cases of `WHERE false AND var IN (SELECT ...)` (Tom)
- Fix potential crash in `translate()` when using a multibyte database encoding (Tom)
- Fix PL/Python to not crash on long exception messages (Alvaro)
- `ecpg` parser fixes (Michael)
- Make `contrib/tablefunc's crosstab()` handle NULL rowid as a category in its own right, rather than crashing (Joe)
- Fix `tsvector` and `tsquery` output routines to escape backslashes correctly (Teodor, Bruce)
- Fix crash of `to_tsvector()` on huge input strings (Teodor)
- Require a specific version of Autoconf™ to be used when re-generating the **configure** script (Peter)

This affects developers and packagers only. The change was made to prevent accidental use of untested combinations of Autoconf™ and PostgreSQL™ versions. You can remove the version check if you really want to use a different Autoconf™ version, but it's your responsibility whether the result works or not.

## E.259. Release 7.4.18

**Release date:** 2007-09-17

This release contains fixes from 7.4.17. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.259.1. Migration to Version 7.4.18

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

### E.259.2. Changes

- Prevent index corruption when a transaction inserts rows and then aborts close to the end of a concurrent **VACUUM** on the same table (Tom)
- Make **CREATE DOMAIN ... DEFAULT NULL** work properly (Tom)
- Fix excessive logging of SSL error messages (Tom)
- Fix crash when `log_min_error_statement` logging runs out of memory (Tom)
- Prevent **CLUSTER** from failing due to attempting to process temporary tables of other sessions (Alvaro)
- Require non-superusers who use `/contrib/dblink` to use only password authentication, as a security measure (Joe)

## E.260. Release 7.4.17

**Release date:** 2007-04-23

This release contains fixes from 7.4.16, including a security fix. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

## E.260.1. Migration to Version 7.4.17

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

## E.260.2. Changes

- Support explicit placement of the temporary-table schema within `search_path`, and disable searching it for functions and operators (Tom)

This is needed to allow a security-definer function to set a truly secure value of `search_path`. Without it, an unprivileged SQL user can use temporary objects to execute code with the privileges of the security-definer function (CVE-2007-2138). See **CREATE FUNCTION** for more information.

- `/contrib/tsearch2` crash fixes (Teodor)
- Fix potential-data-corruption bug in how **VACUUM FULL** handles **UPDATE** chains (Tom, Pavan Deolasee)
- Fix PANIC during enlargement of a hash index (bug introduced in 7.4.15) (Tom)

## E.261. Release 7.4.16

**Release date:** 2007-02-05

This release contains a variety of fixes from 7.4.15, including a security fix. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

## E.261.1. Migration to Version 7.4.16

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

## E.261.2. Changes

- Remove security vulnerability that allowed connected users to read backend memory (Tom)

The vulnerability involves suppressing the normal check that a SQL function returns the data type it's declared to, or changing the data type of a table column used in a SQL function (CVE-2007-0555). This error can easily be exploited to cause a backend crash, and in principle might be used to read database content that the user should not be able to access.

- Fix rare bug wherein btree index page splits could fail due to choosing an infeasible split point (Heikki Linnakangas)
- Fix for rare Assert() crash triggered by UNION (Tom)
- Tighten security of multi-byte character processing for UTF8 sequences over three bytes long (Tom)

## E.262. Release 7.4.15

**Release date:** 2007-01-08

This release contains a variety of fixes from 7.4.14. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

## E.262.1. Migration to Version 7.4.15

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

## E.262.2. Changes

- Improve handling of `getaddrinfo()` on AIX (Tom)

This fixes a problem with starting the statistics collector, among other things.

- Fix « failed to re-find parent key » errors in **VACUUM** (Tom)

- Fix bugs affecting multi-gigabyte hash indexes (Tom)
- Fix error when constructing an ARRAY[ ] made up of multiple empty elements (Tom)
- `to_number()` and `to_char(numeric)` are now STABLE, not IMMUTABLE, for new initdb installs (Tom)  
This is because `lc_numeric` can potentially change the output of these functions.
- Improve index usage of regular expressions that use parentheses (Tom)  
This improves psql \d performance also.

## E.263. Release 7.4.14

**Release date:** 2006-10-16

This release contains a variety of fixes from 7.4.13. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.263.1. Migration to Version 7.4.14

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

### E.263.2. Changes

- Fix core dump when an untyped literal is taken as ANYARRAY
- Fix `string_to_array()` to handle overlapping matches for the separator string  
For example, `string_to_array('123xx456xxx789', 'xx')`.
- Fix corner cases in pattern matching for psql's \d commands
- Fix index-corrupting bugs in /contrib/ltree (Teodor)
- Fix backslash escaping in /contrib/dbmirror
- Adjust regression tests for recent changes in US DST laws

## E.264. Release 7.4.13

**Release date:** 2006-05-23

This release contains a variety of fixes from 7.4.12, including patches for extremely serious security issues. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.264.1. Migration to Version 7.4.13

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

Full security against the SQL-injection attacks described in CVE-2006-2313 and CVE-2006-2314 might require changes in application code. If you have applications that embed untrustworthy strings into SQL commands, you should examine them as soon as possible to ensure that they are using recommended escaping techniques. In most cases, applications should be using subroutines provided by libraries or drivers (such as libpq's `PQescapeStringConn()`) to perform string escaping, rather than relying on *ad hoc* code to do it.

### E.264.2. Changes

- Change the server to reject invalidly-encoded multibyte characters in all cases (Tatsuo, Tom)  
While PostgreSQL™ has been moving in this direction for some time, the checks are now applied uniformly to all encodings and all textual input, and are now always errors not merely warnings. This change defends against SQL-injection attacks of the type described in CVE-2006-2313.
- Reject unsafe uses of \ ' in string literals

As a server-side defense against SQL-injection attacks of the type described in CVE-2006-2314, the server now only accepts '' and not \' as a representation of ASCII single quote in SQL string literals. By default, \' is rejected only when client\_encoding is set to a client-only encoding (SJIS, BIG5, GBK, GB18030, or UHC), which is the scenario in which SQL injection is possible. A new configuration parameter backslash\_quote is available to adjust this behavior when needed. Note that full security against CVE-2006-2314 might require client-side changes; the purpose of backslash\_quote is in part to make it obvious that insecure clients are insecure.

- Modify libpq's string-escaping routines to be aware of encoding considerations and standard\_conforming\_strings  
This fixes libpq-using applications for the security issues described in CVE-2006-2313 and CVE-2006-2314, and also future-proofs them against the planned changeover to SQL-standard string literal syntax. Applications that use multiple PostgreSQL™ connections concurrently should migrate to PQescapeStringConn() and PQescapeByteaConn() to ensure that escaping is done correctly for the settings in use in each database connection. Applications that do string escaping « by hand » should be modified to rely on library routines instead.
- Fix some incorrect encoding conversion functions  
win1251\_to\_iso, alt\_to\_iso, euc\_tw\_to\_big5, euc\_tw\_to\_mic, mic\_to\_euc\_tw were all broken to varying extents.
- Clean up stray remaining uses of \' in strings (Bruce, Jan)
- Fix bug that sometimes caused OR'd index scans to miss rows they should have returned
- Fix WAL replay for case where a btree index has been truncated
- Fix SIMILAR TO for patterns involving | (Tom)
- Fix server to use custom DH SSL parameters correctly (Michael Fuhr)
- Fix for Bonjour on Intel Macs (Ashley Clark)
- Fix various minor memory leaks

## E.265. Release 7.4.12

**Release date:** 2006-02-14

This release contains a variety of fixes from 7.4.11. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.265.1. Migration to Version 7.4.12

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.11, see Section E.266, « Release 7.4.11 ».

### E.265.2. Changes

- Fix potential crash in **SET SESSION AUTHORIZATION** (CVE-2006-0553)  
An unprivileged user could crash the server process, resulting in momentary denial of service to other users, if the server has been compiled with Asserts enabled (which is not the default). Thanks to Akio Ishida for reporting this problem.
- Fix bug with row visibility logic in self-inserted rows (Tom)  
Under rare circumstances a row inserted by the current command could be seen as already valid, when it should not be. Repairs bug created in 7.4.9 and 7.3.11 releases.
- Fix race condition that could lead to « file already exists » errors during pg\_clog file creation (Tom)
- Properly check DOMAIN constraints for UNKNOWN parameters in prepared statements (Neil)
- Fix to allow restoring dumps that have cross-schema references to custom operators (Tom)
- Portability fix for testing presence of finite and isinf during configure (Tom)

## E.266. Release 7.4.11

**Release date:** 2006-01-09

This release contains a variety of fixes from 7.4.10. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

## E.266.1. Migration to Version 7.4.11

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.8, see Section E.269, « Release 7.4.8 ». Also, you might need to **REINDEX** indexes on textual columns after updating, if you are affected by the locale or plperl issues described below.

## E.266.2. Changes

- Fix for protocol-level Describe messages issued outside a transaction or in a failed transaction (Tom)
- Fix character string comparison for locales that consider different character combinations as equal, such as Hungarian (Tom)  
This might require **REINDEX** to fix existing indexes on textual columns.
- Set locale environment variables during postmaster startup to ensure that plperl won't change the locale later

This fixes a problem that occurred if the postmaster was started with environment variables specifying a different locale than what initdb had been told. Under these conditions, any use of plperl was likely to lead to corrupt indexes. You might need **REINDEX** to fix existing indexes on textual columns if this has happened to you.

- Fix longstanding bug in strpos() and regular expression handling in certain rarely used Asian multi-byte character sets (Tatsuo)
- Fix bug in /contrib/pgcrypto gen\_salt, which caused it not to use all available salt space for MD5 and XDES algorithms (Marko Kreen, Solar Designer)  
Salts for Blowfish and standard DES are unaffected.
- Fix /contrib/dblink to throw an error, rather than crashing, when the number of columns specified is different from what's actually returned by the query (Joe)

## E.267. Release 7.4.10

**Release date:** 2005-12-12

This release contains a variety of fixes from 7.4.9. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

## E.267.1. Migration to Version 7.4.10

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.8, see Section E.269, « Release 7.4.8 ».

## E.267.2. Changes

- Fix race condition in transaction log management

There was a narrow window in which an I/O operation could be initiated for the wrong page, leading to an Assert failure or data corruption.

- Prevent failure if client sends Bind protocol message when current transaction is already aborted
- /contrib/ltree fixes (Teodor)
- AIX and HPUX compile fixes (Tom)
- Fix longstanding planning error for outer joins  
This bug sometimes caused a bogus error « RIGHT JOIN is only supported with merge-joinable join conditions ».
- Prevent core dump in pg\_autovacuum when a table has been dropped

## E.268. Release 7.4.9

**Release date:** 2005-10-04

This release contains a variety of fixes from 7.4.8. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

## E.268.1. Migration to Version 7.4.9

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.4.8, see Section E.269, « Release 7.4.8 ».

## E.268.2. Changes

- Fix error that allowed **VACUUM** to remove `ctid` chains too soon, and add more checking in code that follows `ctid` links  
This fixes a long-standing problem that could cause crashes in very rare circumstances.
- Fix **CHAR()** to properly pad spaces to the specified length when using a multiple-byte character set (Yoshiyuki Asaba)  
In prior releases, the padding of **CHAR()** was incorrect because it only padded to the specified number of bytes without considering how many characters were stored.
- Fix the sense of the test for read-only transaction in **COPY**  
The code formerly prohibited **COPY TO**, where it should prohibit **COPY FROM**.
- Fix planning problem with outer-join ON clauses that reference only the inner-side relation
- Further fixes for `x FULL JOIN y ON true` corner cases
- Make `array_in` and `array_recv` more paranoid about validating their OID parameter
- Fix missing rows in queries like `UPDATE a=... WHERE a...` with GiST index on column a
- Improve robustness of datetime parsing
- Improve checking for partially-written WAL pages
- Improve robustness of signal handling when SSL is enabled
- Don't try to open more than `max_files_per_process` files during postmaster startup
- Various memory leakage fixes
- Various portability improvements
- Fix PL/pgSQL to handle `var := var` correctly when the variable is of pass-by-reference type
- Update `contrib/tsearch2` to use current Snowball code

## E.269. Release 7.4.8

**Release date:** 2005-05-09

This release contains a variety of fixes from 7.4.7, including several security-related issues. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

## E.269.1. Migration to Version 7.4.8

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, it is one possible way of handling two significant security problems that have been found in the initial contents of 7.4.X system catalogs. A dump/initdb/reload sequence using 7.4.8's initdb will automatically correct these problems.

The larger security problem is that the built-in character set encoding conversion functions can be invoked from SQL commands by unprivileged users, but the functions were not designed for such use and are not secure against malicious choices of arguments. The fix involves changing the declared parameter list of these functions so that they can no longer be invoked from SQL commands. (This does not affect their normal use by the encoding conversion machinery.)

The lesser problem is that the `contrib/tsearch2` module creates several functions that are misdeclared to return internal when they do not accept internal arguments. This breaks type safety for all functions using internal arguments.

It is strongly recommended that all installations repair these errors, either by initdb or by following the manual repair procedures given below. The errors at least allow unprivileged database users to crash their server process, and might allow unprivileged users to gain the privileges of a database superuser.

If you wish not to do an initdb, perform the following procedures instead. As the database superuser, do:

```
BEGIN;
UPDATE pg_proc SET proargtypes[3] = 'internal'::regtype
WHERE pronamespace = 11 AND pronargs = 5
 AND proargtypes[2] = 'cstring'::regtype;
-- The command should report having updated 90 rows;
-- if not, rollback and investigate instead of committing!
COMMIT;
```

Next, if you have installed contrib/tsearch2, do:

```
BEGIN;
UPDATE pg_proc SET proargtypes[0] = 'internal'::regtype
WHERE oid IN (
 'dex_init(text)'::regprocedure,
 'snb_en_init(text)'::regprocedure,
 'snb_ru_init(text)'::regprocedure,
 'spell_init(text)'::regprocedure,
 'syn_init(text)'::regprocedure
);
-- The command should report having updated 5 rows;
-- if not, rollback and investigate instead of committing!
COMMIT;
```

If this command fails with a message like « function "dex\_init(text)" does not exist », then either tsearch2 is not installed in this database, or you already did the update.

The above procedures must be carried out in *each* database of an installation, including template1, and ideally including template0 as well. If you do not fix the template databases then any subsequently created databases will contain the same errors. template1 can be fixed in the same way as any other database, but fixing template0 requires additional steps. First, from any database issue:

```
UPDATE pg_database SET datallowconn = true WHERE datname = 'template0';
```

Next connect to template0 and perform the above repair procedures. Finally, do:

```
-- re-freeze template0:
VACUUM FREEZE;
-- and protect it against future alterations:
UPDATE pg_database SET datallowconn = false WHERE datname = 'template0';
```

## E.269.2. Changes

- Change encoding function signature to prevent misuse
- Change contrib/tsearch2 to avoid unsafe use of INTERNAL function results
- Repair ancient race condition that allowed a transaction to be seen as committed for some purposes (eg SELECT FOR UPDATE) slightly sooner than for other purposes

This is an extremely serious bug since it could lead to apparent data inconsistencies being briefly visible to applications.

- Repair race condition between relation extension and VACUUM

This could theoretically have caused loss of a page's worth of freshly-inserted data, although the scenario seems of very low probability. There are no known cases of it having caused more than an Assert failure.

- Fix comparisons of TIME WITH TIME ZONE values

The comparison code was wrong in the case where the --enable-integer-datetime configuration switch had been used. NOTE: if you have an index on a TIME WITH TIME ZONE column, it will need to be REINDEXED after installing this update, because the fix corrects the sort order of column values.

- Fix EXTRACT(EPOCH) for TIME WITH TIME ZONE values
- Fix mis-display of negative fractional seconds in INTERVAL values

This error only occurred when the `--enable-integer-datetime` configuration switch had been used.

- Ensure operations done during backend shutdown are counted by statistics collector

This is expected to resolve reports of pg\_autovacuum not vacuuming the system catalogs often enough -- it was not being told about catalog deletions caused by temporary table removal during backend exit.

- Additional buffer overrun checks in plpgsql (Neil)
  - Fix pg\_dump to dump trigger names containing % correctly (Neil)
  - Fix contrib/pgcrypto for newer OpenSSL builds (Marko Kreen)
  - Still more 64-bit fixes for contrib/intagg
  - Prevent incorrect optimization of functions returning RECORD
  - Prevent to\_char(interval) from dumping core for month-related formats
  - Prevent crash on COALESCE(NULL, NULL)
  - Fix array\_map to call PL functions correctly
  - Fix permission checking in **ALTER DATABASE RENAME**
  - Fix **ALTER LANGUAGE RENAME**
  - Make RemoveFromWaitQueue clean up after itself
- This fixes a lock management error that would only be visible if a transaction was kicked out of a wait for a lock (typically by query cancel) and then the holder of the lock released it within a very narrow window.
- Fix problem with untyped parameter appearing in **INSERT ... SELECT**
  - Fix CLUSTER failure after **ALTER TABLE SET WITHOUT OIDS**

## E.270. Release 7.4.7

**Release date:** 2005-01-31

This release contains a variety of fixes from 7.4.6, including several security-related issues. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.270.1. Migration to Version 7.4.7

A dump/restore is not required for those running 7.4.X.

### E.270.2. Changes

- Disallow **LOAD** to non-superusers

On platforms that will automatically execute initialization functions of a shared library (this includes at least Windows and ELF-based Unixen), **LOAD** can be used to make the server execute arbitrary code. Thanks to NGS Software for reporting this.

- Check that creator of an aggregate function has the right to execute the specified transition functions

This oversight made it possible to bypass denial of EXECUTE permission on a function.

- Fix security and 64-bit issues in contrib/intagg
- Add needed STRICT marking to some contrib functions (Kris Jurka)
- Avoid buffer overrun when plpgsql cursor declaration has too many parameters (Neil)
- Fix planning error for FULL and RIGHT outer joins

The result of the join was mistakenly supposed to be sorted the same as the left input. This could not only deliver mis-sorted output to the user, but in case of nested merge joins could give outright wrong answers.

- Fix plperl for quote marks in tuple fields
- Fix display of negative intervals in SQL and GERMAN datestyles
- Make age(timestamptz) do calculation in local timezone not GMT

## E.271. Release 7.4.6

**Release date:** 2004-10-22

This release contains a variety of fixes from 7.4.5. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.271.1. Migration to Version 7.4.6

A dump/restore is not required for those running 7.4.X.

### E.271.2. Changes

- Repair possible failure to update hint bits on disk

Under rare circumstances this oversight could lead to « could not access transaction status » failures, which qualifies it as a potential-data-loss bug.

- Ensure that hashed outer join does not miss tuples

Very large left joins using a hash join plan could fail to output unmatched left-side rows given just the right data distribution.

- Disallow running pg\_ctl as root

This is to guard against any possible security issues.

- Avoid using temp files in /tmp in **make\_oidjoins\_check**

This has been reported as a security issue, though it's hardly worthy of concern since there is no reason for non-developers to use this script anyway.

- Prevent forced backend shutdown from re-emitting prior command result

In rare cases, a client might think that its last command had succeeded when it really had been aborted by forced database shutdown.

- Repair bug in pg\_stat\_get\_backend\_idset

This could lead to misbehavior in some of the system-statistics views.

- Fix small memory leak in postmaster

- Fix « expected both swapped tables to have TOAST tables » bug

This could arise in cases such as CLUSTER after ALTER TABLE DROP COLUMN.

- Prevent pg\_ctl restart from adding -D multiple times

- Fix problem with NULL values in GiST indexes

- :: is no longer interpreted as a variable in an ECPG prepare statement

## E.272. Release 7.4.5

**Release date:** 2004-08-18

This release contains one serious bug fix over 7.4.4. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.272.1. Migration to Version 7.4.5

A dump/restore is not required for those running 7.4.X.

### E.272.2. Changes

- Repair possible crash during concurrent B-tree index insertions

This patch fixes a rare case in which concurrent insertions into a B-tree index could result in a server panic. No permanent damage would result, but it's still worth a re-release. The bug does not exist in pre-7.4 releases.

## E.273. Release 7.4.4

**Release date:** 2004-08-16

This release contains a variety of fixes from 7.4.3. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.273.1. Migration to Version 7.4.4

A dump/restore is not required for those running 7.4.X.

### E.273.2. Changes

- Prevent possible loss of committed transactions during crash

Due to insufficient interlocking between transaction commit and checkpointing, it was possible for transactions committed just before the most recent checkpoint to be lost, in whole or in part, following a database crash and restart. This is a serious bug that has existed since PostgreSQL™ 7.1.

- Check HAVING restriction before evaluating result list of an aggregate plan
- Avoid crash when session's current user ID is deleted
- Fix hashed crosstab for zero-rows case (Joe)
- Force cache update after renaming a column in a foreign key
- Pretty-print UNION queries correctly
- Make psql handle \r\n newlines properly in COPY IN
- pg\_dump handled ACLs with grant options incorrectly
- Fix thread support for macOS and Solaris
- Updated JDBC driver (build 215) with various fixes
- ECPG fixes
- Translation updates (various contributors)

## E.274. Release 7.4.3

**Release date:** 2004-06-14

This release contains a variety of fixes from 7.4.2. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.274.1. Migration to Version 7.4.3

A dump/restore is not required for those running 7.4.X.

### E.274.2. Changes

- Fix temporary memory leak when using non-hashed aggregates (Tom)
- ECPG fixes, including some for Informix compatibility (Michael)
- Fixes for compiling with thread-safety, particularly Solaris (Bruce)
- Fix error in COPY IN termination when using the old network protocol (ljb)
- Several important fixes in pg\_autovacuum, including fixes for large tables, unsigned oids, stability, temp tables, and debug mode (Matthew T. O'Connor)
- Fix problem with reading tar-format dumps on NetBSD and BSD/OS (Bruce)
- Several JDBC fixes
- Fix ALTER SEQUENCE RESTART where last\_value equals the restart value (Tom)

- Repair failure to recalculate nested sub-selects (Tom)
- Fix problems with non-constant expressions in LIMIT/OFFSET
- Support FULL JOIN with no join clause, such as X FULL JOIN Y ON TRUE (Tom)
- Fix another zero-column table bug (Tom)
- Improve handling of non-qualified identifiers in GROUP BY clauses in sub-selects (Tom)
 

Select-list aliases within the sub-select will now take precedence over names from outer query levels.
- Do not generate « NATURAL CROSS JOIN » when decompiling rules (Tom)
- Add checks for invalid field length in binary COPY (Tom)
 

This fixes a difficult-to-exploit security hole.
- Avoid locking conflict between **ANALYZE** and **LISTEN/NOTIFY**
- Numerous translation updates (various contributors)

## E.275. Release 7.4.2

**Release date:** 2004-03-08

This release contains a variety of fixes from 7.4.1. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

### E.275.1. Migration to Version 7.4.2

A dump/restore is not required for those running 7.4.X. However, it might be advisable as the easiest method of incorporating fixes for two errors that have been found in the initial contents of 7.4.X system catalogs. A dump/initdb/reload sequence using 7.4.2's initdb will automatically correct these problems.

The more severe of the two errors is that data type anyarray has the wrong alignment label; this is a problem because the pg\_statistic system catalog uses anyarray columns. The mislabeling can cause planner misestimations and even crashes when planning queries that involve WHERE clauses on double-aligned columns (such as float8 and timestamp). It is strongly recommended that all installations repair this error, either by initdb or by following the manual repair procedure given below.

The lesser error is that the system view pg\_settings ought to be marked as having public update access, to allow UPDATE pg\_settings to be used as a substitute for SET. This can also be fixed either by initdb or manually, but it is not necessary to fix unless you want to use UPDATE pg\_settings.

If you wish not to do an initdb, the following procedure will work for fixing pg\_statistic. As the database superuser, do:

```
-- clear out old data in pg_statistic:
DELETE FROM pg_statistic;
VACUUM pg_statistic;
-- this should update 1 row:
UPDATE pg_type SET typalign = 'd' WHERE oid = 2277;
-- this should update 6 rows:
UPDATE pg_attribute SET attalign = 'd' WHERE atttypid = 2277;
--
-- At this point you MUST start a fresh backend to avoid a crash!
--
-- repopulate pg_statistic:
ANALYZE;
```

This can be done in a live database, but beware that all backends running in the altered database must be restarted before it is safe to repopulate pg\_statistic.

To repair the pg\_settings error, simply do:

```
GRANT SELECT, UPDATE ON pg_settings TO PUBLIC;
```

The above procedures must be carried out in *each* database of an installation, including template1, and ideally including template0 as well. If you do not fix the template databases then any subsequently created databases will contain the same errors. template1 can be fixed in the same way as any other database, but fixing template0 requires additional steps. First, from

any database issue:

```
UPDATE pg_database SET datallowconn = true WHERE datname = 'template0';
```

Next connect to template0 and perform the above repair procedures. Finally, do:

```
-- re-freeze template0:
VACUUM FREEZE;
-- and protect it against future alterations:
UPDATE pg_database SET datallowconn = false WHERE datname = 'template0';
```

## E.275.2. Changes

Release 7.4.2 incorporates all the fixes included in release 7.3.6, plus the following fixes:

- Fix pg\_statistic alignment bug that could crash optimizer  
See above for details about this problem.
- Allow non-super users to update pg\_settings
- Fix several optimizer bugs, most of which led to « variable not found in subplan target lists » errors
- Avoid out-of-memory failure during startup of large multiple index scan
- Fix multibyte problem that could lead to « out of memory » error during **COPY IN**
- Fix problems with **SELECT INTO / CREATE TABLE AS** from tables without OIDs
- Fix problems with alter\_table regression test during parallel testing
- Fix problems with hitting open file limit, especially on macOS (Tom)
- Partial fix for Turkish-locale issues  
initdb will succeed now in Turkish locale, but there are still some inconveniences associated with the i/I problem.
- Make pg\_dump set client encoding on restore
- Other minor pg\_dump fixes
- Allow ecpg to again use C keywords as column names (Michael)
- Added ecpg WHENEVER NOT\_FOUND to SELECT/INSERT/UPDATE/DELETE (Michael)
- Fix ecpg crash for queries calling set-returning functions (Michael)
- Various other ecpg fixes (Michael)
- Fixes for Borland compiler
- Thread build improvements (Bruce)
- Various other build fixes
- Various JDBC fixes

## E.276. Release 7.4.1

**Release date:** 2003-12-22

This release contains a variety of fixes from 7.4. For information about new features in the 7.4 major release, see Section E.277, « Release 7.4 ».

## E.276.1. Migration to Version 7.4.1

A dump/restore is *not* required for those running 7.4.

If you want to install the fixes in the information schema you need to reload it into the database. This is either accomplished by initializing a new cluster by running **initdb**, or by running the following sequence of SQL commands in each database (ideally including template1) as a superuser in psql, after installing the new release:

```
DROP SCHEMA information_schema CASCADE;
\i /usr/local/pgsql/share/information_schema.sql
```

Substitute your installation path in the second command.

## E.276.2. Changes

- Fixed bug in **CREATE SCHEMA** parsing in ECPG (Michael)
- Fix compile error when **--enable-thread-safety** and **--with-perl** are used together (Peter)
- Fix for subqueries that used hash joins (Tom)
 

Certain subqueries that used hash joins would crash because of improperly shared structures.
- Fix free space map compaction bug (Tom)
 

This fixes a bug where compaction of the free space map could lead to a database server shutdown.
- Fix for Borland compiler build of libpq (Bruce)
- Fix **netmask()** and **hostmask()** to return the maximum-length masklen (Tom)
 

Fix these functions to return values consistent with pre-7.4 releases.
- Several **contrib/pg\_autovacuum** fixes
 

Fixes include improper variable initialization, missing vacuum after **TRUNCATE**, and duration computation overflow for long vacuums.
- Allow compile of **contrib/cube** under Cygwin (Jason Tishler)
- Fix Solaris use of password file when no passwords are defined (Tom)
 

Fix crash on Solaris caused by use of any type of password authentication when no passwords were defined.
- JDBC fix for thread problems, other fixes
- Fix for bytea index lookups (Joe)
- Fix information schema for bit data types (Peter)
- Force zero\_damaged\_pages to be on during recovery from WAL
- Prevent some obscure cases of « variable not in subplan target lists »
- Make **PQescapeBytea** and **byteaout** consistent with each other (Joe)
- Escape bytea output for bytes > 0x7e (Joe)
 

If different client encodings are used for bytea output and input, it is possible for bytea values to be corrupted by the differing encodings. This fix escapes all bytes that might be affected.
- Added missing **SPI\_finish()** calls to dblink's **get\_tuple\_of\_interest()** (Joe)
- New Czech FAQ
- Fix information schema view **constraint\_column\_usage** for foreign keys (Peter)
- ECPG fixes (Michael)
- Fix bug with multiple **IN** subqueries and joins in the subqueries (Tom)
- Allow **COUNT( 'x' )** to work (Tom)
- Install ECPG include files for Informix compatibility into separate directory (Peter)
 

Some names of ECPG include files for Informix compatibility conflicted with operating system include files. By installing them in their own directory, name conflicts have been reduced.
- Fix SSL memory leak (Neil)
 

This release fixes a bug in 7.4 where SSL didn't free all memory it allocated.
- Prevent **pg\_service.conf** from using service name as default dbname (Bruce)
- Fix local ident authentication on FreeBSD (Tom)

## E.277. Release 7.4

**Release date:** 2003-11-17

### E.277.1. Overview

Major changes in this release:

IN / NOT IN subqueries are now much more efficient

In previous releases, IN/NOT IN subqueries were joined to the upper query by sequentially scanning the subquery looking for a match. The 7.4 code uses the same sophisticated techniques used by ordinary joins and so is much faster. An IN will now usually be as fast as or faster than an equivalent EXISTS subquery; this reverses the conventional wisdom that applied to previous releases.

Improved GROUP BY processing by using hash buckets

In previous releases, rows to be grouped had to be sorted first. The 7.4 code can do GROUP BY without sorting, by accumulating results into a hash table with one entry per group. It will still use the sort technique, however, if the hash table is estimated to be too large to fit in `sort_mem`.

New multikey hash join capability

In previous releases, hash joins could only occur on single keys. This release allows multicolumn hash joins.

Queries using the explicit JOIN syntax are now better optimized

Prior releases evaluated queries using the explicit JOIN syntax only in the order implied by the syntax. 7.4 allows full optimization of these queries, meaning the optimizer considers all possible join orderings and chooses the most efficient. Outer joins, however, must still follow the declared ordering.

Faster and more powerful regular expression code

The entire regular expression module has been replaced with a new version by Henry Spencer, originally written for Tcl. The code greatly improves performance and supports several flavors of regular expressions.

Function-inlining for simple SQL functions

Simple SQL functions can now be inlined by including their SQL in the main query. This improves performance by eliminating per-call overhead. That means simple SQL functions now behave like macros.

Full support for IPv6 connections and IPv6 address data types

Previous releases allowed only IPv4 connections, and the IP data types only supported IPv4 addresses. This release adds full IPv6 support in both of these areas.

Major improvements in SSL performance and reliability

Several people very familiar with the SSL API have overhauled our SSL code to improve SSL key negotiation and error recovery.

Make free space map efficiently reuse empty index pages, and other free space management improvements

In previous releases, B-tree index pages that were left empty because of deleted rows could only be reused by rows with index values similar to the rows originally indexed on that page. In 7.4, VACUUM records empty index pages and allows them to be reused for any future index rows.

SQL-standard information schema

The information schema provides a standardized and stable way to access information about the schema objects defined in a database.

Cursors conform more closely to the SQL standard

The commands `FETCH` and `MOVE` have been overhauled to conform more closely to the SQL standard.

Cursors can exist outside transactions

These cursors are also called holdable cursors.

New client-to-server protocol

The new protocol adds error codes, more status information, faster startup, better support for binary data transmission, parameter values separated from SQL commands, prepared statements available at the protocol level, and cleaner recovery from `COPY` failures. The older protocol is still supported by both server and clients.

libpq and ECPG applications are now fully thread-safe

While previous libpq releases already supported threads, this release improves thread safety by fixing some non-thread-safe code that was used during database connection startup. The `configure` option `--enable-thread-safety` must be used to enable this feature.

New version of full-text indexing

A new full-text indexing suite is available in `contrib/tsearch2`.

#### New autovacuum tool

The new autovacuum tool in `contrib/autovacuum` monitors the database statistics tables for **INSERT/UPDATE/DELETE** activity and automatically vacuums tables when needed.

#### Array handling has been improved and moved into the server core

Many array limitations have been removed, and arrays behave more like fully-supported data types.

## E.277.2. Migration to Version 7.4

A dump/restore using `pg_dump` is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Observe the following incompatibilities:

- The server-side autocommit setting was removed and reimplemented in client applications and languages. Server-side autocommit was causing too many problems with languages and applications that wanted to control their own autocommit behavior, so autocommit was removed from the server and added to individual client APIs as appropriate.
- Error message wording has changed substantially in this release. Significant effort was invested to make the messages more consistent and user-oriented. If your applications try to detect different error conditions by parsing the error message, you are strongly encouraged to use the new error code facility instead.
- Inner joins using the explicit `JOIN` syntax might behave differently because they are now better optimized.
- A number of server configuration parameters have been renamed for clarity, primarily those related to logging.
- `FETCH 0` or `MOVE 0` now does nothing. In prior releases, `FETCH 0` would fetch all remaining rows, and `MOVE 0` would move to the end of the cursor.
- **FETCH** and **MOVE** now return the actual number of rows fetched/moved, or zero if at the beginning/end of the cursor. Prior releases would return the row count passed to the command, not the number of rows actually fetched or moved.
- **COPY** now can process files that use carriage-return or carriage-return/line-feed end-of-line sequences. Literal carriage-returns and line-feeds are no longer accepted in data values; use `\r` and `\n` instead.
- Trailing spaces are now trimmed when converting from type `char(n)` to `varchar(n)` or `text`. This is what most people always expected to happen anyway.
- The data type `float(p)` now measures *p* in binary digits, not decimal digits. The new behavior follows the SQL standard.
- Ambiguous date values now must match the ordering specified by the `datestyle` setting. In prior releases, a date specification of `10/20/03` was interpreted as a date in October even if `datestyle` specified that the day should be first. 7.4 will throw an error if a date specification is invalid for the current setting of `datestyle`.
- The functions `oidrand`, `oidsrand`, and `userfntest` have been removed. These functions were determined to be no longer useful.
- String literals specifying time-varying date/time values, such as '`now`' or '`today`' will no longer work as expected in column default expressions; they now cause the time of the table creation to be the default, not the time of the insertion. Functions such as `now()`, `current_timestamp`, or `current_date` should be used instead.

In previous releases, there was special code so that strings such as '`now`' were interpreted at **INSERT** time and not at table creation time, but this work around didn't cover all cases. Release 7.4 now requires that defaults be defined properly using functions such as `now()` or `current_timestamp`. These will work in all situations.

- The dollar sign (\$) is no longer allowed in operator names. It can instead be a non-first character in identifiers. This was done to improve compatibility with other database systems, and to avoid syntax problems when parameter placeholders (`$n`) are written adjacent to operators.

## E.277.3. Changes

Below you will find a detailed account of the changes between release 7.4 and the previous major release.

### E.277.3.1. Server Operation Changes

- Allow IPv6 server connections (Nigel Kukard, Johan Jordaan, Bruce, Tom, Kurt Roeckx, Andrew Dunstan)
- Fix SSL to handle errors cleanly (Nathan Mueller)

In prior releases, certain SSL API error reports were not handled correctly. This release fixes those problems.

- SSL protocol security and performance improvements (Sean Chittenden)

SSL key renegotiation was happening too frequently, causing poor SSL performance. Also, initial key handling was improved.

- Print lock information when a deadlock is detected (Tom)

This allows easier debugging of deadlock situations.

- Update /tmp socket modification times regularly to avoid their removal (Tom)

This should help prevent /tmp directory cleaner administration scripts from removing server socket files.

- Enable PAM for macOS (Aaron Hillegass)

- Make B-tree indexes fully WAL-safe (Tom)

In prior releases, under certain rare cases, a server crash could cause B-tree indexes to become corrupt. This release removes those last few rare cases.

- Allow B-tree index compaction and empty page reuse (Tom)

- Fix inconsistent index lookups during split of first root page (Tom)

In prior releases, when a single-page index split into two pages, there was a brief period when another database session could miss seeing an index entry. This release fixes that rare failure case.

- Improve free space map allocation logic (Tom)

- Preserve free space information between server restarts (Tom)

In prior releases, the free space map was not saved when the postmaster was stopped, so newly started servers had no free space information. This release saves the free space map, and reloads it when the server is restarted.

- Add start time to pg\_stat\_activity (Neil)

- New code to detect corrupt disk pages; erase with zero\_damaged\_pages (Tom)

- New client/server protocol: faster, no username length limit, allow clean exit from COPY (Tom)

- Add transaction status, table ID, column ID to client/server protocol (Tom)

- Add binary I/O to client/server protocol (Tom)

- Remove autocommit server setting; move to client applications (Tom)

- New error message wording, error codes, and three levels of error detail (Tom, Joe, Peter)

### E.277.3.2. Performance Improvements

- Add hashing for GROUP BY aggregates (Tom)

- Make nested-loop joins be smarter about multicolumn indexes (Tom)

- Allow multikey hash joins (Tom)

- Improve constant folding (Tom)

- Add ability to inline simple SQL functions (Tom)

- Reduce memory usage for queries using complex functions (Tom)

In prior releases, functions returning allocated memory would not free it until the query completed. This release allows the freeing of function-allocated memory when the function call completes, reducing the total memory used by functions.

- Improve GEQO optimizer performance (Tom)

This release fixes several inefficiencies in the way the GEQO optimizer manages potential query paths.

- Allow IN/NOT IN to be handled via hash tables (Tom)

- Improve NOT IN (*subquery*) performance (Tom)

- Allow most IN subqueries to be processed as joins (Tom)

- Pattern matching operations can use indexes regardless of locale (Peter)

There is no way for non-ASCII locales to use the standard indexes for LIKE comparisons. This release adds a way to create a special index for LIKE.

- Allow the postmaster to preload libraries using `preload_libraries` (Joe)

For shared libraries that require a long time to load, this option is available so the library can be preloaded in the postmaster and alled by all database sessions.

- Improve optimizer cost computations, particularly for subqueries (Tom)
- Avoid sort when subquery ORDER BY matches upper query (Tom)
- Deduce that `WHERE a.x = b.y AND b.y = 42` also means `a.x = 42` (Tom)
- Allow hash/merge joins on complex joins (Tom)
- Allow hash joins for more data types (Tom)
- Allow join optimization of explicit inner joins, disable with `join_collapse_limit` (Tom)
- Add parameter `from_collapse_limit` to control conversion of subqueries to joins (Tom)
- Use faster and more powerful regular expression code from Tcl (Henry Spencer, Tom)
- Use bit-mapped relation sets in the optimizer (Tom)
- Improve connection startup time (Tom)

The new client/server protocol requires fewer network packets to start a database session.

- Improve trigger/constraint performance (Stephan)
- Improve speed of `col IN (const, const, const, ...)` (Tom)
- Fix hash indexes which were broken in rare cases (Tom)
- Improve hash index concurrency and speed (Tom)

Prior releases suffered from poor hash index performance, particularly for high concurrency situations. This release fixes that, and the development group is interested in reports comparing B-tree and hash index performance.

- Align shared buffers on 32-byte boundary for copy speed improvement (Manfred Spraul)

Certain CPU's perform faster data copies when addresses are 32-byte aligned.

- Data type numeric reimplemented for better performance (Tom)  
numeric used to be stored in base 100. The new code uses base 10000, for significantly better performance.

### E.277.3.3. Server Configuration Changes

- Rename server parameter `server_min_messages` to `log_min_messages` (Bruce)

This was done so most parameters that control the server logs begin with `log_`.

- Rename `show_*_stats` to `log_*_stats` (Bruce)
- Rename `show_source_port` to `log_source_port` (Bruce)
- Rename `hostname_lookup` to `log_hostname` (Bruce)
- Add `checkpoint_warning` to warn of excessive checkpointing (Bruce)

In prior releases, it was difficult to determine if checkpoint was happening too frequently. This feature adds a warning to the server logs when excessive checkpointing happens.

- New read-only server parameters for localization (Tom)
- Change debug server log messages to output as DEBUG rather than LOG (Bruce)
- Prevent server log variables from being turned off by non-superusers (Bruce)

This is a security feature so non-superusers cannot disable logging that was enabled by the administrator.

- `log_min_messages/client_min_messages` now controls `debug_*` output (Bruce)

This centralizes client debug information so all debug output can be sent to either the client or server logs.

- Add macOS Rendezvous server support (Chris Campbell)

This allows macOS hosts to query the network for available PostgreSQL™ servers.

- Add ability to print only slow statements using `log_min_duration_statement` (Christopher)

This is an often requested debugging feature that allows administrators to see only slow queries in their server logs.

- Allow `pg_hba.conf` to accept netmasks in CIDR format (Andrew Dunstan)

This allows administrators to merge the host IP address and netmask fields into a single CIDR field in `pg_hba.conf`.

- New read-only parameter `is_superuser` (Tom)

- New parameter `log_error_verbosity` to control error detail (Tom)

This works with the new error reporting feature to supply additional error information like hints, file names and line numbers.

- `postgres --describe-config` now dumps server config variables (Aizaz Ahmed, Peter)

This option is useful for administration tools that need to know the configuration variable names and their minimums, maximums, defaults, and descriptions.

- Add new columns in `pg_settings`: `context`, `type`, `source`, `min_val`, `max_val` (Joe)

- Make default `shared_buffers` 1000 and `max_connections` 100, if possible (Tom)

Prior versions defaulted to 64 shared buffers so PostgreSQL™ would start on even very old systems. This release tests the amount of shared memory allowed by the platform and selects more reasonable default values if possible. Of course, users are still encouraged to evaluate their resource load and size `shared_buffers` accordingly.

- New `pg_hba.conf` record type `hostnoss1` to prevent SSL connections (Jon Jensen)

In prior releases, there was no way to prevent SSL connections if both the client and server supported SSL. This option allows that capability.

- Remove parameter `geqo_random_seed` (Tom)

- Add server parameter `regex_flavor` to control regular expression processing (Tom)

- Make `pg_ctl` better handle nonstandard ports (Greg)

#### E.277.3.4. Query Changes

- New SQL-standard information schema (Peter)

- Add read-only transactions (Peter)

- Print key name and value in foreign-key violation messages (Dmitry Tkach)

- Allow users to see their own queries in `pg_stat_activity` (Kevin Brown)

In prior releases, only the superuser could see query strings using `pg_stat_activity`. Now ordinary users can see their own query strings.

- Fix aggregates in subqueries to match SQL standard (Tom)

The SQL standard says that an aggregate function appearing within a nested subquery belongs to the outer query if its argument contains only outer-query variables. Prior PostgreSQL™ releases did not handle this fine point correctly.

- Add option to prevent auto-addition of tables referenced in query (Nigel J. Andrews)

By default, tables mentioned in the query are automatically added to the `FROM` clause if they are not already there. This is compatible with historic POSTGRES™ behavior but is contrary to the SQL standard. This option allows selecting standard-compatible behavior.

- Allow `UPDATE ... SET col = DEFAULT` (Rod)

This allows `UPDATE` to set a column to its declared default value.

- Allow expressions to be used in `LIMIT/OFFSET` (Tom)

In prior releases, `LIMIT/OFFSET` could only use constants, not expressions.

- Implement CREATE TABLE AS EXECUTE (Neil, Peter)

### E.277.3.5. Object Manipulation Changes

- Make **CREATE SEQUENCE** grammar more conforming to SQL:2003 (Neil)

- Add statement-level triggers (Neil)

While this allows a trigger to fire at the end of a statement, it does not allow the trigger to access all rows modified by the statement. This capability is planned for a future release.

- Add check constraints for domains (Rod)

This greatly increases the usefulness of domains by allowing them to use check constraints.

- Add **ALTER DOMAIN** (Rod)

This allows manipulation of existing domains.

- Fix several zero-column table bugs (Tom)

PostgreSQL™ supports zero-column tables. This fixes various bugs that occur when using such tables.

- Have ALTER TABLE ... ADD PRIMARY KEY add not-null constraint (Rod)

In prior releases, ALTER TABLE ... ADD PRIMARY would add a unique index, but not a not-null constraint. That is fixed in this release.

- Add ALTER TABLE ... WITHOUT OIDS (Rod)

This allows control over whether new and updated rows will have an OID column. This is most useful for saving storage space.

- Add ALTER SEQUENCE to modify minimum, maximum, increment, cache, cycle values (Rod)

- Add ALTER TABLE ... CLUSTER ON (Alvaro Herrera)

This command is used by **pg\_dump** to record the cluster column for each table previously clustered. This information is used by database-wide cluster to cluster all previously clustered tables.

- Improve automatic type casting for domains (Rod, Tom)

- Allow dollar signs in identifiers, except as first character (Tom)

- Disallow dollar signs in operator names, so x=\$1 works (Tom)

- Allow copying table schema using LIKE *subtable*, also SQL:2003 feature INCLUDING DEFAULTS (Rod)

- Add WITH GRANT OPTION clause to **GRANT** (Peter)

This enabled **GRANT** to give other users the ability to grant privileges on an object.

### E.277.3.6. Utility Command Changes

- Add ON COMMIT clause to **CREATE TABLE** for temporary tables (Gavin)

This adds the ability for a table to be dropped or all rows deleted on transaction commit.

- Allow cursors outside transactions using WITH HOLD (Neil)

In previous releases, cursors were removed at the end of the transaction that created them. Cursors can now be created with the WITH HOLD option, which allows them to continue to be accessed after the creating transaction has committed.

- FETCH 0 and MOVE 0 now do nothing (Bruce)

In previous releases, FETCH 0 fetched all remaining rows, and MOVE 0 moved to the end of the cursor.

- Cause **FETCH** and **MOVE** to return the number of rows fetched/moved, or zero if at the beginning/end of cursor, per SQL standard (Bruce)

In prior releases, the row count returned by **FETCH** and **MOVE** did not accurately reflect the number of rows processed.

- Properly handle SCROLL with cursors, or report an error (Neil)

Allowing random access (both forward and backward scrolling) to some kinds of queries cannot be done without some additional work. If SCROLL is specified when the cursor is created, this additional work will be performed. Furthermore, if the cursor has been created with NO\_SCROLL, no random access is allowed.

- Implement SQL-compatible options FIRST, LAST, ABSOLUTE *n*, RELATIVE *n* for **FETCH** and **MOVE** (Tom)
- Allow **EXPLAIN** on **DECLARE CURSOR** (Tom)
- Allow **CLUSTER** to use index marked as pre-clustered by default (Alvaro Herrera)
- Allow **CLUSTER** to cluster all tables (Alvaro Herrera)

This allows all previously clustered tables in a database to be reclustered with a single command.

- Prevent **CLUSTER** on partial indexes (Tom)
- Allow DOS and Mac line-endings in **COPY** files (Bruce)
- Disallow literal carriage return as a data value, backslash-carriage-return and \r are still allowed (Bruce)
- **COPY** changes (binary, \.) (Tom)
- Recover from **COPY** failure cleanly (Tom)
- Prevent possible memory leaks in **COPY** (Tom)
- Make **TRUNCATE** transaction-safe (Rod)

**TRUNCATE** can now be used inside a transaction. If the transaction aborts, the changes made by the **TRUNCATE** are automatically rolled back.

- Allow prepare/bind of utility commands like **FETCH** and **EXPLAIN** (Tom)
- Add **EXPLAIN EXECUTE** (Neil)
- Improve **VACUUM** performance on indexes by reducing WAL traffic (Tom)
- Functional indexes have been generalized into indexes on expressions (Tom)

In prior releases, functional indexes only supported a simple function applied to one or more column names. This release allows any type of scalar expression.

- Have **SHOW TRANSACTION ISOLATION** match input to **SET TRANSACTION ISOLATION** (Tom)
  - Have **COMMENT ON DATABASE** on nonlocal database generate a warning, rather than an error (Rod)
- Database comments are stored in database-local tables so comments on a database have to be stored in each database.
- Improve reliability of **LISTEN/NOTIFY** (Tom)
  - Allow **REINDEX** to reliably reindex nonshared system catalog indexes (Tom)

This allows system tables to be reindexed without the requirement of a standalone session, which was necessary in previous releases. The only tables that now require a standalone session for reindexing are the global system tables `pg_database`, `pg_shadow`, and `pg_group`.

### E.277.3.7. Data Type and Function Changes

- New server parameter `extra_float_digits` to control precision display of floating-point numbers (Pedro Ferreira, Tom)  
This controls output precision which was causing regression testing problems.
- Allow +1300 as a numeric time-zone specifier, for FJST (Tom)
- Remove rarely used functions `oidrand`, `oidsrand`, and `userfntest` functions (Neil)
- Add `md5( )` function to main server, already in `contrib/pgcrypto` (Joe)  
An MD5 function was frequently requested. For more complex encryption capabilities, use `contrib/pgcrypto`.
- Increase date range of timestamp (John Cochran)
- Change `EXTRACT(EPOCH FROM timestamp)` so timestamp without time zone is assumed to be in local time, not GMT (Tom)
- Trap division by zero in case the operating system doesn't prevent it (Tom)

- Change the numeric data type internally to base 10000 (Tom)
- New `hostmask()` function (Greg Wickham)
- Fixes for `to_char()` and `to_timestamp()` (Karel)
- Allow functions that can take any argument data type and return any data type, using `anyelement` and `anyarray` (Joe)  
This allows the creation of functions that can work with any data type.
- Arrays can now be specified as `ARRAY[1, 2, 3]`, `ARRAY[['a', 'b'], ['c', 'd']]`, or `ARRAY[ARRAY[ARRAY[2]]]` (Joe)
- Allow proper comparisons for arrays, including `ORDER BY` and `DISTINCT` support (Joe)
- Allow indexes on array columns (Joe)
- Allow array concatenation with `||` (Joe)
- Allow `WHERE` qualification `expr op ANY/SOME/ALL (array_expr)` (Joe)  
This allows arrays to behave like a list of values, for purposes like `SELECT * FROM tab WHERE col IN (array_val)`.
- New array functions `array_append`, `array_cat`, `array_lower`, `array_prepend`, `array_to_string`, `array_upper`, `string_to_array` (Joe)
- Allow user defined aggregates to use polymorphic functions (Joe)
- Allow assignments to empty arrays (Joe)
- Allow 60 in seconds fields of time, timestamp, and interval input values (Tom)  
Sixty-second values are needed for leap seconds.
- Allow `cidr` data type to be cast to `text` (Tom)
- Disallow invalid time zone names in `SET TIMEZONE`
- Trim trailing spaces when `char` is cast to `varchar` or `text` (Tom)
- Make `float(p)` measure the precision  $p$  in binary digits, not decimal digits (Tom)
- Add IPv6 support to the `inet` and `cidr` data types (Michael Graff)
- Add `family()` function to report whether address is IPv4 or IPv6 (Michael Graff)
- Have `SHOW datestyle` generate output similar to that used by `SET datestyle` (Tom)
- Make `EXTRACT(TIMEZONE)` and `SET/SHOW TIME ZONE` follow the SQL convention for the sign of time zone offsets, i.e., positive is east from UTC (Tom)
- Fix `date_trunc('quarter', ...)` (Böjthe Zoltán)  
Prior releases returned an incorrect value for this function call.
- Make `initcap()` more compatible with Oracle (Mike Nolan)  
`initcap()` now uppercases a letter appearing after any non-alphanumeric character, rather than only after whitespace.
- Allow only `datestyle` field order for date values not in ISO-8601 format (Greg)
- Add new `datestyle` values MDY, DMY, and YMD to set input field order; honor US and European for backward compatibility (Tom)
- String literals like '`now`' or '`today`' will no longer work as a column default. Use functions such as `now()`, `current_timestamp` instead. (change required for prepared statements) (Tom)
- Treat `Nan` as larger than any other value in `min()`/`max()` (Tom)  
`Nan` was already sorted after ordinary numeric values for most purposes, but `min()` and `max()` didn't get this right.
- Prevent interval from suppressing :00 seconds display
- New functions `pg_get_triggerdef( prettyprint )` and `pg_conversion_is_visible()` (Christopher)
- Allow time to be specified as 040506 or 0405 (Tom)
- Input date order must now be YYYY-MM-DD (with 4-digit year) or match `datestyle`

- Make pg\_get\_constraintdef support unique, primary-key, and check constraints (Christopher)

### E.277.3.8. Server-Side Language Changes

- Prevent PL/pgSQL crash when RETURN NEXT is used on a zero-row record variable (Tom)
- Make PL/Python's spi\_execute interface handle null values properly (Andrew Bosma)
- Allow PL/pgSQL to declare variables of composite types without %ROWTYPE (Tom)
- Fix PL/Python's \_quote( ) function to handle big integers
- Make PL/Python an untrusted language, now called plpythonu (Kevin Jacobs, Tom)

The Python language no longer supports a restricted execution environment, so the trusted version of PL/Python was removed. If this situation changes, a version of PL/Python that can be used by non-superusers will be readded.

- Allow polymorphic PL/pgSQL functions (Joe, Tom)
- Allow polymorphic SQL functions (Joe)
- Improved compiled function caching mechanism in PL/pgSQL with full support for polymorphism (Joe)
- Add new parameter \$0 in PL/pgSQL representing the function's actual return type (Joe)
- Allow PL/Tcl and PL/Python to use the same trigger on multiple tables (Tom)
- Fixed PL/Tcl's spi\_prepare to accept fully qualified type names in the parameter type list (Jan)

### E.277.3.9. psql Changes

- Add \pset pager always to always use pager (Greg)

This forces the pager to be used even if the number of rows is less than the screen height. This is valuable for rows that wrap across several screen rows.

- Improve tab completion (Rod, Ross Reedstrom, Ian Barwick)
- Reorder \? help into groupings (Harald Armin Massa, Bruce)
- Add backslash commands for listing schemas, casts, and conversions (Christopher)
- \encoding now changes based on the server parameter client\_encoding (Tom)

In previous versions, \encoding was not aware of encoding changes made using SET client\_encoding.

- Save editor buffer into readline history (Ross)

When \e is used to edit a query, the result is saved in the readline history for retrieval using the up arrow.

- Improve \d display (Christopher)
- Enhance HTML mode to be more standards-conforming (Greg)
- New \set AUTOCOMMIT off capability (Tom)

This takes the place of the removed server parameter autocommit.

- New \set VERBOSITY to control error detail (Tom)
- This controls the new error reporting details.
- New prompt escape sequence %x to show transaction status (Tom)
  - Long options for psql are now available on all platforms

### E.277.3.10. pg\_dump Changes

- Multiple pg\_dump fixes, including tar format and large objects
- Allow pg\_dump to dump specific schemas (Neil)
- Make pg\_dump preserve column storage characteristics (Christopher)

This preserves ALTER TABLE ... SET STORAGE information.

- Make pg\_dump preserve **CLUSTER** characteristics (Christopher)
- Have pg\_dumpall use **GRANT/REVOKE** to dump database-level privileges (Tom)
- Allow pg\_dumpall to support the options -a, -s, -x of pg\_dump (Tom)
- Prevent pg\_dump from lowercasing identifiers specified on the command line (Tom)
- pg\_dump options --use-set-session-authorization and --no-reconnect now do nothing, all dumps use **SET SESSION AUTHORIZATION**

pg\_dump no longer reconnects to switch users, but instead always uses **SET SESSION AUTHORIZATION**. This will reduce password prompting during restores.

- Long options for pg\_dump are now available on all platforms

PostgreSQL™ now includes its own long-option processing routines.

### E.277.3.11. libpq Changes

- Add function PQfreemem for freeing memory on Windows, suggested for **NOTIFY** (Bruce)

Windows requires that memory allocated in a library be freed by a function in the same library, hence free( ) doesn't work for freeing memory allocated by libpq. PQfreemem is the proper way to free libpq memory, especially on Windows, and is recommended for other platforms as well.

- Document service capability, and add sample file (Bruce)

This allows clients to look up connection information in a central file on the client machine.

- Make PQsetdbLogin have the same defaults as PQconnectdb (Tom)
- Allow libpq to cleanly fail when result sets are too large (Tom)
- Improve performance of function PQunescapeBytea (Ben Lamb)
- Allow thread-safe libpq with configure option --enable-thread-safety (Lee Kindness, Philip Yarra)
- Allow function pqInternalNotice to accept a format string and arguments instead of just a preformatted message (Tom, Sean Chittenden)
- Control SSL negotiation with sslmode values disable, allow, prefer, and require (Jon Jensen)
- Allow new error codes and levels of text (Tom)
- Allow access to the underlying table and column of a query result (Tom)

This is helpful for query-builder applications that want to know the underlying table and column names associated with a specific result set.

- Allow access to the current transaction status (Tom)
- Add ability to pass binary data directly to the server (Tom)
- Add function PQexecPrepared and PQsendQueryPrepared functions which perform bind/execute of previously prepared statements (Tom)

### E.277.3.12. JDBC Changes

- Allow setNull on updateable result sets
- Allow executeBatch on a prepared statement (Barry)
- Support SSL connections (Barry)
- Handle schema names in result sets (Paul Sorenson)
- Add refcursor support (Nic Ferrier)

### E.277.3.13. Miscellaneous Interface Changes

- Prevent possible memory leak or core dump during libpgtcl shutdown (Tom)
- Add Informix compatibility to ECPG (Michael)

This allows ECPG to process embedded C programs that were written using certain Informix extensions.

- Add type decimal to ECPG that is fixed length, for Informix (Michael)
- Allow thread-safe embedded SQL programs with `configure` option `--enable-thread-safety` (Lee Kindness, Bruce)  
This allows multiple threads to access the database at the same time.
- Moved Python client PyGreSQL to <http://www.pygresql.org> (Marc)

#### E.277.3.14. Source Code Changes

- Prevent need for separate platform geometry regression result files (Tom)
- Improved PPC locking primitive (Reinhard Max)
- New function `palloc0` to allocate and clear memory (Bruce)
- Fix locking code for s390x CPU (64-bit) (Tom)
- Allow OpenBSD to use local ident credentials (William Ahern)
- Make query plan trees read-only to executor (Tom)
- Add macOS startup scripts (David Wheeler)
- Allow libpq to compile with Borland C++ compiler (Lester Godwin, Karl Waclawek)
- Use our own version of `getopt_long()` if needed (Peter)
- Convert administration scripts to C (Peter)
- Bison >= 1.85 is now required to build the PostgreSQL™ grammar, if building from CVS
- Merge documentation into one book (Peter)
- Add Windows compatibility functions (Bruce)
- Allow client interfaces to compile under MinGW (Bruce)
- New `ereport()` function for error reporting (Tom)
- Support Intel compiler on Linux (Peter)
- Improve Linux startup scripts (Slawomir Sudnik, Darko Prenosil)
- Add support for AMD Opteron and Itanium (Jeffrey W. Baker, Bruce)
- Remove `--enable-recode` option from `configure`

This was no longer needed now that we have **CREATE CONVERSION**.

- Generate a compile error if spinlock code is not found (Bruce)

Platforms without spinlock code will now fail to compile, rather than silently using semaphores. This failure can be disabled with a new `configure` option.

#### E.277.3.15. Contrib Changes

- Change dbmirror license to BSD
- Improve earthdistance (Bruno Wolff III)
- Portability improvements to pgcrypto (Marko Kreen)
- Prevent crash in xml (John Gray, Michael Richards)
- Update oracle
- Update mysql

- Update cube (Bruno Wolff III)
- Update earthdistance to use cube (Bruno Wolff III)
- Update btree\_gist (Oleg)
- New tsearch2 full-text search module (Oleg, Teodor)
- Add hash-based crosstab function to tablefuncs (Joe)
- Add serial column to order `connectby()` siblings in tablefuncs (Nabil Sayegh, Joe)
- Add named persistent connections to dblink (Shridhar Daithanka)
- New pg\_autovacuum allows automatic **VACUUM** (Matthew T. O'Connor)
- Make pgbench honor environment variables PGHOST, PGPORT, PGUSER (Tatsuo)
- Improve intarray (Teodor Sigaev)
- Improve pgstattuple (Rod)
- Fix bug in `metaphone()` in fuzzystrmatch
- Improve adddepend (Rod)
- Update spi/timetavel (Böjthe Zoltán)
- Fix dbase -s option and improve non-ASCII handling (Thomas Behr, Márcio Smiderle)
- Remove array module because features now included by default (Joe)

## E.278. Release 7.3.21

**Release date:** 2008-01-07

This release contains a variety of fixes from 7.3.20, including fixes for significant security issues.

This is expected to be the last PostgreSQL™ release in the 7.3.X series. Users are encouraged to update to a newer release branch soon.

### E.278.1. Migration to Version 7.3.21

A dump/restore is not required for those running 7.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.3.13, see Section E.286, « Release 7.3.13 ».

### E.278.2. Changes

- Prevent functions in indexes from executing with the privileges of the user running **VACUUM**, **ANALYZE**, etc (Tom)  
Functions used in index expressions and partial-index predicates are evaluated whenever a new table entry is made. It has long been understood that this poses a risk of trojan-horse code execution if one modifies a table owned by an untrustworthy user. (Note that triggers, defaults, check constraints, etc. pose the same type of risk.) But functions in indexes pose extra danger because they will be executed by routine maintenance operations such as **VACUUM FULL**, which are commonly performed automatically under a superuser account. For example, a nefarious user can execute code with superuser privileges by setting up a trojan-horse index definition and waiting for the next routine vacuum. The fix arranges for standard maintenance operations (including **VACUUM**, **ANALYZE**, **REINDEX**, and **CLUSTER**) to execute as the table owner rather than the calling user, using the same privilege-switching mechanism already used for **SECURITY DEFINER** functions. To prevent bypassing this security measure, execution of **SET SESSION AUTHORIZATION** and **SET ROLE** is now forbidden within a **SECURITY DEFINER** context. (CVE-2007-6600)
- Require non-superusers who use `/contrib/dblink` to use only password authentication, as a security measure (Joe)  
The fix that appeared for this in 7.3.20 was incomplete, as it plugged the hole for only some `dblink` functions. (CVE-2007-6601, CVE-2007-3278)
- Fix potential crash in `translate()` when using a multibyte database encoding (Tom)
- Make `contrib/tablefunc`'s `crosstab()` handle NULL rowid as a category in its own right, rather than crashing (Joe)
- Require a specific version of Autoconf™ to be used when re-generating the **configure** script (Peter)

This affects developers and packagers only. The change was made to prevent accidental use of untested combinations of Autoconf™ and PostgreSQL™ versions. You can remove the version check if you really want to use a different Autoconf™ version, but it's your responsibility whether the result works or not.

## E.279. Release 7.3.20

**Release date:** 2007-09-17

This release contains fixes from 7.3.19.

### E.279.1. Migration to Version 7.3.20

A dump/restore is not required for those running 7.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.3.13, see Section E.286, « Release 7.3.13 ».

### E.279.2. Changes

- Prevent index corruption when a transaction inserts rows and then aborts close to the end of a concurrent **VACUUM** on the same table (Tom)
- Make **CREATE DOMAIN ... DEFAULT NULL** work properly (Tom)
- Fix crash when `log_min_error_statement` logging runs out of memory (Tom)
- Require non-superusers who use `/contrib/dblink` to use only password authentication, as a security measure (Joe)

## E.280. Release 7.3.19

**Release date:** 2007-04-23

This release contains fixes from 7.3.18, including a security fix.

### E.280.1. Migration to Version 7.3.19

A dump/restore is not required for those running 7.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.3.13, see Section E.286, « Release 7.3.13 ».

### E.280.2. Changes

- Support explicit placement of the temporary-table schema within `search_path`, and disable searching it for functions and operators (Tom)  
This is needed to allow a security-definer function to set a truly secure value of `search_path`. Without it, an unprivileged SQL user can use temporary objects to execute code with the privileges of the security-definer function (CVE-2007-2138). See **CREATE FUNCTION** for more information.
- Fix potential-data-corruption bug in how **VACUUM FULL** handles **UPDATE** chains (Tom, Pavan Deolasee)

## E.281. Release 7.3.18

**Release date:** 2007-02-05

This release contains a variety of fixes from 7.3.17, including a security fix.

### E.281.1. Migration to Version 7.3.18

A dump/restore is not required for those running 7.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.3.13, see Section E.286, « Release 7.3.13 ».

### E.281.2. Changes

- Remove security vulnerability that allowed connected users to read backend memory (Tom)

The vulnerability involves changing the data type of a table column used in a SQL function (CVE-2007-0555). This error can easily be exploited to cause a backend crash, and in principle might be used to read database content that the user should not be able to access.

- Fix rare bug wherein btree index page splits could fail due to choosing an infeasible split point (Heikki Linnakangas)
- Tighten security of multi-byte character processing for UTF8 sequences over three bytes long (Tom)

## E.282. Release 7.3.17

**Release date:** 2007-01-08

This release contains a variety of fixes from 7.3.16.

### E.282.1. Migration to Version 7.3.17

A dump/restore is not required for those running 7.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.3.13, see Section E.286, « Release 7.3.13 ».

### E.282.2. Changes

- `to_number()` and `to_char(numeric)` are now STABLE, not IMMUTABLE, for new initdb installs (Tom)  
This is because `lc_numeric` can potentially change the output of these functions.
- Improve index usage of regular expressions that use parentheses (Tom)  
This improves psql \d performance also.

## E.283. Release 7.3.16

**Release date:** 2006-10-16

This release contains a variety of fixes from 7.3.15.

### E.283.1. Migration to Version 7.3.16

A dump/restore is not required for those running 7.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.3.13, see Section E.286, « Release 7.3.13 ».

### E.283.2. Changes

- Fix corner cases in pattern matching for psql's \d commands
- Fix index-corrupting bugs in /contrib/ltree (Teodor)
- Back-port 7.4 spinlock code to improve performance and support 64-bit architectures better
- Fix SSL-related memory leak in libpq
- Fix backslash escaping in /contrib/dbmirror
- Adjust regression tests for recent changes in US DST laws

## E.284. Release 7.3.15

**Release date:** 2006-05-23

This release contains a variety of fixes from 7.3.14, including patches for extremely serious security issues.

### E.284.1. Migration to Version 7.3.15

A dump/restore is not required for those running 7.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.3.13, see Section E.286, « Release 7.3.13 ».

Full security against the SQL-injection attacks described in CVE-2006-2313 and CVE-2006-2314 might require changes in appli-

cation code. If you have applications that embed untrustworthy strings into SQL commands, you should examine them as soon as possible to ensure that they are using recommended escaping techniques. In most cases, applications should be using subroutines provided by libraries or drivers (such as libpq's `PQescapeStringConn()`) to perform string escaping, rather than relying on *ad hoc* code to do it.

## E.284.2. Changes

- Change the server to reject invalidly-encoded multibyte characters in all cases (Tatsuo, Tom)

While PostgreSQL™ has been moving in this direction for some time, the checks are now applied uniformly to all encodings and all textual input, and are now always errors not merely warnings. This change defends against SQL-injection attacks of the type described in CVE-2006-2313.

- Reject unsafe uses of `\'` in string literals

As a server-side defense against SQL-injection attacks of the type described in CVE-2006-2314, the server now only accepts `' '` and not `\'` as a representation of ASCII single quote in SQL string literals. By default, `\'` is rejected only when `client_encoding` is set to a client-only encoding (SJIS, BIG5, GBK, GB18030, or UHC), which is the scenario in which SQL injection is possible. A new configuration parameter `backslash_quote` is available to adjust this behavior when needed. Note that full security against CVE-2006-2314 might require client-side changes; the purpose of `backslash_quote` is in part to make it obvious that insecure clients are insecure.

- Modify libpq's string-escaping routines to be aware of encoding considerations

This fixes libpq-using applications for the security issues described in CVE-2006-2313 and CVE-2006-2314. Applications that use multiple PostgreSQL™ connections concurrently should migrate to `PQescapeStringConn()` and `PQescapeBy teaConn()` to ensure that escaping is done correctly for the settings in use in each database connection. Applications that do string escaping « by hand » should be modified to rely on library routines instead.

- Fix some incorrect encoding conversion functions

`win1251_to_iso`, `alt_to_iso`, `euc_tw_to_big5`, `euc_tw_to_mic`, `mic_to_euc_tw` were all broken to varying extents.

- Clean up stray remaining uses of `\'` in strings (Bruce, Jan)
- Fix server to use custom DH SSL parameters correctly (Michael Fuhr)
- Fix various minor memory leaks

## E.285. Release 7.3.14

**Release date:** 2006-02-14

This release contains a variety of fixes from 7.3.13.

## E.285.1. Migration to Version 7.3.14

A dump/restore is not required for those running 7.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.3.13, see Section E.286, « Release 7.3.13 ».

## E.285.2. Changes

- Fix potential crash in **SET SESSION AUTHORIZATION** (CVE-2006-0553)

An unprivileged user could crash the server process, resulting in momentary denial of service to other users, if the server has been compiled with Asserts enabled (which is not the default). Thanks to Akio Ishida for reporting this problem.

- Fix bug with row visibility logic in self-inserted rows (Tom)

Under rare circumstances a row inserted by the current command could be seen as already valid, when it should not be. Repairs bug created in 7.3.11 release.

- Fix race condition that could lead to « file already exists » errors during pg\_clog file creation (Tom)

- Fix to allow restoring dumps that have cross-schema references to custom operators (Tom)

- Portability fix for testing presence of `finite` and `isinf` during configure (Tom)

## E.286. Release 7.3.13

**Release date:** 2006-01-09

This release contains a variety of fixes from 7.3.12.

### E.286.1. Migration to Version 7.3.13

A dump/restore is not required for those running 7.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.3.10, see Section E.289, « Release 7.3.10 ». Also, you might need to **REINDEX** indexes on textual columns after updating, if you are affected by the locale or plperl issues described below.

### E.286.2. Changes

- Fix character string comparison for locales that consider different character combinations as equal, such as Hungarian (Tom)  
This might require **REINDEX** to fix existing indexes on textual columns.
- Set locale environment variables during postmaster startup to ensure that plperl won't change the locale later  
This fixes a problem that occurred if the postmaster was started with environment variables specifying a different locale than what initdb had been told. Under these conditions, any use of plperl was likely to lead to corrupt indexes. You might need **REINDEX** to fix existing indexes on textual columns if this has happened to you.
- Fix longstanding bug in strpos() and regular expression handling in certain rarely used Asian multi-byte character sets (Tatsuo)
- Fix bug in /contrib/pgcrypto gen\_salt, which caused it not to use all available salt space for MD5 and XDES algorithms (Marko Kreen, Solar Designer)  
Salts for Blowfish and standard DES are unaffected.
- Fix /contrib/dblink to throw an error, rather than crashing, when the number of columns specified is different from what's actually returned by the query (Joe)

## E.287. Release 7.3.12

**Release date:** 2005-12-12

This release contains a variety of fixes from 7.3.11.

### E.287.1. Migration to Version 7.3.12

A dump/restore is not required for those running 7.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.3.10, see Section E.289, « Release 7.3.10 ».

### E.287.2. Changes

- Fix race condition in transaction log management  
There was a narrow window in which an I/O operation could be initiated for the wrong page, leading to an Assert failure or data corruption.
- /contrib/ltree fixes (Teodor)
- Fix longstanding planning error for outer joins  
This bug sometimes caused a bogus error « RIGHT JOIN is only supported with merge-joinable join conditions ».
- Prevent core dump in pg\_autovacuum when a table has been dropped

## E.288. Release 7.3.11

**Release date:** 2005-10-04

This release contains a variety of fixes from 7.3.10.

### E.288.1. Migration to Version 7.3.11

A dump/restore is not required for those running 7.3.X. However, if you are upgrading from a version earlier than 7.3.10, see Section E.289, « Release 7.3.10 ».

## E.288.2. Changes

- Fix error that allowed **VACUUM** to remove `ctid` chains too soon, and add more checking in code that follows `ctid` links  
This fixes a long-standing problem that could cause crashes in very rare circumstances.
- Fix `CHAR()` to properly pad spaces to the specified length when using a multiple-byte character set (Yoshiyuki Asaba)  
In prior releases, the padding of `CHAR()` was incorrect because it only padded to the specified number of bytes without considering how many characters were stored.
- Fix missing rows in queries like `UPDATE a=... WHERE a...` with GiST index on column `a`
- Improve checking for partially-written WAL pages
- Improve robustness of signal handling when SSL is enabled
- Various memory leakage fixes
- Various portability improvements
- Fix PL/pgSQL to handle `var := var` correctly when the variable is of pass-by-reference type

## E.289. Release 7.3.10

**Release date:** 2005-05-09

This release contains a variety of fixes from 7.3.9, including several security-related issues.

### E.289.1. Migration to Version 7.3.10

A dump/restore is not required for those running 7.3.X. However, it is one possible way of handling a significant security problem that has been found in the initial contents of 7.3.X system catalogs. A dump/initdb/reload sequence using 7.3.10's initdb will automatically correct this problem.

The security problem is that the built-in character set encoding conversion functions can be invoked from SQL commands by unprivileged users, but the functions were not designed for such use and are not secure against malicious choices of arguments. The fix involves changing the declared parameter list of these functions so that they can no longer be invoked from SQL commands. (This does not affect their normal use by the encoding conversion machinery.) It is strongly recommended that all installations repair this error, either by initdb or by following the manual repair procedure given below. The error at least allows unprivileged database users to crash their server process, and might allow unprivileged users to gain the privileges of a database superuser.

If you wish not to do an initdb, perform the following procedure instead. As the database superuser, do:

```
BEGIN;
UPDATE pg_proc SET proargtypes[3] = 'internal'::regtype
WHERE pronamespace = 11 AND pronargs = 5
 AND proargtypes[2] = 'cstring'::regtype;
-- The command should report having updated 90 rows;
-- if not, rollback and investigate instead of committing!
COMMIT;
```

The above procedure must be carried out in *each* database of an installation, including `template1`, and ideally including `template0` as well. If you do not fix the template databases then any subsequently created databases will contain the same error. `template1` can be fixed in the same way as any other database, but fixing `template0` requires additional steps. First, from any database issue:

```
UPDATE pg_database SET datallowconn = true WHERE datname = 'template0';
```

Next connect to `template0` and perform the above repair procedure. Finally, do:

```
-- re-freeze template0:
VACUUM FREEZE;
-- and protect it against future alterations:
```

```
UPDATE pg_database SET datallowconn = false WHERE datname = 'template0';
```

## E.289.2. Changes

- Change encoding function signature to prevent misuse
- Repair ancient race condition that allowed a transaction to be seen as committed for some purposes (eg SELECT FOR UPDATE) slightly sooner than for other purposes

This is an extremely serious bug since it could lead to apparent data inconsistencies being briefly visible to applications.

- Repair race condition between relation extension and VACUUM

This could theoretically have caused loss of a page's worth of freshly-inserted data, although the scenario seems of very low probability. There are no known cases of it having caused more than an Assert failure.

- Fix comparisons of TIME WITH TIME ZONE values

The comparison code was wrong in the case where the --enable-integer-datetime configuration switch had been used. NOTE: if you have an index on a TIME WITH TIME ZONE column, it will need to be REINDEXed after installing this update, because the fix corrects the sort order of column values.

- Fix EXTRACT ( EPOCH ) for TIME WITH TIME ZONE values

- Fix mis-display of negative fractional seconds in INTERVAL values

This error only occurred when the --enable-integer-datetime configuration switch had been used.

- Additional buffer overrun checks in plpgsql (Neil)

- Fix pg\_dump to dump trigger names containing % correctly (Neil)

- Prevent to\_char(interval) from dumping core for month-related formats

- Fix contrib/pgcrypto for newer OpenSSL builds (Marko Kreen)

- Still more 64-bit fixes for contrib/intagg

- Prevent incorrect optimization of functions returning RECORD

## E.290. Release 7.3.9

**Release date:** 2005-01-31

This release contains a variety of fixes from 7.3.8, including several security-related issues.

### E.290.1. Migration to Version 7.3.9

A dump/restore is not required for those running 7.3.X.

## E.290.2. Changes

- Disallow **LOAD** to non-superusers

On platforms that will automatically execute initialization functions of a shared library (this includes at least Windows and ELF-based Unixen), **LOAD** can be used to make the server execute arbitrary code. Thanks to NGS Software for reporting this.

- Check that creator of an aggregate function has the right to execute the specified transition functions

This oversight made it possible to bypass denial of EXECUTE permission on a function.

- Fix security and 64-bit issues in contrib/intagg

- Add needed STRICT marking to some contrib functions (Kris Jurka)

- Avoid buffer overrun when plpgsql cursor declaration has too many parameters (Neil)

- Fix planning error for FULL and RIGHT outer joins

The result of the join was mistakenly supposed to be sorted the same as the left input. This could not only deliver mis-sorted output to the user, but in case of nested merge joins could give outright wrong answers.

- Fix plperl for quote marks in tuple fields
- Fix display of negative intervals in SQL and GERMAN datestyles

## E.291. Release 7.3.8

**Release date:** 2004-10-22

This release contains a variety of fixes from 7.3.7.

### E.291.1. Migration to Version 7.3.8

A dump/restore is not required for those running 7.3.X.

### E.291.2. Changes

- Repair possible failure to update hint bits on disk

Under rare circumstances this oversight could lead to « could not access transaction status » failures, which qualifies it as a potential-data-loss bug.

- Ensure that hashed outer join does not miss tuples

Very large left joins using a hash join plan could fail to output unmatched left-side rows given just the right data distribution.

- Disallow running pg\_ctl as root

This is to guard against any possible security issues.

- Avoid using temp files in /tmp in make\_oidjoins\_check

This has been reported as a security issue, though it's hardly worthy of concern since there is no reason for non-developers to use this script anyway.

## E.292. Release 7.3.7

**Release date:** 2004-08-16

This release contains one critical fix over 7.3.6, and some minor items.

### E.292.1. Migration to Version 7.3.7

A dump/restore is not required for those running 7.3.X.

### E.292.2. Changes

- Prevent possible loss of committed transactions during crash

Due to insufficient interlocking between transaction commit and checkpointing, it was possible for transactions committed just before the most recent checkpoint to be lost, in whole or in part, following a database crash and restart. This is a serious bug that has existed since PostgreSQL™ 7.1.

- Remove asymmetrical word processing in tsearch (Teodor)
- Properly schema-qualify function names when pg\_dump'ing a CAST

## E.293. Release 7.3.6

**Release date:** 2004-03-02

This release contains a variety of fixes from 7.3.5.

### E.293.1. Migration to Version 7.3.6

A dump/restore is *not* required for those running 7.3.\*.

## E.293.2. Changes

- Revert erroneous changes in rule permissions checking

A patch applied in 7.3.3 to fix a corner case in rule permissions checks turns out to have disabled rule-related permissions checks in many not-so-corner cases. This would for example allow users to insert into views they weren't supposed to have permission to insert into. We have therefore reverted the 7.3.3 patch. The original bug will be fixed in 8.0.

- Repair incorrect order of operations in GetNewTransactionId()

This bug could result in failure under out-of-disk-space conditions, including inability to restart even after disk space is freed.

- Ensure configure selects -fno-strict-aliasing even when an external value for CFLAGS is supplied

On some platforms, building with -fstrict-aliasing causes bugs.

- Make pg\_restore handle 64-bit off\_t correctly

This bug prevented proper restoration from archive files exceeding 4 GB.

- Make contrib/dblink not assume that local and remote type OIDs match (Joe)

- Quote connectby()'s start\_with argument properly (Joe)

- Don't crash when a rowtype argument to a plpgsql function is NULL

- Avoid generating invalid character encoding sequences in corner cases when planning LIKE operations

- Ensure text\_position() cannot scan past end of source string in multibyte cases (Korea PostgreSQL Users' Group)

- Fix index optimization and selectivity estimates for LIKE operations on bytea columns (Joe)

## E.294. Release 7.3.5

**Release date:** 2003-12-03

This has a variety of fixes from 7.3.4.

### E.294.1. Migration to Version 7.3.5

A dump/restore is *not* required for those running 7.3.\*.

### E.294.2. Changes

- Force zero\_damaged\_pages to be on during recovery from WAL
- Prevent some obscure cases of « variable not in subplan target lists »
- Force stats processes to detach from shared memory, ensuring cleaner shutdown
- Make PQescapeBytea and byteaout consistent with each other (Joe)
- Added missing SPI\_finish() calls to dblink's get\_tuple\_of\_interest() (Joe)
- Fix for possible foreign key violation when rule rewrites INSERT (Jan)
- Support qualified type names in PL/Tcl's spi\_prepare command (Jan)
- Make pg\_dump handle a procedural language handler located in pg\_catalog
- Make pg\_dump handle cases where a custom opclass is in another schema
- Make pg\_dump dump binary-compatible casts correctly (Jan)
- Fix insertion of expressions containing subqueries into rule bodies
- Fix incorrect argument processing in clusterdb script (Anand Ranganathan)
- Fix problems with dropped columns in plpython triggers
- Repair problems with to\_char() reading past end of its input string (Karel)
- Fix GB18030 mapping errors (Tatsuo)
- Fix several problems with SSL error handling and asynchronous SSL I/O

- Remove ability to bind a list of values to a single parameter in JDBC (prevents possible SQL-injection attacks)
- Fix some errors in HAVE\_INT64\_TIMESTAMP code paths
- Fix corner case for btree search in parallel with first root page split

## E.295. Release 7.3.4

**Release date:** 2003-07-24

This has a variety of fixes from 7.3.3.

### E.295.1. Migration to Version 7.3.4

A dump/restore is *not* required for those running 7.3.\*.

### E.295.2. Changes

- Repair breakage in timestamp-to-date conversion for dates before 2000
- Prevent rare possibility of server startup failure (Tom)
- Fix bugs in interval-to-time conversion (Tom)
- Add constraint names in a few places in pg\_dump (Rod)
- Improve performance of functions with many parameters (Tom)
- Fix to\_ascii() buffer overruns (Tom)
- Prevent restore of database comments from throwing an error (Tom)
- Work around buggy strxfrm() present in some Solaris releases (Tom)
- Properly escape jdbc setObject() strings to improve security (Barry)

## E.296. Release 7.3.3

**Release date:** 2003-05-22

This release contains a variety of fixes for version 7.3.2.

### E.296.1. Migration to Version 7.3.3

A dump/restore is *not* required for those running version 7.3.\*.

### E.296.2. Changes

- Repair sometimes-incorrect computation of StartUpID after a crash
- Avoid slowness with lots of deferred triggers in one transaction (Stephan)
- Don't lock referenced row when **UPDATE** doesn't change foreign key's value (Jan)
- Use **-fPIC** not **-fpic** on Sparc (Tom Callaway)
- Repair lack of schema-awareness in contrib/reindexdb
- Fix contrib/intarray error for zero-element result array (Teodor)
- Ensure createuser script will exit on control-C (Oliver)
- Fix errors when the type of a dropped column has itself been dropped
- **CHECKPOINT** does not cause database panic on failure in noncritical steps
- Accept 60 in seconds fields of timestamp, time, interval input values
- Issue notice, not error, if TIMESTAMP, TIME, or INTERVAL precision too large
- Fix abstime-to-time cast function (fix is not applied unless you initdb)

- Fix pg\_proc entry for timestamp\_tz (fix is not applied unless you initdb)
- Make EXTRACT(EPOCH FROM timestamp without time zone) treat input as local time
- '**now**'::timestamptz gave wrong answer if timezone changed earlier in transaction
- HAVE\_INT64\_TIMESTAMP code for time with timezone overwrote its input
- Accept **GLOBAL TEMP/TEMPORARY** as a synonym for **TEMPORARY**
- Avoid improper schema-privilege-check failure in foreign-key triggers
- Fix bugs in foreign-key triggers for **SET DEFAULT** action
- Fix incorrect time-qual check in row fetch for **UPDATE** and **DELETE** triggers
- Foreign-key clauses were parsed but ignored in **ALTER TABLE ADD COLUMN**
- Fix createlang script breakage for case where handler function already exists
- Fix misbehavior on zero-column tables in pg\_dump, COPY, ANALYZE, other places
- Fix misbehavior of func\_error() on type names containing '%'
- Fix misbehavior of replace() on strings containing '%'
- Regular-expression patterns containing certain multibyte characters failed
- Account correctly for **NULLs** in more cases in join size estimation
- Avoid conflict with system definition of isblank() function or macro
- Fix failure to convert large code point values in EUC\_TW conversions (Tatsuo)
- Fix error recovery for SSL\_read/SSL\_write calls
- Don't do early constant-folding of type coercion expressions
- Validate page header fields immediately after reading in any page
- Repair incorrect check for ungrouped variables in unnamed joins
- Fix buffer overrun in to\_ascii (Guido Notari)
- contrib/ltree fixes (Teodor)
- Fix core dump in deadlock detection on machines where char is unsigned
- Avoid running out of buffers in many-way indexscan (bug introduced in 7.3)
- Fix planner's selectivity estimation functions to handle domains properly
- Fix dbmirror memory-allocation bug (Steven Singer)
- Prevent infinite loop in ln(numeric) due to roundoff error
- **GROUP BY** got confused if there were multiple equal GROUP BY items
- Fix bad plan when allied **UPDATE/DELETE** references another inherited table
- Prevent clustering on incomplete (partial or non-NULL-storing) indexes
- Service shutdown request at proper time if it arrives while still starting up
- Fix left-links in temporary indexes (could make backwards scans miss entries)
- Fix incorrect handling of client\_encoding setting in postgresql.conf (Tatsuo)
- Fix failure to respond to **pg\_ctl stop -m fast** after Async\_NotifyHandler runs
- Fix SPI for case where rule contains multiple statements of the same type
- Fix problem with checking for wrong type of access privilege in rule query
- Fix problem with **EXCEPT** in **CREATE RULE**
- Prevent problem with dropping temp tables having serial columns
- Fix replace\_vars\_with\_subplan\_refs failure in complex views

- Fix regexp slowness in single-byte encodings (Tatsuo)
- Allow qualified type names in **CREATE CAST** and **DROP CAST**
- Accept SETOF `type[]`, which formerly had to be written SETOF `_type`
- Fix pg\_dump core dump in some cases with procedural languages
- Force ISO datestyle in pg\_dump output, for portability (Oliver)
- pg\_dump failed to handle error return from `lo_read` (Oleg Drokin)
- pg\_dumpall failed with groups having no members (Nick Eskelinan)
- pg\_dumpall failed to recognize --globals-only switch
- pg\_restore failed to restore blobs if -X disable-triggers is specified
- Repair intrafunction memory leak in plpgsql
- pltcl's **elog** command dumped core if given wrong parameters (Ian Harding)
- plpython used wrong value of `atttypmod` (Brad McLean)
- Fix improper quoting of boolean values in Python interface (D'Arcy)
- Added `addDataType()` method to PGConnection interface for JDBC
- Fixed various problems with updateable ResultSets for JDBC (Shawn Green)
- Fixed various problems with DatabaseMetaData for JDBC (Kris Jurka, Peter Royal)
- Fixed problem with parsing table ACLs in JDBC
- Better error message for character set conversion problems in JDBC

## E.297. Release 7.3.2

**Release date:** 2003-02-04

This release contains a variety of fixes for version 7.3.1.

### E.297.1. Migration to Version 7.3.2

A dump/restore is *not* required for those running version 7.3.\*.

### E.297.2. Changes

- Restore creation of OID column in CREATE TABLE AS / SELECT INTO
- Fix pg\_dump core dump when dumping views having comments
- Dump DEFERRABLE/INITIALLY DEFERRED constraints properly
- Fix UPDATE when child table's column numbering differs from parent
- Increase default value of `max_fsm_relations`
- Fix problem when fetching backwards in a cursor for a single-row query
- Make backward fetch work properly with cursor on SELECT DISTINCT query
- Fix problems with loading pg\_dump files containing contrib/lo usage
- Fix problem with all-numeric user names
- Fix possible memory leak and core dump during disconnect in libpq
- Make plpython's `spi_execute` command handle nulls properly (Andrew Bosma)
- Adjust plpython error reporting so that its regression test passes again
- Work with bison 1.875
- Handle mixed-case names properly in plpgsql's %type (Neil)

- Fix core dump in pltcl when executing a query rewritten by a rule
- Repair array subscript overruns (per report from Yichen Xie)
- Reduce MAX\_TIME\_PRECISION from 13 to 10 in floating-point case
- Correctly case-fold variable names in per-database and per-user settings
- Fix coredump in plpgsql's RETURN NEXT when SELECT into record returns no rows
- Fix outdated use of pg\_type.typprflen in python client interface
- Correctly handle fractional seconds in timestamps in JDBC driver
- Improve performance of getImportedKeys() in JDBC
- Make shared-library symlinks work standardly on HPUX (Giles)
- Repair inconsistent rounding behavior for timestamp, time, interval
- SSL negotiation fixes (Nathan Mueller)
- Make libpq's ~/.pgpass feature work when connecting with PQconnectDB
- Update my2pg, ora2pg
- Translation updates
- Add casts between types lo and oid in contrib/lo
- fastpath code now checks for privilege to call function

## E.298. Release 7.3.1

**Release date:** 2002-12-18

This release contains a variety of fixes for version 7.3.

### E.298.1. Migration to Version 7.3.1

A dump/restore is *not* required for those running version 7.3. However, it should be noted that the main PostgreSQL™ interface library, libpq, has a new major version number for this release, which might require recompilation of client code in certain cases.

### E.298.2. Changes

- Fix a core dump of COPY TO when client/server encodings don't match (Tom)
- Allow pg\_dump to work with pre-7.2 servers (Philip)
- contrib/adddepend fixes (Tom)
- Fix problem with deletion of per-user/per-database config settings (Tom)
- contrib/vacuumlo fix (Tom)
- Allow 'password' encryption even when pg\_shadow contains MD5 passwords (Bruce)
- contrib/dbmirror fix (Steven Singer)
- Optimizer fixes (Tom)
- contrib/tsearch fixes (Teodor Sigaev, Magnus)
- Allow locale names to be mixed case (Nicolai Tufar)
- Increment libpq library's major version number (Bruce)
- pg\_hba.conf error reporting fixes (Bruce, Neil)
- Add SCO OpenServer 5.0.4 as a supported platform (Bruce)
- Prevent EXPLAIN from crashing server (Tom)
- SSL fixes (Nathan Mueller)

- Prevent composite column creation via ALTER TABLE (Tom)

## E.299. Release 7.3

**Release date:** 2002-11-27

### E.299.1. Overview

Major changes in this release:

#### Schemas

Schemas allow users to create objects in separate namespaces, so two people or applications can have tables with the same name. There is also a public schema for shared tables. Table/index creation can be restricted by removing privileges on the public schema.

#### Drop Column

PostgreSQL™ now supports the ALTER TABLE ... DROP COLUMN functionality.

#### Table Functions

Functions returning multiple rows and/or multiple columns are now much easier to use than before. You can call such a « table function » in the SELECT FROM clause, treating its output like a table. Also, PL/pgSQL functions can now return sets.

#### Prepared Queries

PostgreSQL™ now supports prepared queries, for improved performance.

#### Dependency Tracking

PostgreSQL™ now records object dependencies, which allows improvements in many areas. **DROP** statements now take either CASCADE or RESTRICT to control whether dependent objects are also dropped.

#### Privileges

Functions and procedural languages now have privileges, and functions can be defined to run with the privileges of their creator.

#### Internationalization

Both multibyte and locale support are now always enabled.

#### Logging

A variety of logging options have been enhanced.

#### Interfaces

A large number of interfaces have been moved to <http://gborg.postgresql.org> where they can be developed and released independently.

#### Functions/Identifiers

By default, functions can now take up to 32 parameters, and identifiers can be up to 63 bytes long. Also, OPAQUE is now deprecated: there are specific « pseudo-datatypes » to represent each of the former meanings of OPAQUE in function argument and result types.

## E.299.2. Migration to Version 7.3

A dump/restore using pg\_dump is required for those wishing to migrate data from any previous release. If your application examines the system catalogs, additional changes will be required due to the introduction of schemas in 7.3; for more information, see: [http://developer.postgresql.org/~momjian/upgrade\\_tips\\_7.3](http://developer.postgresql.org/~momjian/upgrade_tips_7.3).

Observe the following incompatibilities:

- Pre-6.3 clients are no longer supported.
- pg\_hba.conf now has a column for the user name and additional features. Existing files need to be adjusted.
- Several postgresql.conf logging parameters have been renamed.
- LIMIT #, # has been disabled; use LIMIT # OFFSET #.
- **INSERT** statements with column lists must specify a value for each specified column. For example, `INSERT INTO tab (col1, col2) VALUES ('val1')` is now invalid. It's still allowed to supply fewer columns than expected if the **INSERT** does not have a column list.

- serial columns are no longer automatically UNIQUE; thus, an index will not automatically be created.
- A SET command inside an aborted transaction is now rolled back.
- COPY no longer considers missing trailing columns to be null. All columns need to be specified. (However, one can achieve a similar effect by specifying a column list in the COPY command.)
- The data type timestamp is now equivalent to timestamp without time zone, instead of timestamp with time zone.
- Pre-7.3 databases loaded into 7.3 will not have the new object dependencies for serial columns, unique constraints, and foreign keys. See the directory contrib/adddepend/ for a detailed description and a script that will add such dependencies.
- An empty string ( '') is no longer allowed as the input into an integer field. Formerly, it was silently interpreted as 0.

## E.299.3. Changes

### E.299.3.1. Server Operation

- Add pg\_locks view to show locks (Neil)
- Security fixes for password negotiation memory allocation (Neil)
- Remove support for version 0 FE/BE protocol (PostgreSQL™ 6.2 and earlier) (Tom)
- Reserve the last few backend slots for superusers, add parameter superuser\_reserved\_connections to control this (Nigel J. Andrews)

### E.299.3.2. Performance

- Improve startup by calling localtime() only once (Tom)
- Cache system catalog information in flat files for faster startup (Tom)
- Improve caching of index information (Tom)
- Optimizer improvements (Tom, Fernando Nasser)
- Catalog caches now store failed lookups (Tom)
- Hash function improvements (Neil)
- Improve performance of query tokenization and network handling (Peter)
- Speed improvement for large object restore (Mario Weilguni)
- Mark expired index entries on first lookup, saving later heap fetches (Tom)
- Avoid excessive NULL bitmap padding (Manfred Koizar)
- Add BSD-licensed qsort() for Solaris, for performance (Bruce)
- Reduce per-row overhead by four bytes (Manfred Koizar)
- Fix GEQO optimizer bug (Neil Conway)
- Make WITHOUT OID actually save four bytes per row (Manfred Koizar)
- Add default\_statistics\_target variable to specify ANALYZE buckets (Neil)
- Use local buffer cache for temporary tables so no WAL overhead (Tom)
- Improve free space map performance on large tables (Stephen Marshall, Tom)
- Improved WAL write concurrency (Tom)

### E.299.3.3. Privileges

- Add privileges on functions and procedural languages (Peter)
- Add OWNER to CREATE DATABASE so superusers can create databases on behalf of unprivileged users (Gavin Sherry, Tom)

- Add new object privilege bits EXECUTE and USAGE (Tom)
- Add SET SESSION AUTHORIZATION DEFAULT and RESET SESSION AUTHORIZATION (Tom)
- Allow functions to be executed with the privilege of the function owner (Peter)

#### E.299.3.4. Server Configuration

- Server log messages now tagged with LOG, not DEBUG (Bruce)
- Add user column to pg\_hba.conf (Bruce)
- Have log\_connections output two lines in log file (Tom)
- Remove debug\_level from postgresql.conf, now server\_min\_messages (Bruce)
- New ALTER DATABASE/USER ... SET command for per-user/database initialization (Peter)
- New parameters server\_min\_messages and client\_min\_messages to control which messages are sent to the server logs or client applications (Bruce)
- Allow pg\_hba.conf to specify lists of users/databases separated by commas, group names prepended with +, and file names prepended with @ (Bruce)
- Remove secondary password file capability and pg\_password utility (Bruce)
- Add variable db\_user\_namespace for database-local user names (Bruce)
- SSL improvements (Bear Giles)
- Make encryption of stored passwords the default (Bruce)
- Allow statistics collector to be reset by calling pg\_stat\_reset() (Christopher)
- Add log\_duration parameter (Bruce)
- Rename debug\_print\_query to log\_statement (Bruce)
- Rename show\_query\_stats to show\_statement\_stats (Bruce)
- Add param log\_min\_error\_statement to print commands to logs on error (Gavin)

#### E.299.3.5. Queries

- Make cursors insensitive, meaning their contents do not change (Tom)
- Disable LIMIT #,# syntax; now only LIMIT # OFFSET # supported (Bruce)
- Increase identifier length to 63 (Neil, Bruce)
- UNION fixes for merging >= 3 columns of different lengths (Tom)
- Add DEFAULT key word to INSERT, e.g., INSERT ... (... , DEFAULT, ...) (Rod)
- Allow views to have default values using ALTER COLUMN ... SET DEFAULT (Neil)
- Fail on INSERTs with column lists that don't supply all column values, e.g., INSERT INTO tab (col1, col2) VALUES ('val1'); (Rod)
- Fix for join aliases (Tom)
- Fix for FULL OUTER JOINs (Tom)
- Improve reporting of invalid identifier and location (Tom, Gavin)
- Fix OPEN cursor(args) (Tom)
- Allow 'ctid' to be used in a view and currtid(viewname) (Hiroshi)
- Fix for CREATE TABLE AS with UNION (Tom)
- SQL99 syntax improvements (Thomas)
- Add statement\_timeout variable to cancel queries (Bruce)

- Allow prepared queries with PREPARE/EXECUTE (Neil)
- Allow FOR UPDATE to appear after LIMIT/OFFSET (Bruce)
- Add variable autocommit (Tom, David Van Wie)

### E.299.3.6. Object Manipulation

- Make equals signs optional in CREATE DATABASE (Gavin Sherry)
- Make ALTER TABLE OWNER change index ownership too (Neil)
- New ALTER TABLE tablename ALTER COLUMN colname SET STORAGE controls TOAST storage, compression (John Gray)
- Add schema support, CREATE/DROP SCHEMA (Tom)
- Create schema for temporary tables (Tom)
- Add variable search\_path for schema search (Tom)
- Add ALTER TABLE SET/DROP NOT NULL (Christopher)
- New CREATE FUNCTION volatility levels (Tom)
- Make rule names unique only per table (Tom)
- Add 'ON tablename' clause to DROP RULE and COMMENT ON RULE (Tom)
- Add ALTER TRIGGER RENAME (Joe)
- New current\_schema() and current\_schemas() inquiry functions (Tom)
- Allow functions to return multiple rows (table functions) (Joe)
- Make WITH optional in CREATE DATABASE, for consistency (Bruce)
- Add object dependency tracking (Rod, Tom)
- Add RESTRICT/CASCADE to DROP commands (Rod)
- Add ALTER TABLE DROP for non-CHECK CONSTRAINT (Rod)
- Autodestroy sequence on DROP of table with SERIAL (Rod)
- Prevent column dropping if column is used by foreign key (Rod)
- Automatically drop constraints/functions when object is dropped (Rod)
- Add CREATE/DROP OPERATOR CLASS (Bill Studenmund, Tom)
- Add ALTER TABLE DROP COLUMN (Christopher, Tom, Hiroshi)
- Prevent all columns from being removed or renamed (Alvaro Herrera)
- Fix foreign key constraints to not error on intermediate database states (Stephan)
- Propagate column or table renaming to foreign key constraints
- Add CREATE OR REPLACE VIEW (Gavin, Neil, Tom)
- Add CREATE OR REPLACE RULE (Gavin, Neil, Tom)
- Have rules execute alphabetically, returning more predictable values (Tom)
- Triggers are now fired in alphabetical order (Tom)
- Add /contrib/adddepend to handle pre-7.3 object dependencies (Rod)
- Allow better casting when inserting/updating values (Tom)

### E.299.3.7. Utility Commands

- Have COPY TO output embedded carriage returns and newlines as \r and \n (Tom)
- Allow DELIMITER in COPY FROM to be 8-bit clean (Tatsuo)

- Make pg\_dump use ALTER TABLE ADD PRIMARY KEY, for performance (Neil)
- Disable brackets in multistatement rules (Bruce)
- Disable VACUUM from being called inside a function (Bruce)
- Allow dropdb and other scripts to use identifiers with spaces (Bruce)
- Restrict database comment changes to the current database
- Allow comments on operators, independent of the underlying function (Rod)
- Rollback SET commands in aborted transactions (Tom)
- EXPLAIN now outputs as a query (Tom)
- Display condition expressions and sort keys in EXPLAIN (Tom)
- Add 'SET LOCAL var = value' to set configuration variables for a single transaction (Tom)
- Allow ANALYZE to run in a transaction (Bruce)
- Improve COPY syntax using new WITH clauses, keep backward compatibility (Bruce)
- Fix pg\_dump to consistently output tags in non-ASCII dumps (Bruce)
- Make foreign key constraints clearer in dump file (Rod)
- Add COMMENT ON CONSTRAINT (Rod)
- Allow COPY TO/FROM to specify column names (Brent Verner)
- Dump UNIQUE and PRIMARY KEY constraints as ALTER TABLE (Rod)
- Have SHOW output a query result (Joe)
- Generate failure on short COPY lines rather than pad NULLs (Neil)
- Fix CLUSTER to preserve all table attributes (Alvaro Herrera)
- New pg\_settings table to view/modify GUC settings (Joe)
- Add smart quoting, portability improvements to pg\_dump output (Peter)
- Dump serial columns out as SERIAL (Tom)
- Enable large file support, >2G for pg\_dump (Peter, Philip Warner, Bruce)
- Disallow TRUNCATE on tables that are involved in referential constraints (Rod)
- Have TRUNCATE also auto-truncate the toast table of the relation (Tom)
- Add clusterdb utility that will auto-cluster an entire database based on previous CLUSTER operations (Alvaro Herrera)
- Overhaul pg\_dumpall (Peter)
- Allow REINDEX of TOAST tables (Tom)
- Implemented START TRANSACTION, per SQL99 (Neil)
- Fix rare index corruption when a page split affects bulk delete (Tom)
- Fix ALTER TABLE ... ADD COLUMN for inheritance (Alvaro Herrera)

### E.299.3.8. Data Types and Functions

- Fix factorial(0) to return 1 (Bruce)
- Date/time/timezone improvements (Thomas)
- Fix for array slice extraction (Tom)
- Fix extract/date\_part to report proper microseconds for timestamp (Tatsuo)
- Allow text\_substr() and bytea\_substr() to read TOAST values more efficiently (John Gray)
- Add domain support (Rod)

- Make WITHOUT TIME ZONE the default for TIMESTAMP and TIME data types (Thomas)
- Allow alternate storage scheme of 64-bit integers for date/time types using --enable-integer-datetime in configure (Thomas)
- Make timezone(timestamptz) return timestamp rather than a string (Thomas)
- Allow fractional seconds in date/time types for dates prior to 1BC (Thomas)
- Limit timestamp data types to 6 decimal places of precision (Thomas)
- Change timezone conversion functions from timetz() to timezone() (Thomas)
- Add configuration variables datestyle and timezone (Tom)
- Add OVERLAY(), which allows substitution of a substring in a string (Thomas)
- Add SIMILAR TO (Thomas, Tom)
- Add regular expression SUBSTRING(string FROM pat FOR escape) (Thomas)
- Add LOCALTIME and LOCALTIMESTAMP functions (Thomas)
- Add named composite types using CREATE TYPE typename AS (column) (Joe)
- Allow composite type definition in the table alias clause (Joe)
- Add new API to simplify creation of C language table functions (Joe)
- Remove ODBC-compatible empty parentheses from calls to SQL99 functions for which these parentheses do not match the standard (Thomas)
- Allow macaddr data type to accept 12 hex digits with no separators (Mike Wyer)
- Add CREATE/DROP CAST (Peter)
- Add IS DISTINCT FROM operator (Thomas)
- Add SQL99 TREAT() function, synonym for CAST() (Thomas)
- Add pg\_backend\_pid() to output backend pid (Bruce)
- Add IS OF / IS NOT OF type predicate (Thomas)
- Allow bit string constants without fully-specified length (Thomas)
- Allow conversion between 8-byte integers and bit strings (Thomas)
- Implement hex literal conversion to bit string literal (Thomas)
- Allow table functions to appear in the FROM clause (Joe)
- Increase maximum number of function parameters to 32 (Bruce)
- No longer automatically create index for SERIAL column (Tom)
- Add current\_database() (Rod)
- Fix cash\_words() to not overflow buffer (Tom)
- Add functions replace(), split\_part(), to\_hex() (Joe)
- Fix LIKE for bytea as a right-hand argument (Joe)
- Prevent crashes caused by SELECT cash\_out(2) (Tom)
- Fix to\_char(1,'FM999.99') to return a period (Karel)
- Fix trigger/type/language functions returning OPAQUE to return proper type (Tom)

### E.299.3.9. Internationalization

- Add additional encodings: Korean (JOHAB), Thai (WIN874), Vietnamese (TCVN), Arabic (WIN1256), Simplified Chinese (GBK), Korean (UHC) (Eiji Tokuya)
- Enable locale support by default (Peter)
- Add locale variables (Peter)

- Escape bytes >= 0x7f for multibyte in PQescapeBytea/PQunescapeBytea (Tatsuo)
- Add locale awareness to regular expression character classes
- Enable multibyte support by default (Tatsuo)
- Add GB18030 multibyte support (Bill Huang)
- Add CREATE/DROP CONVERSION, allowing loadable encodings (Tatsuo, Kaori)
- Add pg\_conversion table (Tatsuo)
- Add SQL99 CONVERT() function (Tatsuo)
- pg\_dumpall, pg\_controldata, and pg\_resetxlog now national-language aware (Peter)
- New and updated translations

### E.299.3.10. Server-side Languages

- Allow recursive SQL function (Peter)
- Change PL/Tcl build to use configured compiler and Makefile.shlib (Peter)
- Overhaul the PL/pgSQL FOUND variable to be more Oracle-compatible (Neil, Tom)
- Allow PL/pgSQL to handle quoted identifiers (Tom)
- Allow set-returning PL/pgSQL functions (Neil)
- Make PL/pgSQL schema-aware (Joe)
- Remove some memory leaks (Nigel J. Andrews, Tom)

### E.299.3.11. psql

- Don't lowercase psql \connect database name for 7.2.0 compatibility (Tom)
- Add psql \timing to time user queries (Greg Sabino Mullane)
- Have psql \d show index information (Greg Sabino Mullane)
- New psql \dD shows domains (Jonathan Eisler)
- Allow psql to show rules on views (Paul ?)
- Fix for psql variable substitution (Tom)
- Allow psql \d to show temporary table structure (Tom)
- Allow psql \d to show foreign keys (Rod)
- Fix \? to honor \pset pager (Bruce)
- Have psql reports its version number on startup (Tom)
- Allow \copy to specify column names (Tom)

### E.299.3.12. libpq

- Add ~/.pgpass to store host/user password combinations (Alvaro Herrera)
- Add PQunescapeBytea() function to libpq (Patrick Welche)
- Fix for sending large queries over non-blocking connections (Bernhard Herzog)
- Fix for libpq using timers on Win9X (David Ford)
- Allow libpq notify to handle servers with different-length identifiers (Tom)
- Add libpq PQescapeString() and PQescapeBytea() to Windows (Bruce)
- Fix for SSL with non-blocking connections (Jack Bates)

- Add libpq connection timeout parameter (Denis A Ustimenko)

### E.299.3.13. JDBC

- Allow JDBC to compile with JDK 1.4 (Dave)
- Add JDBC 3 support (Barry)
- Allows JDBC to set loglevel by adding ?loglevel=X to the connection URL (Barry)
- Add Driver.info() message that prints out the version number (Barry)
- Add updateable result sets (Raghu Nidagal, Dave)
- Add support for callable statements (Paul Bethe)
- Add query cancel capability
- Add refresh row (Dave)
- Fix MD5 encryption handling for multibyte servers (Jun Kawai)
- Add support for prepared statements (Barry)

### E.299.3.14. Miscellaneous Interfaces

- Fixed ECPG bug concerning octal numbers in single quotes (Michael)
- Move src/interfaces/libpgeeasy to http://gborg.postgresql.org (Marc, Bruce)
- Improve Python interface (Elliot Lee, Andrew Johnson, Greg Copeland)
- Add libpgtcl connection close event (Gerhard Hintermayer)
- Move src/interfaces/libpq++ to http://gborg.postgresql.org (Marc, Bruce)
- Move src/interfaces/odbc to http://gborg.postgresql.org (Marc)
- Move src/interfaces/libpgeeasy to http://gborg.postgresql.org (Marc, Bruce)
- Move src/interfaces/perl5 to http://gborg.postgresql.org (Marc, Bruce)
- Remove src/bin/pgaccess from main tree, now at http://www.pgaccess.org (Bruce)
- Add pg\_on\_connection\_loss command to libpgtcl (Gerhard Hintermayer, Tom)

### E.299.3.15. Source Code

- Fix for parallel make (Peter)
- AIX fixes for linking Tcl (Andreas Zeugswetter)
- Allow PL/Perl to build under Cygwin (Jason Tishler)
- Improve MIPS compiles (Peter, Oliver Elphick)
- Require Autoconf version 2.53 (Peter)
- Require readline and zlib by default in configure (Peter)
- Allow Solaris to use Intimate Shared Memory (ISM), for performance (Scott Brunza, P.J. Josh Rovero)
- Always enable syslog in compile, remove --enable-syslog option (Tatsuo)
- Always enable multibyte in compile, remove --enable-multibyte option (Tatsuo)
- Always enable locale in compile, remove --enable-locale option (Peter)
- Fix for Win9x DLL creation (Magnus Naeslund)
- Fix for link() usage by WAL code on Windows, BeOS (Jason Tishler)
- Add sys/types.h to c.h, remove from main files (Peter, Bruce)

- Fix AIX hang on SMP machines (Tomoyuki Niijima)
- AIX SMP hang fix (Tomoyuki Niijima)
- Fix pre-1970 date handling on newer glibc libraries (Tom)
- Fix PowerPC SMP locking (Tom)
- Prevent gcc -ffast-math from being used (Peter, Tom)
- Bison >= 1.50 now required for developer builds
- Kerberos 5 support now builds with Heimdal (Peter)
- Add appendix in the User's Guide which lists SQL features (Thomas)
- Improve loadable module linking to use RTLD\_NOW (Tom)
- New error levels WARNING, INFO, LOG, DEBUG[1-5] (Bruce)
- New src/port directory holds replaced libc functions (Peter, Bruce)
- New pg\_namespace system catalog for schemas (Tom)
- Add pg\_class.relnamespace for schemas (Tom)
- Add pg\_type.typnamespace for schemas (Tom)
- Add pg\_proc.pronamespace for schemas (Tom)
- Restructure aggregates to have pg\_proc entries (Tom)
- System relations now have their own namespace, pg\_\* test not required (Fernando Nasser)
- Rename TOAST index names to be \*\_index rather than \*\_idx (Neil)
- Add namespaces for operators, opclasses (Tom)
- Add additional checks to server control file (Thomas)
- New Polish FAQ (Marcin Mazurek)
- Add Posix semaphore support (Tom)
- Document need for reindex (Bruce)
- Rename some internal identifiers to simplify Windows compile (Jan, Katherine Ward)
- Add documentation on computing disk space (Bruce)
- Remove KSQO from GUC (Bruce)
- Fix memory leak in rtree (Kenneth Been)
- Modify a few error messages for consistency (Bruce)
- Remove unused system table columns (Peter)
- Make system columns NOT NULL where appropriate (Tom)
- Clean up use of sprintf in favor of snprintf() (Neil, Jukka Holappa)
- Remove OPAQUE and create specific subtypes (Tom)
- Cleanups in array internal handling (Joe, Tom)
- Disallow pg\_atoi("") (Bruce)
- Remove parameter wal\_files because WAL files are now recycled (Bruce)
- Add version numbers to heap pages (Tom)

### E.299.3.16. Contrib

- Allow inet arrays in /contrib/array (Neil)
- GiST fixes (Teodor Sigaev, Neil)

- Upgrade /contrib/mysql
- Add /contrib/dbsize which shows table sizes without vacuum (Peter)
- Add /contrib/intagg, integer aggregator routines (mlw)
- Improve /contrib/oid2name (Neil, Bruce)
- Improve /contrib/tsearch (Oleg, Teodor Sigaev)
- Cleanups of /contrib/rserver (Alexey V. Borzov)
- Update /contrib/oracle conversion utility (Gilles Darold)
- Update /contrib/dblink (Joe)
- Improve options supported by /contrib/vacuumlo (Mario Weilguni)
- Improvements to /contrib/intarray (Oleg, Teodor Sigaev, Andrey Oktyabrski)
- Add /contrib/reindexdb utility (Shaun Thomas)
- Add indexing to /contrib/isbn\_issn (Dan Weston)
- Add /contrib/dbmirror (Steven Singer)
- Improve /contrib/pgbench (Neil)
- Add /contrib/tablefunc table function examples (Joe)
- Add /contrib/ltree data type for tree structures (Teodor Sigaev, Oleg Bartunov)
- Move /contrib/pg\_controldata, pg\_resetxlog into main tree (Bruce)
- Fixes to /contrib/cube (Bruno Wolff)
- Improve /contrib/fulltextindex (Christopher)

## E.300. Release 7.2.8

**Release date:** 2005-05-09

This release contains a variety of fixes from 7.2.7, including one security-related issue.

### E.300.1. Migration to Version 7.2.8

A dump/restore is not required for those running 7.2.X.

### E.300.2. Changes

- Repair ancient race condition that allowed a transaction to be seen as committed for some purposes (eg SELECT FOR UPDATE) slightly sooner than for other purposes

This is an extremely serious bug since it could lead to apparent data inconsistencies being briefly visible to applications.

- Repair race condition between relation extension and VACUUM

This could theoretically have caused loss of a page's worth of freshly-inserted data, although the scenario seems of very low probability. There are no known cases of it having caused more than an Assert failure.

- Fix EXTRACT (EPOCH) for TIME WITH TIME ZONE values
- Additional buffer overrun checks in plpgsql (Neil)
- Fix pg\_dump to dump index names and trigger names containing % correctly (Neil)
- Prevent to\_char(interval) from dumping core for month-related formats
- Fix contrib/pgcrypto for newer OpenSSL builds (Marko Kreen)

## E.301. Release 7.2.7

**Release date:** 2005-01-31

This release contains a variety of fixes from 7.2.6, including several security-related issues.

## E.301.1. Migration to Version 7.2.7

A dump/restore is not required for those running 7.2.X.

## E.301.2. Changes

- Disallow **LOAD** to non-superusers

On platforms that will automatically execute initialization functions of a shared library (this includes at least Windows and ELF-based Unixen), **LOAD** can be used to make the server execute arbitrary code. Thanks to NGS Software for reporting this.

- Add needed STRICT marking to some contrib functions (Kris Jurka)
- Avoid buffer overrun when plpgsql cursor declaration has too many parameters (Neil)
- Fix planning error for FULL and RIGHT outer joins

The result of the join was mistakenly supposed to be sorted the same as the left input. This could not only deliver mis-sorted output to the user, but in case of nested merge joins could give outright wrong answers.

- Fix display of negative intervals in SQL and GERMAN datestyles

## E.302. Release 7.2.6

**Release date:** 2004-10-22

This release contains a variety of fixes from 7.2.5.

## E.302.1. Migration to Version 7.2.6

A dump/restore is not required for those running 7.2.X.

## E.302.2. Changes

- Repair possible failure to update hint bits on disk

Under rare circumstances this oversight could lead to « could not access transaction status » failures, which qualifies it as a potential-data-loss bug.

- Ensure that hashed outer join does not miss tuples

Very large left joins using a hash join plan could fail to output unmatched left-side rows given just the right data distribution.

- Disallow running pg\_ctl as root

This is to guard against any possible security issues.

- Avoid using temp files in /tmp in make\_oidjoins\_check

This has been reported as a security issue, though it's hardly worthy of concern since there is no reason for non-developers to use this script anyway.

- Update to newer versions of Bison

## E.303. Release 7.2.5

**Release date:** 2004-08-16

This release contains a variety of fixes from 7.2.4.

## E.303.1. Migration to Version 7.2.5

A dump/restore is not required for those running 7.2.X.

## E.303.2. Changes

- Prevent possible loss of committed transactions during crash

Due to insufficient interlocking between transaction commit and checkpointing, it was possible for transactions committed just before the most recent checkpoint to be lost, in whole or in part, following a database crash and restart. This is a serious bug that has existed since PostgreSQL™ 7.1.

- Fix corner case for btree search in parallel with first root page split
- Fix buffer overrun in `to_ascii` (Guido Notari)
- Fix core dump in deadlock detection on machines where char is unsigned
- Fix failure to respond to `pg_ctl stop -m fast` after `Async_NotifyHandler` runs
- Repair memory leaks in `pg_dump`
- Avoid conflict with system definition of `isblank()` function or macro

## E.304. Release 7.2.4

**Release date:** 2003-01-30

This release contains a variety of fixes for version 7.2.3, including fixes to prevent possible data loss.

### E.304.1. Migration to Version 7.2.4

A dump/restore is *not* required for those running version 7.2.\*.

### E.304.2. Changes

- Fix some additional cases of VACUUM "No one parent tuple was found" error
- Prevent VACUUM from being called inside a function (Bruce)
- Ensure `pg_clog` updates are sync'd to disk before marking checkpoint complete
- Avoid integer overflow during large hash joins
- Make GROUP commands work when `pg_group.grolist` is large enough to be toasted
- Fix errors in datetime tables; some timezone names weren't being recognized
- Fix integer overflows in `circle_poly()`, `path_encode()`, `path_add()` (Neil)
- Repair long-standing logic errors in `lseg_eq()`, `lseg_ne()`, `lseg_center()`

## E.305. Release 7.2.3

**Release date:** 2002-10-01

This release contains a variety of fixes for version 7.2.2, including fixes to prevent possible data loss.

### E.305.1. Migration to Version 7.2.3

A dump/restore is *not* required for those running version 7.2.\*.

### E.305.2. Changes

- Prevent possible compressed transaction log loss (Tom)
- Prevent non-superuser from increasing most recent vacuum info (Tom)
- Handle pre-1970 date values in newer versions of glibc (Tom)
- Fix possible hang during server shutdown
- Prevent spinlock hangs on SMP PPC machines (Tomoyuki Niijima)
- Fix `pg_dump` to properly dump FULL JOIN USING (Tom)

## E.306. Release 7.2.2

**Release date:** 2002-08-23

This release contains a variety of fixes for version 7.2.1.

### E.306.1. Migration to Version 7.2.2

A dump/restore is *not* required for those running version 7.2.\*.

### E.306.2. Changes

- Allow EXECUTE of "CREATE TABLE AS ... SELECT" in PL/pgSQL (Tom)
- Fix for compressed transaction log id wraparound (Tom)
- Fix PQescapeBytea/PQunescapeBytea so that they handle bytes > 0x7f (Tatsuo)
- Fix for psql and pg\_dump crashing when invoked with non-existent long options (Tatsuo)
- Fix crash when invoking geometric operators (Tom)
- Allow OPEN cursor(args) (Tom)
- Fix for rtree\_gist index build (Teodor)
- Fix for dumping user-defined aggregates (Tom)
- contrib/intarray fixes (Oleg)
- Fix for complex UNION/EXCEPT/INTERSECT queries using parens (Tom)
- Fix to pg\_convert (Tatsuo)
- Fix for crash with long DATA strings (Thomas, Neil)
- Fix for repeat(), lpad(), rpad() and long strings (Neil)

## E.307. Release 7.2.1

**Release date:** 2002-03-21

This release contains a variety of fixes for version 7.2.

### E.307.1. Migration to Version 7.2.1

A dump/restore is *not* required for those running version 7.2.

### E.307.2. Changes

- Ensure that sequence counters do not go backwards after a crash (Tom)
- Fix pgaccess kanji-conversion key binding (Tatsuo)
- Optimizer improvements (Tom)
- Cash I/O improvements (Tom)
- New Russian FAQ
- Compile fix for missing AuthBlockSig (Heiko)
- Additional time zones and time zone fixes (Thomas)
- Allow psql \connect to handle mixed case database and user names (Tom)
- Return proper OID on command completion even with ON INSERT rules (Tom)
- Allow COPY FROM to use 8-bit DELIMITERS (Tatsuo)
- Fix bug in extract/date\_part for milliseconds/microseconds (Tatsuo)
- Improve handling of multiple UNIONs with different lengths (Tom)

- contrib/btree\_gist improvements (Teodor Sigaev)
- contrib/tsearch dictionary improvements, see README.tsearch for an additional installation step (Thomas T. Thai, Teodor Sigaev)
- Fix for array subscripts handling (Tom)
- Allow EXECUTE of "CREATE TABLE AS ... SELECT" in PL/pgSQL (Tom)

## E.308. Release 7.2

**Release date:** 2002-02-04

### E.308.1. Overview

This release improves PostgreSQL™ for use in high-volume applications.

Major changes in this release:

#### VACUUM

Vacuuming no longer locks tables, thus allowing normal user access during the vacuum. A new **VACUUM FULL** command does old-style vacuum by locking the table and shrinking the on-disk copy of the table.

#### Transactions

There is no longer a problem with installations that exceed four billion transactions.

#### OIDs

OIDs are now optional. Users can now create tables without OIDs for cases where OID usage is excessive.

#### Optimizer

The system now computes histogram column statistics during **ANALYZE**, allowing much better optimizer choices.

#### Security

A new MD5 encryption option allows more secure storage and transfer of passwords. A new Unix-domain socket authentication option is available on Linux and BSD systems.

#### Statistics

Administrators can use the new table access statistics module to get fine-grained information about table and index usage.

#### Internationalization

Program and library messages can now be displayed in several languages.

### E.308.2. Migration to Version 7.2

A dump/restore using **pg\_dump** is required for those wishing to migrate data from any previous release.

Observe the following incompatibilities:

- The semantics of the **VACUUM** command have changed in this release. You might wish to update your maintenance procedures accordingly.
- In this release, comparisons using = NULL will always return false (or NULL, more precisely). Previous releases automatically transformed this syntax to IS NULL. The old behavior can be re-enabled using a `postgresql.conf` parameter.
- The `pg_hba.conf` and `pg_ident.conf` configuration is now only reloaded after receiving a SIGHUP signal, not with each connection.
- The function `octet_length()` now returns the uncompressed data length.
- The date/time value 'current' is no longer available. You will need to rewrite your applications.
- The `timestamp()`, `time()`, and `interval()` functions are no longer available. Instead of `timestamp()`, use `timestamp 'string'` or `CAST`.

The `SELECT ... LIMIT #, #` syntax will be removed in the next release. You should change your queries to use separate LIMIT and OFFSET clauses, e.g. `LIMIT 10 OFFSET 20`.

### E.308.3. Changes

### E.308.3.1. Server Operation

- Create temporary files in a separate directory (Bruce)
- Delete orphaned temporary files on postmaster startup (Bruce)
- Added unique indexes to some system tables (Tom)
- System table operator reorganization (Oleg Bartunov, Teodor Sigaev, Tom)
- Renamed pg\_log to pg\_clog (Tom)
- Enable SIGTERM, SIGQUIT to kill backends (Jan)
- Removed compile-time limit on number of backends (Tom)
- Better cleanup for semaphore resource failure (Tatsuo, Tom)
- Allow safe transaction ID wraparound (Tom)
- Removed OIDs from some system tables (Tom)
- Removed "triggered data change violation" error check (Tom)
- SPI portal creation of prepared/saved plans (Jan)
- Allow SPI column functions to work for system columns (Tom)
- Long value compression improvement (Tom)
- Statistics collector for table, index access (Jan)
- Truncate extra-long sequence names to a reasonable value (Tom)
- Measure transaction times in milliseconds (Thomas)
- Fix TID sequential scans (Hiroshi)
- Superuser ID now fixed at 1 (Peter E)
- New pg\_ctl "reload" option (Tom)

### E.308.3.2. Performance

- Optimizer improvements (Tom)
- New histogram column statistics for optimizer (Tom)
- Reuse write-ahead log files rather than discarding them (Tom)
- Cache improvements (Tom)
- IS NULL, IS NOT NULL optimizer improvement (Tom)
- Improve lock manager to reduce lock contention (Tom)
- Keep relcache entries for index access support functions (Tom)
- Allow better selectivity with NaN and infinities in NUMERIC (Tom)
- R-tree performance improvements (Kenneth Been)
- B-tree splits more efficient (Tom)

### E.308.3.3. Privileges

- Change UPDATE, DELETE privileges to be distinct (Peter E)
- New REFERENCES, TRIGGER privileges (Peter E)
- Allow GRANT/REVOKE to/from more than one user at a time (Peter E)
- New has\_table\_privilege() function (Joe Conway)
- Allow non-superuser to vacuum database (Tom)

- New SET SESSION AUTHORIZATION command (Peter E)
- Fix bug in privilege modifications on newly created tables (Tom)
- Disallow access to pg\_statistic for non-superuser, add user-accessible views (Tom)

#### E.308.3.4. Client Authentication

- Fork postmaster before doing authentication to prevent hangs (Peter E)
- Add ident authentication over Unix domain sockets on Linux, \*BSD (Helge Bahmann, Oliver Elphick, Teodor Sigaev, Bruce)
- Add a password authentication method that uses MD5 encryption (Bruce)
- Allow encryption of stored passwords using MD5 (Bruce)
- PAM authentication (Dominic J. Eidson)
- Load pg\_hba.conf and pg\_ident.conf only on startup and SIGHUP (Bruce)

#### E.308.3.5. Server Configuration

- Interpretation of some time zone abbreviations as Australian rather than North American now settable at run time (Bruce)
- New parameter to set default transaction isolation level (Peter E)
- New parameter to enable conversion of "expr = NULL" into "expr IS NULL", off by default (Peter E)
- New parameter to control memory usage by VACUUM (Tom)
- New parameter to set client authentication timeout (Tom)
- New parameter to set maximum number of open files (Tom)

#### E.308.3.6. Queries

- Statements added by INSERT rules now execute after the INSERT (Jan)
- Prevent unadorned relation names in target list (Bruce)
- NULLs now sort after all normal values in ORDER BY (Tom)
- New IS UNKNOWN, IS NOT UNKNOWN Boolean tests (Tom)
- New SHARE UPDATE EXCLUSIVE lock mode (Tom)
- New EXPLAIN ANALYZE command that shows run times and row counts (Martijn van Oosterhout)
- Fix problem with LIMIT and subqueries (Tom)
- Fix for LIMIT, DISTINCT ON pushed into subqueries (Tom)
- Fix nested EXCEPT/INTERSECT (Tom)

#### E.308.3.7. Schema Manipulation

- Fix SERIAL in temporary tables (Bruce)
- Allow temporary sequences (Bruce)
- Sequences now use int8 internally (Tom)
- New SERIAL8 creates int8 columns with sequences, default still SERIAL4 (Tom)
- Make OIDs optional using WITHOUT OIDS (Tom)
- Add %TYPE syntax to CREATE TYPE (Ian Lance Taylor)
- Add ALTER TABLE / DROP CONSTRAINT for CHECK constraints (Christopher Kings-Lynne)
- New CREATE OR REPLACE FUNCTION to alter existing function (preserving the function OID) (Gavin Sherry)

- Add ALTER TABLE / ADD [ UNIQUE | PRIMARY ] (Christopher Kings-Lynne)
- Allow column renaming in views
- Make ALTER TABLE / RENAME COLUMN update column names of indexes (Brent Verner)
- Fix for ALTER TABLE / ADD CONSTRAINT ... CHECK with alled tables (Stephan Szabo)
- ALTER TABLE RENAME update foreign-key trigger arguments correctly (Brent Verner)
- DROP AGGREGATE and COMMENT ON AGGREGATE now accept an aggttype (Tom)
- Add automatic return type data casting for SQL functions (Tom)
- Allow GiST indexes to handle NULLs and multikey indexes (Oleg Bartunov, Teodor Sigaev, Tom)
- Enable partial indexes (Martijn van Oosterhout)

### E.308.3.8. Utility Commands

- Add RESET ALL, SHOW ALL (Marko Kreen)
- CREATE/ALTER USER/GROUP now allow options in any order (Vince)
- Add LOCK A, B, C functionality (Neil Padgett)
- New ENCRYPTED/UNENCRYPTED option to CREATE/ALTER USER (Bruce)
- New light-weight VACUUM does not lock table; old semantics are available as VACUUM FULL (Tom)
- Disable COPY TO/FROM on views (Bruce)
- COPY DELIMITERS string must be exactly one character (Tom)
- VACUUM warning about index tuples fewer than heap now only appears when appropriate (Martijn van Oosterhout)
- Fix privilege checks for CREATE INDEX (Tom)
- Disallow inappropriate use of CREATE/DROP INDEX/TRIGGER/VIEW (Tom)

### E.308.3.9. Data Types and Functions

- SUM(), AVG(), COUNT() now uses int8 internally for speed (Tom)
- Add convert(), convert2() (Tatsuo)
- New function bit\_length() (Peter E)
- Make the "n" in CHAR(n)/VARCHAR(n) represents letters, not bytes (Tatsuo)
- CHAR(), VARCHAR() now reject strings that are too long (Peter E)
- BIT VARYING now rejects bit strings that are too long (Peter E)
- BIT now rejects bit strings that do not match declared size (Peter E)
- INET, CIDR text conversion functions (Alex Pilosov)
- INET, CIDR operators << and <<= indexable (Alex Pilosov)
- Bytea \### now requires valid three digit octal number
- Bytea comparison improvements, now supports =, <>, >, >=, <, and <=
- Bytea now supports B-tree indexes
- Bytea now supports LIKE, LIKE...ESCAPE, NOT LIKE, NOT LIKE...ESCAPE
- Bytea now supports concatenation
- New bytea functions: position, substring, trim, btrim, and length
- New encode() function mode, "escaped", converts minimally escaped bytea to/from text
- Add pg\_database\_encoding\_max\_length() (Tatsuo)

- Add pg\_client\_encoding() function (Tatsuo)
- now() returns time with millisecond precision (Thomas)
- New TIMESTAMP WITHOUT TIMEZONE data type (Thomas)
- Add ISO date/time specification with "T", yyyy-mm-ddThh:mm:ss (Thomas)
- New xid/int comparison functions (Hiroshi)
- Add precision to TIME, TIMESTAMP, and INTERVAL data types (Thomas)
- Modify type coercion logic to attempt binary-compatible functions first (Tom)
- New encode() function installed by default (Marko Kreen)
- Improved to\_\*( ) conversion functions (Karel Zak)
- Optimize LIKE/ILIKE when using single-byte encodings (Tatsuo)
- New functions in contrib/pgcrypto: crypt(), hmac(), encrypt(), gen\_salt() (Marko Kreen)
- Correct description of translate() function (Bruce)
- Add INTERVAL argument for SET TIME ZONE (Thomas)
- Add INTERVAL YEAR TO MONTH (etc.) syntax (Thomas)
- Optimize length functions when using single-byte encodings (Tatsuo)
- Fix path\_inter, path\_distance, path\_length, dist\_ppath to handle closed paths (Curtis Barrett, Tom)
- octet\_length(text) now returns non-compressed length (Tatsuo, Bruce)
- Handle "July" full name in date/time literals (Greg Sabino Mullane)
- Some datatype() function calls now evaluated differently
- Add support for Julian and ISO time specifications (Thomas)

### E.308.3.10. Internationalization

- National language support in psql, pg\_dump, libpq, and server (Peter E)
- Message translations in Chinese (simplified, traditional), Czech, French, German, Hungarian, Russian, Swedish (Peter E, Serguei A. Mokhov, Karel Zak, Weiping He, Zhenbang Wei, Kovacs Zoltan)
- Make trim, ltrim, rtrim, btrim, lpad, rpad, translate multibyte aware (Tatsuo)
- Add LATIN5,6,7,8,9,10 support (Tatsuo)
- Add ISO 8859-5,6,7,8 support (Tatsuo)
- Correct LATIN5 to mean ISO-8859-9, not ISO-8859-5 (Tatsuo)
- Make mic2ascii() non-ASCII aware (Tatsuo)
- Reject invalid multibyte character sequences (Tatsuo)

### E.308.3.11. PL/pgSQL

- Now uses portals for SELECT loops, allowing huge result sets (Jan)
- CURSOR and REFCURSOR support (Jan)
- Can now return open cursors (Jan)
- Add ELSEIF (Klaus Reger)
- Improve PL/pgSQL error reporting, including location of error (Tom)
- Allow IS or FOR key words in cursor declaration, for compatibility (Bruce)
- Fix for SELECT ... FOR UPDATE (Tom)
- Fix for PERFORM returning multiple rows (Tom)

- Make PL/pgSQL use the server's type coercion code (Tom)
- Memory leak fix (Jan, Tom)
- Make trailing semicolon optional (Tom)

### E.308.3.12. PL/Perl

- New untrusted PL/Perl (Alex Pilosov)
- PL/Perl is now built on some platforms even if libperl is not shared (Peter E)

### E.308.3.13. PL/Tcl

- Now reports errorInfo (Vsevolod Lobko)
- Add spi\_lastoid function (bob@redivi.com)

### E.308.3.14. PL/Python

- ...is new (Andrew Bosma)

### E.308.3.15. psql

- \d displays indexes in unique, primary groupings (Christopher Kings-Lynne)
- Allow trailing semicolons in backslash commands (Greg Sabino Mullane)
- Read password from /dev/tty if possible
- Force new password prompt when changing user and database (Tatsuo, Tom)
- Format the correct number of columns for Unicode (Patrice)

### E.308.3.16. libpq

- New function PQescapeString() to escape quotes in command strings (Florian Weimer)
- New function PQescapeBytea() escapes binary strings for use as SQL string literals

### E.308.3.17. JDBC

- Return OID of INSERT (Ken K)
- Handle more data types (Ken K)
- Handle single quotes and newlines in strings (Ken K)
- Handle NULL variables (Ken K)
- Fix for time zone handling (Barry Lind)
- Improved Druid support
- Allow eight-bit characters with non-multibyte server (Barry Lind)
- Support BIT, BINARY types (Ned Wolpert)
- Reduce memory usage (Michael Stephens, Dave Cramer)
- Update DatabaseMetaData (Peter E)
- Add DatabaseMetaData.getCatalogs() (Peter E)
- Encoding fixes (Anders Bengtsson)
- Get/setCatalog methods (Jason Davies)

- DatabaseMetaData.getColumns() now returns column defaults (Jason Davies)
- DatabaseMetaData.getColumns() performance improvement (Jeroen van Vianen)
- Some JDBC1 and JDBC2 merging (Anders Bengtsson)
- Transaction performance improvements (Barry Lind)
- Array fixes (Greg Zoller)
- Serialize addition
- Fix batch processing (Rene Pijlman)
- ExecSQL method reorganization (Anders Bengtsson)
- GetColumn() fixes (Jeroen van Vianen)
- Fix isWriteable() function (Rene Pijlman)
- Improved passage of JDBC2 conformance tests (Rene Pijlman)
- Add bytea type capability (Barry Lind)
- Add isNullable() (Rene Pijlman)
- JDBC date/time test suite fixes (Liam Stewart)
- Fix for SELECT 'id' AS xxx FROM table (Dave Cramer)
- Fix DatabaseMetaData to show precision properly (Mark Lillywhite)
- New getImported/getExported keys (Jason Davies)
- MD5 password encryption support (Jeremy Wohl)
- Fix to actually use type cache (Ned Wolpert)

### E.308.3.18. ODBC

- Remove query size limit (Hiroshi)
- Remove text field size limit (Hiroshi)
- Fix for SQLPrimaryKeys in multibyte mode (Hiroshi)
- Allow ODBC procedure calls (Hiroshi)
- Improve boolean handing (Aidan Mountford)
- Most configuration options now settable via DSN (Hiroshi)
- Multibyte, performance fixes (Hiroshi)
- Allow driver to be used with iODBC or unixODBC (Peter E)
- MD5 password encryption support (Bruce)
- Add more compatibility functions to odbc.sql (Peter E)

### E.308.3.19. ECPG

- EXECUTE ... INTO implemented (Christof Petig)
- Multiple row descriptor support (e.g. CARDINALITY) (Christof Petig)
- Fix for GRANT parameters (Lee Kindness)
- Fix INITIALLY DEFERRED bug
- Various bug fixes (Michael, Christof Petig)
- Auto allocation for indicator variable arrays (int \*ind\_p=NULL)
- Auto allocation for string arrays (char \*\*foo\_pp=NULL)

- ECPGfree\_auto\_mem fixed
- All function names with external linkage are now prefixed by ECPG
- Fixes for arrays of structures (Michael)

### E.308.3.20. Misc. Interfaces

- Python fix fetchone() (Gerhard Haring)
- Use UTF, Unicode in Tcl where appropriate (Vsevolod Lobko, Reinhard Max)
- Add Tcl COPY TO/FROM (ljb)
- Prevent output of default index op class in pg\_dump (Tom)
- Fix libpqeasy memory leak (Bruce)

### E.308.3.21. Build and Install

- Configure, dynamic loader, and shared library fixes (Peter E)
- Fixes in QNX 4 port (Bernd Tegge)
- Fixes in Cygwin and Windows ports (Jason Tishler, Gerhard Haring, Dmitry Yurtaev, Darko Prenosil, Mikhail Terekhov)
- Fix for Windows socket communication failures (Magnus, Mikhail Terekhov)
- Hurd compile fix (Oliver Elphick)
- BeOS fixes (Cyril Velter)
- Remove configure --enable-unicode-conversion, now enabled by multibyte (Tatsuo)
- AIX fixes (Tatsuo, Andreas)
- Fix parallel make (Peter E)
- Install SQL language manual pages into OS-specific directories (Peter E)
- Rename config.h to pg\_config.h (Peter E)
- Reorganize installation layout of header files (Peter E)

### E.308.3.22. Source Code

- Remove SEP\_CHAR (Bruce)
- New GUC hooks (Tom)
- Merge GUC and command line handling (Marko Kreen)
- Remove EXTEND INDEX (Martijn van Oosterhout, Tom)
- New pgindent utility to indent java code (Bruce)
- Remove define of true/false when compiling under C++ (Leandro Fanzone, Tom)
- pgindent fixes (Bruce, Tom)
- Replace strcasecmp() with strcmp() where appropriate (Peter E)
- Dynahash portability improvements (Tom)
- Add 'volatile' usage in spinlock structures
- Improve signal handling logic (Tom)

### E.308.3.23. Contrib

- New contrib/rtree\_gist (Oleg Bartunov, Teodor Sigaev)

- New contrib/tsearch full-text indexing (Oleg, Teodor Sigaev)
- Add contrib/dblink for remote database access (Joe Conway)
- contrib/ora2pg Oracle conversion utility (Gilles Darold)
- contrib/xml XML conversion utility (John Gray)
- contrib/fulltextindex fixes (Christopher Kings-Lynne)
- New contrib/fuzzystrmatch with levenshtein and metaphone, soundex merged (Joe Conway)
- Add contrib/intarray boolean queries, binary search, fixes (Oleg Bartunov)
- New pg\_upgrade utility (Bruce)
- Add new pg\_resetxlog options (Bruce, Tom)

## E.309. Release 7.1.3

**Release date:** 2001-08-15

### E.309.1. Migration to Version 7.1.3

A dump/restore is *not* required for those running 7.1.X.

### E.309.2. Changes

```
Remove unused WAL segments of large transactions (Tom)
Multiaction rule fix (Tom)
PL/pgSQL memory allocation fix (Jan)
VACUUM buffer fix (Tom)
Regression test fixes (Tom)
pg_dump fixes for GRANT/REVOKE/comments on views, user-defined types (Tom)
Fix subselects with DISTINCT ON or LIMIT (Tom)
BeOS fix
Disable COPY TO/FROM a view (Tom)
Cygwin build (Jason Tishler)
```

## E.310. Release 7.1.2

**Release date:** 2001-05-11

This has one fix from 7.1.1.

### E.310.1. Migration to Version 7.1.2

A dump/restore is *not* required for those running 7.1.X.

### E.310.2. Changes

```
Fix PL/pgSQL SELECTs when returning no rows
Fix for psql backslash core dump
Referential integrity privilege fix
Optimizer fixes
pg_dump cleanups
```

## E.311. Release 7.1.1

**Release date:** 2001-05-05

This has a variety of fixes from 7.1.

### E.311.1. Migration to Version 7.1.1

A dump/restore is *not* required for those running 7.1.

## E.311.2. Changes

```
Fix for numeric MODULO operator (Tom)
pg_dump fixes (Philip)
pg_dump can dump 7.0 databases (Philip)
readline 4.2 fixes (Peter E)
JOIN fixes (Tom)
AIX, MSWIN, VAX, N32K fixes (Tom)
Multibytes fixes (Tom)
Unicode fixes (Tatsuo)
Optimizer improvements (Tom)
Fix for whole rows in functions (Tom)
Fix for pg_ctl and option strings with spaces (Peter E)
ODBC fixes (Hiroshi)
EXTRACT can now take string argument (Thomas)
Python fixes (Darcy)
```

## E.312. Release 7.1

**Release date:** 2001-04-13

This release focuses on removing limitations that have existed in the PostgreSQL™ code for many years.

Major changes in this release:

### Write-ahead Log (WAL)

To maintain database consistency in case of an operating system crash, previous releases of PostgreSQL™ have forced all data modifications to disk before each transaction commit. With WAL, only one log file must be flushed to disk, greatly improving performance. If you have been using -F in previous releases to disable disk flushes, you might want to consider discontinuing its use.

### TOAST

TOAST - Previous releases had a compiled-in row length limit, typically 8k - 32k. This limit made storage of long text fields difficult. With TOAST, long rows of any length can be stored with good performance.

### Outer Joins

We now support outer joins. The UNION/NOT IN workaround for outer joins is no longer required. We use the SQL92 outer join syntax.

### Function Manager

The previous C function manager did not handle null values properly, nor did it support 64-bit CPU's (Alpha). The new function manager does. You can continue using your old custom functions, but you might want to rewrite them in the future to use the new function manager call interface.

### Complex Queries

A large number of complex queries that were unsupported in previous releases now work. Many combinations of views, aggregates, UNION, LIMIT, cursors, subqueries, and allied tables now work properly. Inherited tables are now accessed by default. Subqueries in FROM are now supported.

## E.312.1. Migration to Version 7.1

A dump/restore using pg\_dump is required for those wishing to migrate data from any previous release.

## E.312.2. Changes

### Bug Fixes

```

Many multibyte/Unicode/locale fixes (Tatsuo and others)
More reliable ALTER TABLE RENAME (Tom)
Kerberos V fixes (David Wragg)
Fix for INSERT INTO...SELECT where targetlist has subqueries (Tom)
```

```
Prompt username/password on standard error (Bruce)
Large objects inv_read/inv_write fixes (Tom)
Fixes for to_char(), to_date(), to_ascii(), and to_timestamp() (Karel,
 Daniel Baldoni)
Prevent query expressions from leaking memory (Tom)
Allow UPDATE of arrays elements (Tom)
Wake up lock waiters during cancel (Hiroshi)
Fix rare cursor crash when using hash join (Tom)
Fix for DROP TABLE/INDEX in rolled-back transaction (Hiroshi)
Fix psql crash from \l+ if MULTIBYTE enabled (Peter E)
Fix truncation of rule names during CREATE VIEW (Ross Reedstrom)
Fix PL/Perl (Alex Kapranoff)
Disallow LOCK on views (Mark Hollomon)
Disallow INSERT/UPDATE/DELETE on views (Mark Hollomon)
Disallow DROP RULE, CREATE INDEX, TRUNCATE on views (Mark Hollomon)
Allow PL/pgSQL accept non-ASCII identifiers (Tatsuo)
Allow views to proper handle GROUP BY, aggregates, DISTINCT (Tom)
Fix rare failure with TRUNCATE command (Tom)
Allow UNION/INTERSECT/EXCEPT to be used with ALL, subqueries, views,
 DISTINCT, ORDER BY, SELECT...INTO (Tom)
Fix parser failures during aborted transactions (Tom)
Allow temporary relations to properly clean up indexes (Bruce)
Fix VACUUM problem with moving rows in same page (Tom)
Modify pg_dump to better handle user-defined items in template1 (Philip)
Allow LIMIT in VIEW (Tom)
Require cursor FETCH to honor LIMIT (Tom)
Allow PRIMARY/FOREIGN Key definitions on alled columns (Stephan)
Allow ORDER BY, LIMIT in subqueries (Tom)
Allow UNION in CREATE RULE (Tom)
Make ALTER/DROP TABLE rollback-able (Vadim, Tom)
Store initdb collation in pg_control so collation cannot be changed (Tom)
Fix INSERT...SELECT with rules (Tom)
Fix FOR UPDATE inside views and subselects (Tom)
Fix OVERLAPS operators conform to SQL92 spec regarding NULLs (Tom)
Fix lpad() and rpad() to handle length less than input string (Tom)
Fix use of NOTIFY in some rules (Tom)
Overhaul btree code (Tom)
Fix NOT NULL use in PL/pgSQL variables (Tom)
Overhaul GIST code (Oleg)
Fix CLUSTER to preserve constraints and column default (Tom)
Improved deadlock detection handling (Tom)
Allow multiple SERIAL columns in a table (Tom)
Prevent occasional index corruption (Vadim)

Enhancements

Add OUTER JOINs (Tom)
Function manager overhaul (Tom)
Allow ALTER TABLE RENAME on indexes (Tom)
Improve CLUSTER (Tom)
Improve ps status display for more platforms (Peter E, Marc)
Improve CREATE FUNCTION failure message (Ross)
JDBC improvements (Peter, Travis Bauer, Christopher Cain, William Webber,
 Gunnar)
Grand Unified Configuration scheme/GUC. Many options can now be set in
 data/postgresql.conf, postmaster/postgres flags, or SET commands (Peter E)
Improved handling of file descriptor cache (Tom)
New warning code about auto-created table alias entries (Bruce)
Overhaul initdb process (Tom, Peter E)
Overhaul of alled tables; inherited tables now accessed by default;
 new ONLY key word prevents it (Chris Bitmead, Tom)
ODBC cleanups/improvements (Nick Gorham, Stephan Szabo, Zoltan Kovacs,
 Michael Fork)
Allow renaming of temp tables (Tom)
Overhaul memory manager contexts (Tom)
pg_dumpall uses CREATE USER or CREATE GROUP rather using COPY (Peter E)
Overhaul pg_dump (Philip Warner)
Allow pg_hba.conf secondary password file to specify only username (Peter E)
Allow TEMPORARY or TEMP key word when creating temporary tables (Bruce)
```

New memory leak checker (Karel)  
 New SET SESSION CHARACTERISTICS (Thomas)  
 Allow nested block comments (Thomas)  
 Add WITHOUT TIME ZONE type qualifier (Thomas)  
 New ALTER TABLE ADD CONSTRAINT (Stephan)  
 Use NUMERIC accumulators for INTEGER aggregates (Tom)  
 Overhaul aggregate code (Tom)  
 New VARIANCE and STDDEV() aggregates  
 Improve dependency ordering of pg\_dump (Philip)  
 New pg\_restore command (Philip)  
 New pg\_dump tar output option (Philip)  
 New pg\_dump of large objects (Philip)  
 New ESCAPE option to LIKE (Thomas)  
 New case-insensitive LIKE - ILIKE (Thomas)  
 Allow functional indexes to use binary-compatible type (Tom)  
 Allow SQL functions to be used in more contexts (Tom)  
 New pg\_config utility (Peter E)  
 New PL/pgSQL EXECUTE command which allows dynamic SQL and utility statements (Jan)  
 New PL/pgSQL GET DIAGNOSTICS statement for SPI value access (Jan)  
 New quote\_identifiers() and quote\_literal() functions (Jan)  
 New ALTER TABLE table OWNER TO user command (Mark Hollomon)  
 Allow subselects in FROM, i.e. FROM (SELECT ...) [AS] alias (Tom)  
 Update PyGreSQL to version 3.1 (D'Arcy)  
 Store tables as files named by OID (Vadim)  
 New SQL function setval(seq,val,bool) for use in pg\_dump (Philip)  
 Require DROP VIEW to remove views, no DROP TABLE (Mark)  
 Allow DROP VIEW view1, view2 (Mark)  
 Allow multiple objects in DROP INDEX, DROP RULE, and DROP TYPE (Tom)  
 Allow automatic conversion to/from Unicode (Tatsuo, Eiji)  
 New /contrib/pgcrypto hashing functions (Marko Kreen)  
 New pg\_dumpall --globals-only option (Peter E)  
 New CHECKPOINT command for WAL which creates new WAL log file (Vadim)  
 New AT TIME ZONE syntax (Thomas)  
 Allow location of Unix domain socket to be configurable (David J. MacKenzie)  
 Allow postmaster to listen on a specific IP address (David J. MacKenzie)  
 Allow socket path name to be specified in hostname by using leading slash (David J. MacKenzie)  
 Allow CREATE DATABASE to specify template database (Tom)  
 New utility to convert MySQL schema dumps to SQL92 and PostgreSQL (Thomas)  
 New /contrib/rserv replication toolkit (Vadim)  
 New file format for COPY BINARY (Tom)  
 New /contrib/oid2name to map numeric files to table names (B Palmer)  
 New "idle in transaction" ps status message (Marc)  
 Update to pgaccess 0.98.7 (Constantin Teodorescu)  
 pg\_ctl now defaults to -w (wait) on shutdown, new -l (log) option  
 Add rudimentary dependency checking to pg\_dump (Philip)

#### Types

-----  
 Fix INET/CIDR type ordering and add new functions (Tom)  
 Make OID behave as an unsigned type (Tom)  
 Allow BIGINT as synonym for INT8 (Peter E)  
 New int2 and int8 comparison operators (Tom)  
 New BIT and BIT VARYING types (Adriaan Joubert, Tom, Peter E)  
 CHAR() no longer faster than VARCHAR() because of TOAST (Tom)  
 New GIST seg/cube examples (Gene Selkov)  
 Improved round(numeric) handling (Tom)  
 Fix CIDR output formatting (Tom)  
 New CIDR abbrev() function (Tom)

#### Performance

-----  
 Write-Ahead Log (WAL) to provide crash recovery with less performance overhead (Vadim)  
 ANALYZE stage of VACUUM no longer exclusively locks table (Bruce)  
 Reduced file seeks (Denis Perchine)  
 Improve BTREE code for duplicate keys (Tom)  
 Store all large objects in a single table (Denis Perchine, Tom)

```

Improve memory allocation performance (Karel, Tom)

Source Code

New function manager call conventions (Tom)
SGI portability fixes (David Kaelbling)
New configure --enable-syslog option (Peter E)
New BSDI README (Bruce)
configure script moved to top level, not /src (Peter E)
Makefile/configuration/compilation overhaul (Peter E)
New configure --with-python option (Peter E)
Solaris cleanups (Peter E)
Overhaul /contrib Makefiles (Karel)
New OpenSSL configuration option (Magnus, Peter E)
AIX fixes (Andreas)
QNX fixes (Maurizio)
New heap_open(), heap_openr() API (Tom)
Remove colon and semi-colon operators (Thomas)
New pg_class.relkind value for views (Mark Hollomon)
Rename ichar() to chr() (Karel)
New documentation for btrim(), ascii(), chr(), repeat() (Karel)
Fixes for NT/Cygwin (Pete Forman)
AIX port fixes (Andreas)
New BeOS port (David Reid, Cyril Velter)
Add proofreader's changes to docs (Addison-Wesley, Bruce)
New Alpha spinlock code (Adriaan Joubert, Compaq)
UnixWare port overhaul (Peter E)
New macOS (Darwin) port (Peter Bierman, Bruce Hartzler)
New FreeBSD Alpha port (Alfred)
Overhaul shared memory segments (Tom)
Add IBM S/390 support (Neale Ferguson)
Moved macmanuf to /contrib (Larry Rosenman)
Syslog improvements (Larry Rosenman)
New template0 database that contains no user additions (Tom)
New /contrib/cube and /contrib/seg GIST sample code (Gene Selkov)
Allow NetBSD's libedit instead of readline (Peter)
Improved assembly language source code format (Bruce)
New contrib/pg_logger
New --template option to createdb
New contrib/pg_control utility (Oliver)
New FreeBSD tools ipc_check, start-scripts/freebsd

```

## E.313. Release 7.0.3

**Release date:** 2000-11-11

This has a variety of fixes from 7.0.2.

### E.313.1. Migration to Version 7.0.3

A dump/restore is *not* required for those running 7.0.\*.

### E.313.2. Changes

```

Jdbc fixes (Peter)
Large object fix (Tom)
Fix lean in COPY WITH OIDS leak (Tom)
Fix backwards-index-scan (Tom)
Fix SELECT ... FOR UPDATE so it checks for duplicate keys (Hiroshi)
Add --enable-syslog to configure (Marc)
Fix abort transaction at backend exit in rare cases (Tom)
Fix for psql \l+ when multibyte enabled (Tatsuo)
Allow PL/pgSQL to accept non ascii identifiers (Tatsuo)
Make vacuum always flush buffers (Tom)
Fix to allow cancel while waiting for a lock (Hiroshi)
Fix for memory allocation problem in user authentication code (Tom)

```

```

Remove bogus use of int4out() (Tom)
Fixes for multiple subqueries in COALESCE or BETWEEN (Tom)
Fix for failure of triggers on heap open in certain cases (Jeroen van
 Vianen)
Fix for erroneous selectivity of not-equals (Tom)
Fix for erroneous use of strcmp() (Tom)
Fix for bug where storage manager accesses items beyond end of file
 (Tom)
Fix to include kernel errno message in all smgr elog messages (Tom)
Fix for '.' not in PATH at build time (SL Baur)
Fix for out-of-file-descriptors error (Tom)
Fix to make pg_dump dump 'iscachable' flag for functions (Tom)
Fix for subselect in targetlist of Append node (Tom)
Fix for mergejoin plans (Tom)
Fix TRUNCATE failure on relations with indexes (Tom)
Avoid database-wide restart on write error (Hiroshi)
Fix nodeMaterial to honor chgParam by recomputing its output (Tom)
Fix VACUUM problem with moving chain of update row versions when source
 and destination of a row version lie on the same page (Tom)
Fix user.c CommandCounterIncrement (Tom)
Fix for AM/PM boundary problem in to_char() (Karel Zak)
Fix TIME aggregate handling (Tom)
Fix to_char() to avoid coredump on NULL input (Tom)
Buffer fix (Tom)
Fix for inserting/copying longer multibyte strings into char() data
 types (Tatsuo)
Fix for crash of backend, on abort (Tom)

```

## E.314. Release 7.0.2

**Release date:** 2000-06-05

This is a repackaging of 7.0.1 with added documentation.

### E.314.1. Migration to Version 7.0.2

A dump/restore is *not* required for those running 7.\*.

### E.314.2. Changes

```
Added documentation to tarball.
```

## E.315. Release 7.0.1

**Release date:** 2000-06-01

This is a cleanup release for 7.0.

### E.315.1. Migration to Version 7.0.1

A dump/restore is *not* required for those running 7.0.

### E.315.2. Changes

```

Fix many CLUSTER failures (Tom)
Allow ALTER TABLE RENAME works on indexes (Tom)
Fix plpgsql to handle datetime->timestamp and timespan->interval (Bruce)
New configure --with-setproctitle switch to use setproctitle() (Marc, Bruce)
Fix the off by one errors in ResultSet from 6.5.3, and more.
jdbc ResultSet fixes (Joseph Shraibman)
optimizer tunings (Tom)
Fix create user for pgaccess
Fix for UNLISTEN failure

```

```

IRIX fixes (David Kaelbling)
QNX fixes (Andreas Kardos)
Reduce COPY IN lock level (Tom)
Change libpqeasy to use PQconnectdb() style parameters (Bruce)
Fix pg_dump to handle OID indexes (Tom)
Fix small memory leak (Tom)
Solaris fix for createdb/dropdb (Tatsuo)
Fix for non-blocking connections (Alfred Perlstein)
Fix improper recovery after RENAME TABLE failures (Tom)
Copy pg_ident.conf.sample into /lib directory in install (Bruce)
Add SJIS UDC (NEC selection IBM kanji) support (Eiji Tokuya)
Fix too long syslog message (Tatsuo)
Fix problem with quoted indexes that are too long (Tom)
JDBC ResultSet.getTimestamp() fix (Gregory Krasnow & Floyd Marinescu)
ecpg changes (Michael)

```

## E.316. Release 7.0

**Release date:** 2000-05-08

This release contains improvements in many areas, demonstrating the continued growth of PostgreSQL™. There are more improvements and fixes in 7.0 than in any previous release. The developers have confidence that this is the best release yet; we do our best to put out only solid releases, and this one is no exception.

Major changes in this release:

### Foreign Keys

Foreign keys are now implemented, with the exception of PARTIAL MATCH foreign keys. Many users have been asking for this feature, and we are pleased to offer it.

### Optimizer Overhaul

Continuing on work started a year ago, the optimizer has been improved, allowing better query plan selection and faster performance with less memory usage.

### Updated psql

psql, our interactive terminal monitor, has been updated with a variety of new features. See the psql manual page for details.

### Join Syntax

SQL92 join syntax is now supported, though only as INNER JOIN for this release. JOIN, NATURAL JOIN, JOIN/USING, and JOIN/ON are available, as are column correlation names.

## E.316.1. Migration to Version 7.0

A dump/restore using pg\_dump is required for those wishing to migrate data from any previous release of PostgreSQL™. For those upgrading from 6.5.\*, you can instead use pg\_upgrade to upgrade to this release; however, a full dump/reload installation is always the most robust method for upgrades.

Interface and compatibility issues to consider for the new release include:

- The date/time types datetime and timespan have been superseded by the SQL92-defined types timestamp and interval. Although there has been some effort to ease the transition by allowing PostgreSQL™ to recognize the deprecated type names and translate them to the new type names, this mechanism cannot be completely transparent to your existing application.
- The optimizer has been substantially improved in the area of query cost estimation. In some cases, this will result in decreased query times as the optimizer makes a better choice for the preferred plan. However, in a small number of cases, usually involving pathological distributions of data, your query times might go up. If you are dealing with large amounts of data, you might want to check your queries to verify performance.
- The JDBC and ODBC interfaces have been upgraded and extended.
- The string function CHAR\_LENGTH is now a native function. Previous versions translated this into a call to LENGTH, which could result in ambiguity with other types implementing LENGTH such as the geometric types.

## E.316.2. Changes

## Bug Fixes

-----

Prevent function calls exceeding maximum number of arguments (Tom)  
 Improve CASE construct (Tom)  
 Fix SELECT coalesce(f1,0) FROM int4\_tbl GROUP BY f1 (Tom)  
 Fix SELECT sentence.words[0] FROM sentence GROUP BY sentence.words[0] (Tom)  
 Fix GROUP BY scan bug (Tom)  
 Improvements in SQL grammar processing (Tom)  
 Fix for views involved in INSERT ... SELECT ... (Tom)  
 Fix for SELECT a/2, a/2 FROM test\_missing\_target GROUP BY a/2 (Tom)  
 Fix for subselects in INSERT ... SELECT (Tom)  
 Prevent INSERT ... SELECT ... ORDER BY (Tom)  
 Fixes for relations greater than 2GB, including vacuum  
 Improve propagating system table changes to other backends (Tom)  
 Improve propagating user table changes to other backends (Tom)  
 Fix handling of temp tables in complex situations (Bruce, Tom)  
 Allow table locking at table open, improving concurrent reliability (Tom)  
 Properly quote sequence names in pg\_dump (Ross J. Reedstrom)  
 Prevent DROP DATABASE while others accessing  
 Prevent any rows from being returned by GROUP BY if no rows processed (Tom)  
 Fix SELECT COUNT(1) FROM table WHERE ...' if no rows matching WHERE (Tom)  
 Fix pg\_upgrade so it works for MVCC (Tom)  
 Fix for SELECT ... WHERE x IN (SELECT ... HAVING SUM(x) > 1) (Tom)  
 Fix for "f1 datetime DEFAULT 'now'" (Tom)  
 Fix problems with CURRENT\_DATE used in DEFAULT (Tom)  
 Allow comment-only lines, and ;;; lines too. (Tom)  
 Improve recovery after failed disk writes, disk full (Hiroshi)  
 Fix cases where table is mentioned in FROM but not joined (Tom)  
 Allow HAVING clause without aggregate functions (Tom)  
 Fix for "--" comment and no trailing newline, as seen in perl interface  
 Improve pg\_dump failure error reports (Bruce)  
 Allow sorts and hashes to exceed 2GB file sizes (Tom)  
 Fix for pg\_dump dumping of alled rules (Tom)  
 Fix for NULL handling comparisons (Tom)  
 Fix inconsistent state caused by failed CREATE/DROP commands (Hiroshi)  
 Fix for dbname with dash  
 Prevent DROP INDEX from interfering with other backends (Tom)  
 Fix file descriptor leak in verify\_password()  
 Fix for "Unable to identify an operator =\$" problem  
 Fix ODBC so no segfault if CommLog and Debug enabled (Dirk Niggemann)  
 Fix for recursive exit call (Massimo)  
 Fix for extra-long timezones (Jeroen van Vianen)  
 Make pg\_dump preserve primary key information (Peter E)  
 Prevent databases with single quotes (Peter E)  
 Prevent DROP DATABASE inside transaction (Peter E)  
 ecpg memory leak fixes (Stephen Birch)  
 Fix for SELECT null::text, SELECT int4fac(null) and SELECT 2 + (null) (Tom)  
 Y2K timestamp fix (Massimo)  
 Fix for VACUUM 'HEAP\_MOVED\_IN was not expected' errors (Tom)  
 Fix for views with tables/columns containing spaces (Tom)  
 Prevent privileges on indexes (Peter E)  
 Fix for spinlock stuck problem when error is generated (Hiroshi)  
 Fix ipcclean on Linux  
 Fix handling of NULL constraint conditions (Tom)  
 Fix memory leak in odbc driver (Nick Gorham)  
 Fix for privilege check on UNION tables (Tom)  
 Fix to allow SELECT 'a' LIKE 'a' (Tom)  
 Fix for SELECT 1 + NULL (Tom)  
 Fixes to CHAR  
 Fix log() on numeric type (Tom)  
 Deprecate ':' and ';' operators  
 Allow vacuum of temporary tables  
 Disallow alled columns with the same name as new columns  
 Recover or force failure when disk space is exhausted (Hiroshi)  
 Fix INSERT INTO ... SELECT with AS columns matching result columns  
 Fix INSERT ... SELECT ... GROUP BY groups by target columns not source columns (Tom)  
 Fix CREATE TABLE test (a char(5) DEFAULT text '', b int4) with INSERT (Tom)  
 Fix UNION with LIMIT  
 Fix CREATE TABLE x AS SELECT 1 UNION SELECT 2

```

Fix CREATE TABLE test(col char(2) DEFAULT user)
Fix mismatched types in CREATE TABLE ... DEFAULT
Fix SELECT * FROM pg_class where oid in (0,-1)
Fix SELECT COUNT('asdf') FROM pg_class WHERE oid=12
Prevent user who can create databases can modifying pg_database table (Peter E)
Fix btree to give a useful elog when key > 1/2 (page - overhead) (Tom)
Fix INSERT of 0.0 into DECIMAL(4,4) field (Tom)

Enhancements

New CLI interface include file sqlcli.h, based on SQL3/SQL98
Remove all limits on query length, row length limit still exists (Tom)
Update jdbc protocol to 2.0 (Jens Glaser <jens@jens.de>)
Add TRUNCATE command to quickly truncate relation (Mike Mascari)
Fix to give super user and createdb user proper update catalog rights (Peter E)
Allow ecpg bool variables to have NULL values (Christof)
Issue ecpg error if NULL value for variable with no NULL indicator (Christof)
Allow ^C to cancel COPY command (Massimo)
Add SET FSYNC and SHOW PG_OPTIONS commands(Massimo)
Function name overloading for dynamically-loaded C functions (Frankpitt)
Add CmdTuples() to libpq++(Vince)
New CREATE CONSTRAINT TRIGGER and SET CONSTRAINTS commands(Jan)
Allow CREATE FUNCTION/WITH clause to be used for all language types
configure --enable-debug adds -g (Peter E)
configure --disable-debug removes -g (Peter E)
Allow more complex default expressions (Tom)
First real FOREIGN KEY constraint trigger functionality (Jan)
Add FOREIGN KEY ... MATCH FULL ... ON DELETE CASCADE (Jan)
Add FOREIGN KEY ... MATCH <unspecified> referential actions (Don Baccus)
Allow WHERE restriction on ctid (physical heap location) (Hiroshi)
Move pginterface from contrib to interface directory, rename to pgeasy (Bruce)
Change pgeeasy connectdb() parameter ordering (Bruce)
Require SELECT DISTINCT target list to have all ORDER BY columns (Tom)
Add Oracle's COMMENT ON command (Mike Mascari <mascarim@yahoo.com>)
libpq's PQsetNoticeProcessor function now returns previous hook(Peter E)
Prevent PQsetNoticeProcessor from being set to NULL (Peter E)
Make USING in COPY optional (Bruce)
Allow subselects in the target list (Tom)
Allow subselects on the left side of comparison operators (Tom)
New parallel regression test (Jan)
Change backend-side COPY to write files with permissions 644 not 666 (Tom)
Force permissions on PGDATA directory to be secure, even if it exists (Tom)
Added psql LASTOID variable to return last inserted oid (Peter E)
Allow concurrent vacuum and remove pg_vlock vacuum lock file (Tom)
Add privilege check for vacuum (Peter E)
New libpq functions to allow asynchronous connections: PQconnectStart(),
 PQconnectPoll(), PQresetStart(), PQresetPoll(), PQsetenvStart(),
 PQsetenvPoll(), PQsetenvAbort (Ewan Mellor)
New libpq PQsetenv() function (Ewan Mellor)
create/alter user extension (Peter E)
New postmaster.pid and postmaster.opts under $PGDATA (Tatsuo)
New scripts for create/drop user/db (Peter E)
Major psql overhaul (Peter E)
Add const to libpq interface (Peter E)
New libpq function PQoidValue (Peter E)
Show specific non-aggregate causing problem with GROUP BY (Tom)
Make changes to pg_shadow recreate pg_pwd file (Peter E)
Add aggregate(DISTINCT ...) (Tom)
Allow flag to control COPY input/output of NULLs (Peter E)
Make postgres user have a password by default (Peter E)
Add CREATE/ALTER/DROP GROUP (Peter E)
All administration scripts now support --long options (Peter E, Karel)
Vacuumdb script now supports --all option (Peter E)
ecpg new portable FETCH syntax
Add ecpg EXEC SQL IFDEF, EXEC SQL IFNDEF, EXEC SQL ELSE, EXEC SQL ELIF
 and EXEC SQL ENDIF directives
Add pg_ctl script to control backend start-up (Tatsuo)
Add postmaster.opts.default file to store start-up flags (Tatsuo)
Allow --with-mb=SQL_ASCII

```

Increase maximum number of index keys to 16 (Bruce)  
 Increase maximum number of function arguments to 16 (Bruce)  
 Allow configuration of maximum number of index keys and arguments (Bruce)  
 Allow unprivileged users to change their passwords (Peter E)  
 Password authentication enabled; required for new users (Peter E)  
 Disallow dropping a user who owns a database (Peter E)  
 Change initdb option --with-mb to --enable-multibyte  
 Add option for initdb to prompts for superuser password (Peter E)  
 Allow complex type casts like col::numeric(9,2) and col::int2::float8 (Tom)  
 Updated user interfaces on initdb, initlocation, pg\_dump, ipcclean (Peter E)  
 New pg\_char\_to\_encoding() and pg\_encoding\_to\_char() functions (Tatsuo)  
 libpq non-blocking mode (Alfred Perlstein)  
 Improve conversion of types in casts that don't specify a length  
 New plperl internal programming language (Mark Hollomon)  
 Allow COPY IN to read file that do not end with a newline (Tom)  
 Indicate when long identifiers are truncated (Tom)  
 Allow aggregates to use type equivalency (Peter E)  
 Add Oracle's to\_char(), to\_date(), to\_datetime(), to\_timestamp(), to\_number()  
     conversion functions (Karel Zak <zakkr@zf.jcu.cz>)  
 Add SELECT DISTINCT ON (expr [, expr ...]) targetlist ... (Tom)  
 Check to be sure ORDER BY is compatible with the DISTINCT operation (Tom)  
 Add NUMERIC and int8 types to ODBC  
 Improve EXPLAIN results for Append, Group, Agg, Unique (Tom)  
 Add ALTER TABLE ... ADD FOREIGN KEY (Stephan Szabo)  
 Allow SELECT .. FOR UPDATE in PL/pgSQL (Hiroshi)  
 Enable backward sequential scan even after reaching EOF (Hiroshi)  
 Add btree indexing of boolean values, >= and <= (Don Baccus)  
 Print current line number when COPY FROM fails (Massimo)  
 Recognize POSIX time zone e.g. "PST+8" and "GMT-8" (Thomas)  
 Add DEC as synonym for DECIMAL (Thomas)  
 Add SESSION\_USER as SQL92 key word, same as CURRENT\_USER (Thomas)  
 Implement SQL92 column aliases (aka correlation names) (Thomas)  
 Implement SQL92 join syntax (Thomas)  
 Make INTERVAL reserved word allowed as a column identifier (Thomas)  
 Implement REINDEX command (Hiroshi)  
 Accept ALL in aggregate function SUM(ALL col) (Tom)  
 Prevent GROUP BY from using column aliases (Tom)  
 New psql \encoding option (Tatsuo)  
 Allow PQrequestCancel() to terminate when in waiting-for-lock state (Hiroshi)  
 Allow negation of a negative number in all cases  
 Add ecpg descriptors (Christof, Michael)  
 Allow CREATE VIEW v AS SELECT f1::char(8) FROM tbl  
 Allow casts with length, like foo::char(8)  
 New libpq functions PQsetClientEncoding(), PQclientEncoding() (Tatsuo)  
 Add support for SJIS user defined characters (Tatsuo)  
 Larger views/rules supported  
 Make libpq's PQconndefaults() thread-safe (Tom)  
 Disable // as comment to be ANSI conforming, should use -- (Tom)  
 Allow column aliases on views CREATE VIEW name (collist)  
 Fixes for views with subqueries (Tom)  
 Allow UPDATE table SET fld = (SELECT ...) (Tom)  
 SET command options no longer require quotes  
 Update pgaccess to 0.98.6  
 New SET SEED command  
 New pg\_options.sample file  
 New SET FSYNC command (Massimo)  
 Allow pg\_descriptions when creating tables  
 Allow pg\_descriptions when creating types, columns, and functions  
 Allow psql \copy to allow delimiters (Peter E)  
 Allow psql to print nulls as distinct from "" [null] (Peter E)

**Types**

-----

Many array fixes (Tom)  
 Allow bare column names to be subscripted as arrays (Tom)  
 Improve type casting of int and float constants (Tom)  
 Cleanups for int8 inputs, range checking, and type conversion (Tom)  
 Fix for SELECT timespan('21:11:26'::time) (Tom)  
 netmask('x.x.x.x/0') is 255.255.255.255 instead of 0.0.0.0 (Oleg Sharoiko)  
 Add btree index on NUMERIC (Jan)

Perl fix for large objects containing NUL characters (Douglas Thomson)  
 ODBC fix for large objects (free)  
 Fix indexing of cidr data type  
 Fix for Ethernet MAC addresses (macaddr type) comparisons  
 Fix for date/time types when overflows happened in computations (Tom)  
 Allow array on int8 (Peter E)  
 Fix for rounding/overflow of NUMERIC type, like NUMERIC(4,4) (Tom)  
 Allow NUMERIC arrays  
 Fix bugs in NUMERIC ceil() and floor() functions (Tom)  
 Make char\_length()/octet\_length including trailing blanks (Tom)  
 Made abstime/reltime use int4 instead of time\_t (Peter E)  
 New lztext data type for compressed text fields  
 Revise code to handle coercion of int and float constants (Tom)  
 Start at new code to implement a BIT and BIT VARYING type (Adriaan Joubert)  
 NUMERIC now accepts scientific notation (Tom)  
 NUMERIC to int4 rounds (Tom)  
 Convert float4/8 to NUMERIC properly (Tom)  
 Allow type conversion with NUMERIC (Thomas)  
 Make ISO date style (2000-02-16 09:33) the default (Thomas)  
 Add NATIONAL CHAR [ VARYING ] (Thomas)  
 Allow NUMERIC round and trunc to accept negative scales (Tom)  
 New TIME WITH TIME ZONE type (Thomas)  
 Add MAX()/MIN() on time type (Thomas)  
 Add abs(), mod(), fac() for int8 (Thomas)  
 Rename functions to round(), sqrt(), cbrt(), pow() for float8 (Thomas)  
 Add transcendental math functions (e.g. sin(), acos()) for float8 (Thomas)  
 Add exp() and ln() for NUMERIC type  
 Rename NUMERIC power() to pow() (Thomas)  
 Improved TRANSLATE() function (Edwin Ramirez, Tom)  
 Allow X=-Y operators (Tom)  
 Allow SELECT float8(COUNT(\*))/(SELECT COUNT(\*) FROM t GROUP BY f1; (Tom)  
 Allow LOCALE to use indexes in regular expression searches (Tom)  
 Allow creation of functional indexes to use default types

#### Performance

---

Prevent exponential space consumption with many AND's and OR's (Tom)  
 Collect attribute selectivity values for system columns (Tom)  
 Reduce memory usage of aggregates (Tom)  
 Fix for LIKE optimization to use indexes with multibyte encodings (Tom)  
 Fix r-tree index optimizer selectivity (Thomas)  
 Improve optimizer selectivity computations and functions (Tom)  
 Optimize btree searching for cases where many equal keys exist (Tom)  
 Enable fast LIKE index processing only if index present (Tom)  
 Re-use free space on index pages with duplicates (Tom)  
 Improve hash join processing (Tom)  
 Prevent descending sort if result is already sorted(Hiroshi)  
 Allow commuting of index scan query qualifications (Tom)  
 Prefer index scans in cases where ORDER BY/GROUP BY is required (Tom)  
 Allocate large memory requests in fix-sized chunks for performance (Tom)  
 Fix vacuum's performance by reducing memory allocation requests (Tom)  
 Implement constant-expression simplification (Bernard Frankpitt, Tom)  
 Use secondary columns to be used to determine start of index scan (Hiroshi)  
 Prevent quadruple use of disk space when doing internal sorting (Tom)  
 Faster sorting by calling fewer functions (Tom)  
 Create system indexes to match all system caches (Bruce, Hiroshi)  
 Make system caches use system indexes (Bruce)  
 Make all system indexes unique (Bruce)  
 Improve pg\_statistic management for VACUUM speed improvement (Tom)  
 Flush backend cache less frequently (Tom, Hiroshi)  
 COPY now reuses previous memory allocation, improving performance (Tom)  
 Improve optimization cost estimation (Tom)  
 Improve optimizer estimate of range queries  $x > \text{lowbound}$  AND  $x < \text{highbound}$  (Tom)  
 Use DNF instead of CNF where appropriate (Tom, Taral)  
 Further cleanup for OR-of-AND WHERE-clauses (Tom)  
 Make use of index in OR clauses ( $x = 1$  AND  $y = 2$ ) OR ( $x = 2$  AND  $y = 4$ ) (Tom)  
 Smarter optimizer computations for random index page access (Tom)  
 New SET variable to control optimizer costs (Tom)  
 Optimizer queries based on LIMIT, OFFSET, and EXISTS qualifications (Tom)  
 Reduce optimizer internal housekeeping of join paths for speedup (Tom)

```

Major subquery speedup (Tom)
Fewer fsync writes when fsync is not disabled (Tom)
Improved LIKE optimizer estimates (Tom)
Prevent fsync in SELECT-only queries (Vadim)
Make index creation use psort code, because it is now faster (Tom)
Allow creation of sort temp tables > 1 Gig

```

#### Source Tree Changes

---

```

Fix for linux PPC compile
New generic expression-tree-walker subroutine (Tom)
Change form() to varargform() to prevent portability problems
Improved range checking for large integers on Alphas
Clean up #include in /include directory (Bruce)
Add scripts for checking includes (Bruce)
Remove un-needed #include's from *.c files (Bruce)
Change #include's to use <> and "" as appropriate (Bruce)
Enable Windows compilation of libpq
Alpha spinlock fix from Uncle George <gatgul@voicenet.com>
Overhaul of optimizer data structures (Tom)
Fix to cygipc library (Yutaka Tanida)
Allow pgsql to work on newer Cygwin snapshots (Dan)
New catalog version number (Tom)
Add Linux ARM
Rename heap_replace to heap_update
Update for QNX (Dr. Andreas Kardos)
New platform-specific regression handling (Tom)
Rename oid8 -> oidvector and int28 -> int2vector (Bruce)
Included all yacc and lex files into the distribution (Peter E.)
Remove lextest, no longer needed (Peter E)
Fix for libpq and psql on Windows (Magnus)
Internally change datetime and timespan into timestamp and interval (Thomas)
Fix for plpgsql on BSD/OS
Add SQL_ASCII test case to the regression test (Tatsuo)
configure --with-mb now deprecated (Tatsuo)
NT fixes
NetBSD fixes (Johnny C. Lam <lamj@stat.cmu.edu>)
Fixes for Alpha compiles
New multibyte encodings

```

## E.317. Release 6.5.3

**Release date:** 1999-10-13

This is basically a cleanup release for 6.5.2. We have added a new PgAccess that was missing in 6.5.2, and installed an NT-specific fix.

### E.317.1. Migration to Version 6.5.3

A dump/restore is *not* required for those running 6.5.\*.

### E.317.2. Changes

```

Updated version of pgaccess 0.98
NT-specific patch
Fix dumping rules on allied tables

```

## E.318. Release 6.5.2

**Release date:** 1999-09-15

This is basically a cleanup release for 6.5.1. We have fixed a variety of problems reported by 6.5.1 users.

### E.318.1. Migration to Version 6.5.2

A dump/restore is *not* required for those running 6.5.\*.

## E.318.2. Changes

```

subselect+CASE fixes(Tom)
Add SHLIB_LINK setting for solaris_i386 and solaris_sparc ports(Daren Sefcik)
Fixes for CASE in WHERE join clauses(Tom)
Fix BTScan abort(Tom)
Repair the check for redundant UNIQUE and PRIMARY KEY indexes(Thomas)
Improve it so that it checks for multicolumn constraints(Thomas)
Fix for Windows making problem with MB enabled(Hiroki Kataoka)
Allow BSD yacc and bison to compile pl code(Bruce)
Fix SET NAMES working
int8 fixes(Thomas)
Fix vacuum's memory consumption(Hiroshi,Tatsuo)
Reduce the total memory consumption of vacuum(Tom)
Fix for timestamp(datetime)
Rule deparsing bugfixes(Tom)
Fix quoting problems in mkMakefile.tcldefs.sh.in and mkMakefile.tkdefs.sh.in(Tom)
This is to re-use space on index pages freed by vacuum(Vadim)
document -x for pg_dump(Bruce)
Fix for unary operators in rule deparser(Tom)
Comment out FileUnlink of excess segments during mdtruncate()(Tom)
IRIX linking fix from Yu Cao >yucao@falcon.kla-tencor.com<
Repair logic error in LIKE: should not return LIKE_ABORT
 when reach end of pattern before end of text(Tom)
Repair incorrect cleanup of heap memory allocation during transaction abort(Tom)
Updated version of pgaccess 0.98

```

## E.319. Release 6.5.1

**Release date:** 1999-07-15

This is basically a cleanup release for 6.5. We have fixed a variety of problems reported by 6.5 users.

### E.319.1. Migration to Version 6.5.1

A dump/restore is *not* required for those running 6.5.

### E.319.2. Changes

```

Add NT README file
Portability fixes for linux_ppc, IRIX, linux_alpha, OpenBSD, alpha
Remove QUERY_LIMIT, use SELECT...LIMIT
Fix for EXPLAIN on allance(Tom)
Patch to allow vacuum on multisegment tables(Hiroshi)
R-Tree optimizer selectivity fix(Tom)
ACL file descriptor leak fix(Atsushi Ogawa)
New expression subtree code(Tom)
Avoid disk writes for read-only transactions(Vadim)
Fix for removal of temp tables if last transaction was aborted(Bruce)
Fix to prevent too large row from being created(Bruce)
plpgsql fixes
Allow port numbers 32k - 64k(Bruce)
Add ^ precedence(Bruce)
Rename sort files called pg_temp to pg_sorttemp(Bruce)
Fix for microseconds in time values(Tom)
Tutorial source cleanup
New linux_m68k port
Fix for sorting of NULL's in some cases(Tom)
Shared library dependencies fixed (Tom)
Fixed glitches affecting GROUP BY in subselects(Tom)
Fix some compiler warnings (Tomoaki Nishiyama)
Add Win1250 (Czech) support (Pavel Behal)

```

## E.320. Release 6.5

**Release date:** 1999-06-09

This release marks a major step in the development team's mastery of the source code we alled from Berkeley. You will see we are now easily adding major features, thanks to the increasing size and experience of our world-wide development team.

Here is a brief summary of the more notable changes:

**Multiversion concurrency control(MVCC)**

This removes our old table-level locking, and replaces it with a locking system that is superior to most commercial database systems. In a traditional system, each row that is modified is locked until committed, preventing reads by other users. MVCC uses the natural multiversion nature of PostgreSQL™ to allow readers to continue reading consistent data during writer activity. Writers continue to use the compact pg\_log transaction system. This is all performed without having to allocate a lock for every row like traditional database systems. So, basically, we no longer are restricted by simple table-level locking; we have something better than row-level locking.

**Hot backups from pg\_dump**

pg\_dump takes advantage of the new MVCC features to give a consistent database dump/backup while the database stays online and available for queries.

**Numeric data type**

We now have a true numeric data type, with user-specified precision.

**Temporary tables**

Temporary tables are guaranteed to have unique names within a database session, and are destroyed on session exit.

**New SQL features**

We now have CASE, INTERSECT, and EXCEPT statement support. We have new LIMIT/OFFSET, SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL, SELECT ... FOR UPDATE, and an improved LOCK TABLE command.

**Speedups**

We continue to speed up PostgreSQL™, thanks to the variety of talents within our team. We have sped up memory allocation, optimization, table joins, and row transfer routines.

**Ports**

We continue to expand our port list, this time including Windows NT/ix86 and NetBSD/arm32.

**Interfaces**

Most interfaces have new versions, and existing functionality has been improved.

**Documentation**

New and updated material is present throughout the documentation. New FAQs have been contributed for SGI and AIX platforms. The *Tutorial* has introductory information on SQL from Stefan Simkovics. For the *User's Guide*, there are reference pages covering the postmaster and more utility programs, and a new appendix contains details on date/time behavior. The *Administrator's Guide* has a new chapter on troubleshooting from Tom Lane. And the *Programmer's Guide* has a description of query processing, also from Stefan, and details on obtaining the PostgreSQL™ source tree via anonymous CVS™ and CVS-Sup™.

## E.320.1. Migration to Version 6.5

A dump/restore using pg\_dump is required for those wishing to migrate data from any previous release of PostgreSQL™. pg\_upgrade can *not* be used to upgrade to this release because the on-disk structure of the tables has changed compared to previous releases.

The new Multiversion Concurrency Control (MVCC) features can give somewhat different behaviors in multiuser environments. *Read and understand the following section to ensure that your existing applications will give you the behavior you need.*

### E.320.1.1. Multiversion Concurrency Control

Because readers in 6.5 don't lock data, regardless of transaction isolation level, data read by one transaction can be overwritten by another. In other words, if a row is returned by **SELECT** it doesn't mean that this row really exists at the time it is returned (i.e. sometime after the statement or transaction began) nor that the row is protected from being deleted or updated by concurrent transactions before the current transaction does a commit or rollback.

To ensure the actual existence of a row and protect it against concurrent updates one must use **SELECT FOR UPDATE** or an appropriate **LOCK TABLE** statement. This should be taken into account when porting applications from previous releases of PostgreSQL™ and other environments.

Keep the above in mind if you are using contrib/refint.\* triggers for referential integrity. Additional techniques are requi-

red now. One way is to use **LOCK parent\_table IN SHARE ROW EXCLUSIVE MODE** command if a transaction is going to update/delete a primary key and use **LOCK parent\_table IN SHARE MODE** command if a transaction is going to update/insert a foreign key.



### Note

Note that if you run a transaction in SERIALIZABLE mode then you must execute the **LOCK** commands above before execution of any DML statement (**SELECT/INSERT/DELETE/UPDATE/FETCH/COPY\_TO**) in the transaction.

These inconveniences will disappear in the future when the ability to read dirty (uncommitted) data (regardless of isolation level) and true referential integrity will be implemented.

## E.320.2. Changes

```
Bug Fixes

Fix text<->float8 and text<->float4 conversion functions(Thomas)
Fix for creating tables with mixed-case constraints(Billy)
Change exp()/pow() behavior to generate error on underflow/overflow(Jan)
Fix bug in pg_dump -z
Memory overrun cleanups(Tatsuo)
Fix for lo_import crash(Tatsuo)
Adjust handling of data type names to suppress double quotes(Thomas)
Use type coercion for matching columns and DEFAULT(Thomas)
Fix deadlock so it only checks once after one second of sleep(Bruce)
Fixes for aggregates and PL/pgSQL(Hiroshi)
Fix for subquery crash(Vadim)
Fix for libpq function PQfnumber and case-insensitive names(Bahman Rafatjoo)
Fix for large object write-in-middle, no extra block, memory consumption(Tatsuo)
Fix for pg_dump -d or -D and quote special characters in INSERT
Repair serious problems with dynahash(Tom)
Fix INET/CIDR portability problems
Fix problem with selectivity error in ALTER TABLE ADD COLUMN(Bruce)
Fix executor so mergejoin of different column types works(Tom)
Fix for Alpha OR selectivity bug
Fix OR index selectivity problem(Bruce)
Fix so \d shows proper length for char()/varchar()(Ryan)
Fix tutorial code(Clark)
Improve destroyuser checking(Oliver)
Fix for Kerberos(Rodney McDuff)
Fix for dropping database while dirty buffers(Bruce)
Fix so sequence nextval() can be case-sensitive(Bruce)
Fix != operator
Drop buffers before destroying database files(Bruce)
Fix case where executor evaluates functions twice(Tatsuo)
Allow sequence nextval actions to be case-sensitive(Bruce)
Fix optimizer indexing not working for negative numbers(Bruce)
Fix for memory leak in executor with fjIsNotNull
Fix for aggregate memory leaks(Erik Riedel)
Allow user name containing a dash to grant privileges
Cleanup of NULL in inet types
Clean up system table bugs(Tom)
Fix problems of PAGER and \? command(Masaaki Sakaida)
Reduce default multisegment file size limit to 1GB(Peter)
Fix for dumping of CREATE OPERATOR(Tom)
Fix for backward scanning of cursors(Hiroshi Inoue)
Fix for COPY FROM STDIN when using \i(Tom)
Fix for subselect is compared inside an expression(Jan)
Fix handling of error reporting while returning rows(Tom)
Fix problems with reference to array types(Tom,Jan)
Prevent UPDATE SET oid(Jan)
Fix pg_dump so -t option can handle case-sensitive tablenames
Fixes for GROUP BY in special cases(Tom, Jan)
Fix for memory leak in failed queries(Tom)
DEFAULT now supports mixed-case identifiers(Tom)
Fix for multisegment uses of DROP/RENAME table, indexes(Ole Gjerde)
```

Disable use of pg\_dump with both -o and -d options(Bruce)  
Allow pg\_dump to properly dump group privileges(Bruce)  
Fix GROUP BY in INSERT INTO table SELECT \* FROM table2(Jan)  
Fix for computations in views(Jan)  
Fix for aggregates on array indexes(Tom)  
Fix for DEFAULT handles single quotes in value requiring too many quotes  
Fix security problem with non-super users importing/exporting large objects(Tom)  
Rollback of transaction that creates table cleaned up properly(Tom)  
Fix to allow long table and column names to generate proper serial names(Tom)

Enhancements

-----

Add "vacuumdb" utility  
Speed up libpq by allocating memory better(Tom)  
EXPLAIN all indexes used(Tom)  
Implement CASE, COALESCE, NULLIF expression(Thomas)  
New pg\_dump table output format(Constantin)  
Add string min()/max() functions(Thomas)  
Extend new type coercion techniques to aggregates(Thomas)  
New moddatetime contrib(Terry)  
Update to pgaccess 0.96(Constantin)  
Add routines for single-byte "char" type(Thomas)  
Improved substr() function(Thomas)  
Improved multibyte handling(Tatsuo)  
Multiversion concurrency control/MVCC(Vadim)  
New Serialized mode(Vadim)  
Fix for tables over 2gigs(Peter)  
New SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL(Vadim)  
New LOCK TABLE IN ... MODE(Vadim)  
Update ODBC driver(Byron)  
New NUMERIC data type(Jan)  
New SELECT FOR UPDATE(Vadim)  
Handle "NaN" and "Infinity" for input values(Jan)  
Improved date/year handling(Thomas)  
Improved handling of backend connections(Magnus)  
New options ELOG\_TIMESTAMPS and USE\_SYSLOG options for log files(Massimo)  
New TCL\_ARRAYS option(Massimo)  
New INTERSECT and EXCEPT(Stefan)  
New pg\_index.indisprimary for primary key tracking(D'Arcy)  
New pg\_dump option to allow dropping of tables before creation(Brook)  
Speedup of row output routines(Tom)  
New READ COMMITTED isolation level(Vadim)  
New TEMP tables/indexes(Bruce)  
Prevent sorting if result is already sorted(Jan)  
New memory allocation optimization(Jan)  
Allow psql to do \p\g(Bruce)  
Allow multiple rule actions(Jan)  
Added LIMIT/OFFSET functionality(Jan)  
Improve optimizer when joining a large number of tables(Bruce)  
New intro to SQL from S. Simkovics' Master's Thesis (Stefan, Thomas)  
New intro to backend processing from S. Simkovics' Master's Thesis (Stefan)  
Improved int8 support(Ryan Bradetich, Thomas, Tom)  
New routines to convert between int8 and text/varchar types(Thomas)  
New bushy plans, where meta-tables are joined(Bruce)  
Enable right-hand queries by default(Bruce)  
Allow reliable maximum number of backends to be set at configure time  
    (--with-maxbackends and postmaster switch (-N backends))(Tom)  
GEQO default now 10 tables because of optimizer speedups(Tom)  
Allow NULL=Var for MS-SQL portability(Michael, Bruce)  
Modify contrib check\_primary\_key() so either "automatic" or "dependent"(Anand)  
Allow psql \d on a view show query(Ryan)  
Speedup for LIKE(Bruce)  
Ecpg fixes/features, see src/interfaces/ecpg/ChangeLog file(Michael)  
JDBC fixes/features, see src/interfaces/jdbc/CHANGELOG(Peter)  
Make % operator have precedence like /(Bruce)  
Add new postgres -O option to allow system table structure changes(Bruce)  
Update contrib/pginterface/findoidjoins script(Tom)  
Major speedup in vacuum of deleted rows with indexes(Vadim)  
Allow non-SQL functions to run different versions based on arguments(Tom)

Add -E option that shows actual queries sent by \dt and friends(Masaaki Sakaida)  
Add version number in start-up banners for psql(Masaaki Sakaida)  
New contrib/vacuumlo removes large objects not referenced(Peter)  
New initialization for table sizes so non-vacuumed tables perform better(Tom)  
Improve error messages when a connection is rejected(Tom)  
Support for arrays of char() and varchar() fields(Massimo)  
Overhaul of hash code to increase reliability and performance(Tom)  
Update to PyGreSQL 2.4(D'Arcy)  
Changed debug options so -d4 and -d5 produce different node displays(Jan)  
New pg\_options: pretty\_plan, pretty\_parse, pretty\_rewritten(Jan)  
Better optimization statistics for system table access(Tom)  
Better handling of non-default block sizes(Massimo)  
Improve GEQO optimizer memory consumption(Tom)  
UNION now supports ORDER BY of columns not in target list(Jan)  
Major libpq++ improvements(Vince Vielhaber)  
pg\_dump now uses -z(ACL's) as default(Bruce)  
backend cache, memory speedups(Tom)  
have pg\_dump do everything in one snapshot transaction(Vadim)  
fix for large object memory leakage, fix for pg\_dumping(Tom)  
INET type now respects netmask for comparisons  
Make VACUUM ANALYZE only use a readlock(Vadim)  
Allow VIEWS on UNIONs(Jan)  
pg\_dump now can generate consistent snapshots on active databases(Vadim)

#### Source Tree Changes

---

Improve port matching(Tom)  
Portability fixes for SunOS  
Add Windows NT backend port and enable dynamic loading(Magnus and Daniel Horak)  
New port to Cobalt Qube(Mips) running Linux(Tatsuo)  
Port to NetBSD/m68k(Mr. Mutsuki Nakajima)  
Port to NetBSD/sun3(Mr. Mutsuki Nakajima)  
Port to NetBSD/macppc(Toshimi Aoki)  
Fix for tcl/tk configuration(Vince)  
Removed CURRENT key word for rule queries(Jan)  
NT dynamic loading now works(Daniel Horak)  
Add ARM32 support(Andrew McMurry)  
Better support for HP-UX 11 and UnixWare  
Improve file handling to be more uniform, prevent file descriptor leak(Tom)  
New install commands for plpgsql(Jan)

## E.321. Release 6.4.2

**Release date:** 1998-12-20

The 6.4.1 release was improperly packaged. This also has one additional bug fix.

### E.321.1. Migration to Version 6.4.2

A dump/restore is *not* required for those running 6.4.\*.

### E.321.2. Changes

Fix for datetime constant problem on some platforms(Thomas)

## E.322. Release 6.4.1

**Release date:** 1998-12-18

This is basically a cleanup release for 6.4. We have fixed a variety of problems reported by 6.4 users.

### E.322.1. Migration to Version 6.4.1

A dump/restore is *not* required for those running 6.4.

## E.322.2. Changes

```
Add pg_dump -N flag to force double quotes around identifiers. This is
the default(Thomas)
Fix for NOT in where clause causing crash(Bruce)
EXPLAIN VERBOSE coredump fix(Vadim)
Fix shared-library problems on Linux
Fix test for table existence to allow mixed-case and whitespace in
the table name(Thomas)
Fix a couple of pg_dump bugs
Configure matches template/.similar entries better(Tom)
Change builtin function names from SPI_* to spi_*
OR WHERE clause fix(Vadim)
Fixes for mixed-case table names(Billy)
contrib/linux/postgres.init.csh/sh fix(Thomas)
libpq memory overrun fix
SunOS fixes(Tom)
Change exp() behavior to generate error on underflow(Thomas)
pg_dump fixes for memory leak, allance constraints, layout change
update pgaccess to 0.93
Fix prototype for 64-bit platforms
Multibyte fixes(Tatsuo)
New ecpg man page
Fix memory overruns(Tatsuo)
Fix for lo_import() crash(Bruce)
Better search for install program(Tom)
Timezone fixes(Tom)
HP-UX fixes(Tom)
Use implicit type coercion for matching DEFAULT values(Thomas)
Add routines to help with single-byte (internal) character type(Thomas)
Compilation of libpq for Windows fixes(Magnus)
Upgrade to PyGreSQL 2.2(D'Arcy)
```

## E.323. Release 6.4

**Release date:** 1998-10-30

There are *many* new features and improvements in this release. Thanks to our developers and maintainers, nearly every aspect of the system has received some attention since the previous release. Here is a brief, incomplete summary:

- Views and rules are now functional thanks to extensive new code in the rewrite rules system from Jan Wieck. He also wrote a chapter on it for the *Programmer's Guide*.
- Jan also contributed a second procedural language, PL/pgSQL, to go with the original PL/pgTCL procedural language he contributed last release.
- We have optional multiple-byte character set support from Tatsuo Ishii to complement our existing locale support.
- Client/server communications has been cleaned up, with better support for asynchronous messages and interrupts thanks to Tom Lane.
- The parser will now perform automatic type coercion to match arguments to available operators and functions, and to match columns and expressions with target columns. This uses a generic mechanism which supports the type extensibility features of PostgreSQL™. There is a new chapter in the *User's Guide* which covers this topic.
- Three new data types have been added. Two types, inet and cidr, support various forms of IP network, subnet, and machine addressing. There is now an 8-byte integer type available on some platforms. See the chapter on data types in the *User's Guide* for details. A fourth type, serial, is now supported by the parser as an amalgam of the int4 type, a sequence, and a unique index.
- Several more SQL92-compatible syntax features have been added, including **INSERT DEFAULT VALUES**
- The automatic configuration and installation system has received some attention, and should be more robust for more platforms than it has ever been.

## E.323.1. Migration to Version 6.4

A dump/restore using pg\_dump or pg\_dumpall is required for those wishing to migrate data from any previous release of PostgreSQL™.

## E.323.2. Changes

### Bug Fixes

```

Fix for a tiny memory leak in PQsetdb/PQfinish(Bryan)
Remove char2-16 data types, use char/varchar(Darren)
Pqfn not handles a NOTICE message(Anders)
Reduced busywaiting overhead for spinlocks with many backends (dg)
Stuck spinlock detection (dg)
Fix up "ISO-style" timespan decoding and encoding(Thomas)
Fix problem with table drop after rollback of transaction(Vadim)
Change error message and remove non-functional update message(Vadim)
Fix for COPY array checking
Fix for SELECT 1 UNION SELECT NULL
Fix for buffer leaks in large object calls(Pascal)
Change owner from oid to int4 type(Bruce)
Fix a bug in the oracle compatibility functions btrim() ltrim() and rtrim()
Fix for shared invalidation cache overflow(Massimo)
Prevent file descriptor leaks in failed COPY's(Bruce)
Fix memory leak in libpgtcl's pg_select(Constantin)
Fix problems with username/passwords over 8 characters(Tom)
Fix problems with handling of asynchronous NOTIFY in backend(Tom)
Fix of many bad system table entries(Tom)
```

### Enhancements

```

Upgrade ecpg and ecpglib, see src/interfaces/ecpc/ChangeLog(Michael)
Show the index used in an EXPLAIN(Zeugswetter)
EXPLAIN invokes rule system and shows plan(s) for rewritten queries(Jan)
Multibyte awareness of many data types and functions, via configure(Tatsuo)
New configure --with-mb option(Tatsuo)
New initdb --pgencoding option(Tatsuo)
New createdb -E multibyte option(Tatsuo)
Select version(); now returns PostgreSQL version(Jeroen)
libpq now allows asynchronous clients(Tom)
Allow cancel from client of backend query(Tom)
psql now cancels query with Control-C(Tom)
libpq users need not issue dummy queries to get NOTIFY messages(Tom)
NOTIFY now sends sender's PID, so you can tell whether it was your own(Tom)
PGresult struct now includes associated error message, if any(Tom)
Define "tz_hour" and "tz_minute" arguments to date_part()(Thomas)
Add routines to convert between varchar and bpchar(Thomas)
Add routines to allow sizing of varchar and bpchar into target columns(Thomas)
Add bit flags to support timezonehour and minute in data retrieval(Thomas)
Allow more variations on valid floating point numbers (e.g. ".1", "1e6")(Thomas)
Fixes for unary minus parsing with leading spaces(Thomas)
Implement TIMEZONE_HOUR, TIMEZONE_MINUTE per SQL92 specs(Thomas)
Check for and properly ignore FOREIGN KEY column constraints(Thomas)
Define USER as synonym for CURRENT_USER per SQL92 specs(Thomas)
Enable HAVING clause but no fixes elsewhere yet.
Make "char" type a synonym for "char(1)" (actually implemented as bpchar)(Thomas)
Save string type if specified for DEFAULT clause handling(Thomas)
Coerce operations involving different data types(Thomas)
Allow some index use for columns of different types(Thomas)
Add capabilities for automatic type conversion(Thomas)
Cleanups for large objects, so file is truncated on open(Peter)
Readline cleanups(Tom)
Allow psql \f \ to make spaces as delimiter(Bruce)
Pass pg_attribute.atttypmod to the frontend for column field lengths(Tom,Bruce)
Msql compatibility library in /contrib(Aldrin)
Remove the requirement that ORDER/GROUP BY clause identifiers be
included in the target list(David)
Convert columns to match columns in UNION clauses(Thomas)
Remove fork()/exec() and only do fork()(Bruce)
```

```

Jdbc cleanups(Peter)
Show backend status on ps command line(only works on some platforms)(Bruce)
Pg_hba.conf now has a sameuser option in the database field
Make lo_unlink take oid param, not int4
New DISABLE_COMPLEX_MACRO for compilers that cannot handle our macros(Bruce)
Libpgtcl now handles NOTIFY as a Tcl event, need not send dummy queries(Tom)
libpgtcl cleanups(Tom)
Add -error option to libpgtcl's pg_result command(Tom)
New locale patch, see docs/README/locale(Oleg)
Fix for pg_dump so CONSTRAINT and CHECK syntax is correct(ccb)
New contrib/lo code for large object orphan removal(Peter)
New psql command "SET CLIENT_ENCODING TO 'encoding'" for multibytes
feature, see /doc/README.mb(Tatsuo)
contrib/noupdate code to revoke update permission on a column
libpq can now be compiled on Windows(Magnus)
Add PQsetdbLogin() in libpq
New 8-byte integer type, checked by configure for OS support(Thomas)
Better support for quoted table/column names(Thomas)
Surround table and column names with double-quotes in pg_dump(Thomas)
PQreset() now works with passwords(Tom)
Handle case of GROUP BY target list column number out of range(David)
Allow UNION in subselects
Add auto-size to screen to \d? commands(Bruce)
Use UNION to show all \d? results in one query(Bruce)
Add \d? field search feature(Bruce)
Pg_dump issues fewer \connect requests(Tom)
Make pg_dump -z flag work better, document it in manual page(Tom)
Add HAVING clause with full support for subselects and unions(Stephan)
Full text indexing routines in contrib/fulltextindex(Maarten)
Transaction ids now stored in shared memory(Vadim)
New PGCLIENTENCODING when issuing COPY command(Tatsuo)
Support for SQL92 syntax "SET NAMES"(Tatsuo)
Support for LATIN2-5(Tatsuo)
Add UNICODE regression test case(Tatsuo)
Lock manager cleanup, new locking modes for LLL(Vadim)
Allow index use with OR clauses(Bruce)
Allows "SELECT NULL ORDER BY 1;"
Explain VERBOSE prints the plan, and now pretty-prints the plan to
the postmaster log file(Bruce)
Add indexes display to \d command(Bruce)
Allow GROUP BY on functions(David)
New pg_class.relkind for large objects(Bruce)
New way to send libpq NOTICE messages to a different location(Tom)
New \w write command to psql(Bruce)
New /contrib/findoidjoins scans oid columns to find join relationships(Bruce)
Allow binary-compatible indexes to be considered when checking for valid
Indexes for restriction clauses containing a constant(Thomas)
New ISBN/ISSN code in /contrib/isbn_issn
Allow NOT LIKE, IN, NOT IN, BETWEEN, and NOT BETWEEN constraint(Thomas)
New rewrite system fixes many problems with rules and views(Jan)
 * Rules on relations work
 * Event qualifications on insert/update/delete work
 * New OLD variable to reference CURRENT, CURRENT will be remove in future
 * Update rules can reference NEW and OLD in rule qualifications/actions
 * Insert/update/delete rules on views work
 * Multiple rule actions are now supported, surrounded by parentheses
 * Regular users can create views/rules on tables they have RULE permits
 * Rules and views all the privileges of the creator
 * No rules at the column level
 * No UPDATE NEW/OLD rules
 * New pg_tables, pg_indexes, pg_rules and pg_views system views
 * Only a single action on SELECT rules
 * Total rewrite overhaul, perhaps for 6.5
 * handle subselects
 * handle aggregates on views
 * handle insert into select from view works
System indexes are now multikey(Bruce)
Oidint2, oidint4, and oidname types are removed(Bruce)
Use system cache for more system table lookups(Bruce)

```

New backend programming language PL/pgSQL in backend/pl(Jan)  
 New SERIAL data type, auto-creates sequence/index(Thomas)  
 Enable assert checking without a recompile(Massimo)  
 User lock enhancements(Massimo)  
 New setval() command to set sequence value(Massimo)  
 Auto-remove unix socket file on start-up if no postmaster running(Massimo)  
 Conditional trace package(Massimo)  
 New UNLISTEN command(Massimo)  
 psql and libpq now compile under Windows using win32.mak(Magnus)  
 Lo\_read no longer stores trailing NULL(Bruce)  
 Identifiers are now truncated to 31 characters internally(Bruce)  
 Createuser options now available on the command line  
 Code for 64-bit integer supported added, configure tested, int8 type(Thomas)  
 Prevent file descriptor leak from failed COPY(Bruce)  
 New pg\_upgrade command(Bruce)  
 Updated /contrib directories(Massimo)  
 New CREATE TABLE DEFAULT VALUES statement available(Thomas)  
 New INSERT INTO TABLE DEFAULT VALUES statement available(Thomas)  
 New DECLARE and FETCH feature(Thomas)  
 libpq's internal structures now not exported(Tom)  
 Allow up to 8 key indexes(Bruce)  
 Remove ARCHIVE key word, that is no longer used(Thomas)  
 pg\_dump -n flag to suppress quotes around identifiers  
 disable system columns for views(Jan)  
 new INET and CIDR types for network addresses(TomH, Paul)  
 no more double quotes in psql output  
 pg\_dump now dumps views(Terry)  
 new SET QUERY\_LIMIT(Tatsuo,Jan)

#### Source Tree Changes

---

/contrib cleanup(Jun)  
 Inline some small functions called for every row(Bruce)  
 Alpha/linux fixes  
 HP-UX cleanups(Tom)  
 Multibyte regression tests(Soonmyung.)  
 Remove --disabled options from configure  
 Define PGDOC to use POSTGRESDIR by default  
 Make regression optional  
 Remove extra braces code to pgindent(Bruce)  
 Add bsdi shared library support(Bruce)  
 New --without-CXX support configure option(Brook)  
 New FAQ\_CVS  
 Update backend flowchart in tools/backend(Bruce)  
 Change atttypmod from int16 to int32(Bruce, Tom)  
 Getrusage() fix for platforms that do not have it(Tom)  
 Add PQconnectdb, PGUSER, PGPASSWORD to libpq man page  
 NS32K platform fixes(Phil Nelson, John Buller)  
 SCO 7/UnixWare 2.x fixes(Billy,others)  
 Sparc/Solaris 2.5 fixes(Ryan)  
 Pg builtin.3 is obsolete, move to doc files(Thomas)  
 Even more documentation(Thomas)  
 Nextstep support(Jacek)  
 Aix support(David)  
 pginterface manual page(Bruce)  
 shared libraries all have version numbers  
 merged all OS-specific shared library defines into one file  
 smarter TCL/TK configuration checking(Billy)  
 smarter perl configuration(Brook)  
 configure uses supplied install-sh if no install script found(Tom)  
 new Makefile.shlib for shared library configuration(Tom)

## E.324. Release 6.3.2

**Release date:** 1998-04-07

This is a bug-fix release for 6.3.x. Refer to the release notes for version 6.3 for a more complete summary of new features.

Summary:

- Repairs automatic configuration support for some platforms, including Linux, from breakage inadvertently introduced in version 6.3.1.
- Correctly handles function calls on the left side of BETWEEN and LIKE clauses.

A dump/restore is NOT required for those running 6.3 or 6.3.1. A make distclean, make, and make install is all that is required. This last step should be performed while the postmaster is not running. You should re-link any custom applications that use PostgreSQL™ libraries.

For upgrades from pre-6.3 installations, refer to the installation and migration instructions for version 6.3.

## E.324.1. Changes

```
Configure detection improvements for tcl/tk(Brook Milligan, Alvin)
Manual page improvements(Bruce)
BETWEEN and LIKE fix(Thomas)
fix for psql \connect used by pg_dump(Oliver Elphick)
New odbc driver
pgaccess, version 0.86
qsort removed, now uses libc version, cleanups(Jeroen)
fix for buffer over-runs detected(Maurice Gittens)
fix for buffer overrun in libpgtcl(Randy Kunkee)
fix for UNION with DISTINCT or ORDER BY(Bruce)
gettimeofday configure check(Doug Winterburn)
Fix "indexes not used" bug(Vadim)
docs additions(Thomas)
Fix for backend memory leak(Bruce)
libreadline cleanup(Erwan MAS)
Remove DISTDIR(Bruce)
Makefile dependency cleanup(Jeroen van Vianen)
ASSERT fixes(Bruce)
```

## E.325. Release 6.3.1

**Release date:** 1998-03-23

Summary:

- Additional support for multibyte character sets.
- Repair byte ordering for mixed-endian clients and servers.
- Minor updates to allowed SQL syntax.
- Improvements to the configuration autodetection for installation.

A dump/restore is NOT required for those running 6.3. A make distclean, make, and make install is all that is required. This last step should be performed while the postmaster is not running. You should re-link any custom applications that use PostgreSQL™ libraries.

For upgrades from pre-6.3 installations, refer to the installation and migration instructions for version 6.3.

## E.325.1. Changes

```
ecpg cleanup/fixes, now version 1.1(Michael Meskes)
pg_user cleanup(Bruce)
large object fix for pg_dump and tclsh (alvin)
LIKE fix for multiple adjacent underscores
fix for redefining builtin functions(Thomas)
ultrix4 cleanup
upgrade to pg_access 0.83
updated CLUSTER manual page
multibyte character set support, see doc/README.mb(Tatsuo)
configure --with-pgport fix
pg_ident fix
```

```

big-endian fix for backend communications(Kataoka)
SUBSTR() and substring() fix(Jan)
several jdbc fixes(Peter)
libpgtcl improvements, see libptcl/README(Randy Kunkee)
Fix for "Datasize = 0" error(Vadim)
Prevent \do from wrapping(Bruce)
Remove duplicate Russian character set entries
Sunos4 cleanup
Allow optional TABLE key word in LOCK and SELECT INTO(Thomas)
CREATE SEQUENCE options to allow a negative integer(Thomas)
Add "PASSWORD" as an allowed column identifier(Thomas)
Add checks for UNION target fields(Bruce)
Fix Alpha port(Dwayne Bailey)
Fix for text arrays containing quotes(Doug Gibson)
Solaris compile fix(Albert Chin-A-Young)
Better identify tcl and tk libs and includes(Bruce)

```

## E.326. Release 6.3

**Release date:** 1998-03-01

There are *many* new features and improvements in this release. Here is a brief, incomplete summary:

- Many new SQL features, including full SQL92 subselect capability (everything is here but target-list subselects).
- Support for client-side environment variables to specify time zone and date style.
- Socket interface for client/server connection. This is the default now so you might need to start postmaster with the `-i` flag.
- Better password authorization mechanisms. Default table privileges have changed.
- Old-style *time travel* has been removed. Performance has been improved.



### Note

Bruce Momjian wrote the following notes to introduce the new release.

There are some general 6.3 issues that I want to mention. These are only the big items that cannot be described in one sentence. A review of the detailed changes list is still needed.

First, we now have subselects. Now that we have them, I would like to mention that without subselects, SQL is a very limited language. Subselects are a major feature, and you should review your code for places where subselects provide a better solution for your queries. I think you will find that there are more uses for subselects than you might think. Vadim has put us on the big SQL map with subselects, and fully functional ones too. The only thing you cannot do with subselects is to use them in the target list.

Second, 6.3 uses Unix domain sockets rather than TCP/IP by default. To enable connections from other machines, you have to use the new postmaster `-i` option, and of course edit `pg_hba.conf`. Also, for this reason, the format of `pg_hba.conf` has changed.

Third, `char()` fields will now allow faster access than `varchar()` or `text`. Specifically, the `text` and `varchar()` have a penalty for access to any columns after the first column of this type. `char()` used to also have this access penalty, but it no longer does. This might suggest that you redesign some of your tables, especially if you have short character columns that you have defined as `varchar()` or `text`. This and other changes make 6.3 even faster than earlier releases.

We now have passwords definable independent of any Unix file. There are new SQL USER commands. See the *Administrator's Guide* for more information. There is a new table, `pg_shadow`, which is used to store user information and user passwords, and it by default only `SELECT`-able by the `postgres` super-user. `pg_user` is now a view of `pg_shadow`, and is `SELECT`-able by PUBLIC. You should keep using `pg_user` in your application without changes.

User-created tables now no longer have `SELECT` privilege to PUBLIC by default. This was done because the ANSI standard requires it. You can of course GRANT any privileges you want after the table is created. System tables continue to be `SELECT`-able by PUBLIC.

We also have real deadlock detection code. No more sixty-second timeouts. And the new locking code implements a FIFO better, so there should be less resource starvation during heavy use.

Many complaints have been made about inadequate documentation in previous releases. Thomas has put much effort into many new manuals for this release. Check out the doc/ directory.

For performance reasons, time travel is gone, but can be implemented using triggers (see `pgsql/contrib/spi/README`). Please check out the new `\d` command for types, operators, etc. Also, views have their own privileges now, not based on the underlying tables, so privileges on them have to be set separately. Check `/pgsql/interfaces` for some new ways to talk to PostgreSQL™.

This is the first release that really required an explanation for existing users. In many ways, this was necessary because the new release removes many limitations, and the work-arounds people were using are no longer needed.

## E.326.1. Migration to Version 6.3

A dump/restore using `pg_dump` or `pg_dumpall` is required for those wishing to migrate data from any previous release of PostgreSQL™.

## E.326.2. Changes

```
Bug Fixes

Fix binary cursors broken by MOVE implementation(Vadim)
Fix for tcl library crash(Jan)
Fix for array handling, from Gerhard Hintermayer
Fix acl error, and remove duplicate pqtrace(Bruce)
Fix psql \e for empty file(Bruce)
Fix for textcat on varchar() fields(Bruce)
Fix for DBT Sendproc (Zeugswetter Andres)
Fix vacuum analyze syntax problem(Bruce)
Fix for international identifiers(Tatsuo)
Fix aggregates on allied tables(Bruce)
Fix substr() for out-of-bounds data
Fix for select l=1 or 2=2, select l=1 and 2=2, and select sum(2+2)(Bruce)
Fix notty output to show status result. -q option still turns it off(Bruce)
Fix for count(*), aggs with views and multiple tables and sum(3)(Bruce)
Fix cluster(Bruce)
Fix for PQtrace start/stop several times(Bruce)
Fix a variety of locking problems like newer lock waiters getting
 lock before older waiters, and having readlock people not share
 locks if a writer is waiting for a lock, and waiting writers not
 getting priority over waiting readers(Bruce)
Fix crashes in psql when executing queries from external files(James)
Fix problem with multiple order by columns, with the first one having
 NULL values(Jeroen)
Use correct hash table support functions for float8 and int4(Thomas)
Re-enable JOIN= option in CREATE OPERATOR statement (Thomas)
Change precedence for boolean operators to match expected behavior(Thomas)
Generate elog(ERROR) on over-large integer(Bruce)
Allow multiple-argument functions in constraint clauses(Thomas)
Check boolean input literals for 'true','false','yes','no','1','0'
 and throw elog(ERROR) if unrecognized(Thomas)
Major large objects fix
Fix for GROUP BY showing duplicates(Vadim)
Fix for index scans in MergeJoin(Vadim)

Enhancements

Subselects with EXISTS, IN, ALL, ANY key words (Vadim, Bruce, Thomas)
New User Manual(Thomas, others)
Speedup by inlining some frequently-called functions
Real deadlock detection, no more timeouts(Bruce)
Add SQL92 "constants" CURRENT_DATE, CURRENT_TIME, CURRENT_TIMESTAMP,
 CURRENT_USER(Thomas)
Modify constraint syntax to be SQL92-compliant(Thomas)
Implement SQL92 PRIMARY KEY and UNIQUE clauses using indexes(Thomas)
Recognize SQL92 syntax for FOREIGN KEY. Throw elog notice(Thomas)
Allow NOT NULL UNIQUE constraint clause (each allowed separately before)(Thomas)
Allow PostgreSQL-style casting ("::") of non-constants(Thomas)
Add support for SQL3 TRUE and FALSE boolean constants(Thomas)
Support SQL92 syntax for IS TRUE/IS FALSE/IS NOT TRUE/IS NOT FALSE(Thomas)
Allow shorter strings for boolean literals (e.g. "t", "tr", "tru")(Thomas)
```

Allow SQL92 delimited identifiers(Thomas)  
Implement SQL92 binary and hexadecimal string decoding (b'10' and x'1F')(Thomas)  
Support SQL92 syntax for type coercion of literal strings  
(e.g. "DATETIME 'now'")(Thomas)  
Add conversions for int2, int4, and OID types to and from text(Thomas)  
Use shared lock when building indexes(Vadim)  
Free memory allocated for a user query inside transaction block after  
this query is done, was turned off in <= 6.2.1(Vadim)  
New SQL statement CREATE PROCEDURAL LANGUAGE(Jan)  
New PostgreSQL™ Procedural Language (PL) backend interface(Jan)  
Rename pg\_dump -H option to -h(Bruce)  
Add Java support for passwords, European dates(Peter)  
Use indexes for LIKE and ~, !~ operations(Bruce)  
Add hash functions for datetime and timespan(Thomas)  
Time Travel removed(Vadim, Bruce)  
Add paging for \d and \z, and fix \i(Bruce)  
Add Unix domain socket support to backend and to frontend library(Goran)  
Implement CREATE DATABASE/WITH LOCATION and initlocation utility(Thomas)  
Allow more SQL92 and/or PostgreSQL™ reserved words as column identifiers(Thomas)  
Augment support for SQL92 SET TIME ZONE...(Thomas)  
SET SHOW RESET TIME ZONE uses TZ backend environment variable(Thomas)  
Implement SET keyword = DEFAULT and SET TIME ZONE DEFAULT(Thomas)  
Enable SET TIME ZONE using TZ environment variable(Thomas)  
Add PGDATESTYLE environment variable to frontend and backend initialization(Thomas)  
Add PGTZ, PG COSTHEAP, PG COSTINDEX, PGRPLANS, PG GEQO  
frontend library initialization environment variables(Thomas)  
Regression tests time zone automatically set with "setenv PGTZ PST8PDT"(Thomas)  
Add pg\_description table for info on tables, columns, operators, types, and  
aggregates(Bruce)  
Increase 16 char limit on system table/index names to 32 characters(Bruce)  
Rename system indexes(Bruce)  
Add 'GERMAN' option to SET DATESTYLE(Thomas)  
Define an "ISO-style" timespan output format with "hh:mm:ss" fields(Thomas)  
Allow fractional values for delta times (e.g. '2.5 days')(Thomas)  
Validate numeric input more carefully for delta times(Thomas)  
Implement day of year as possible input to date\_part()(Thomas)  
Define timespan\_finite() and text\_timespan() functions(Thomas)  
Remove archive stuff(Bruce)  
Allow for a pg\_password authentication database that is separate from  
the system password file(Todd)  
Dump ACLs, GRANT, REVOKE privileges(Matt)  
Define text, varchar, and bpchar string length functions(Thomas)  
Fix Query handling for allance, and cost computations(Bruce)  
Implement CREATE TABLE/AS SELECT (alternative to SELECT/INTO)(Thomas)  
Allow NOT, IS NULL, IS NOT NULL in constraints(Thomas)  
Implement UNIONs for SELECT(Bruce)  
Add UNION, GROUP, DISTINCT to INSERT(Bruce)  
varchar() stores only necessary bytes on disk(Bruce)  
Fix for BLOBs(Peter)  
Mega-Patch for JDBC...see README\_6.3 for list of changes(Peter)  
Remove unused "option" from PQconnectdb()  
New LOCK command and lock manual page describing deadlocks(Bruce)  
Add new psql \da, \dd, \df, \do, \ds, and \dT commands(Bruce)  
Enhance psql \z to show sequences(Bruce)  
Show NOT NULL and DEFAULT in psql \d table(Bruce)  
New psql .psqlrc file start-up(Andrew)  
Modify sample start-up script in contrib/linux to show syslog(Thomas)  
New types for IP and MAC addresses in contrib/ip\_and\_mac(TomH)  
Unix system time conversions with date/time types in contrib/unixdate(Thomas)  
Update of contrib stuff(Massimo)  
Add Unix socket support to DBD::Pg(Goran)  
New python interface (PyGreSQL 2.0)(D'Arcy)  
New frontend/backend protocol has a version number, network byte order(Phil)  
Security features in pg\_hba.conf enhanced and documented, many cleanups(Phil)  
CHAR() now faster access than VARCHAR() or TEXT  
ecpg embedded SQL preprocessor  
Reduce system column overhead(Vadim)  
Remove pg\_time table(Vadim)  
Add pg\_type attribute to identify types that need length (bpchar, varchar)

```

Add report of offending line when COPY command fails
Allow VIEW privileges to be set separately from the underlying tables.
 For security, use GRANT/REVOKE on views as appropriate(Jan)
Tables now have no default GRANT SELECT TO PUBLIC. You must
 explicitly grant such privileges.
Clean up tutorial examples(Darren)

Source Tree Changes

Add new html development tools, and flow chart in /tools/backend
Fix for SCO compiles
Stratus computer port Robert Gillies
Added support for shlib for BSD44_derived & i386_solaris
Make configure more automated(Brook)
Add script to check regression test results
Break parser functions into smaller files, group together(Bruce)
Rename heap_create to heap_create_and_catalog, rename heap_creatr
 to heap_create()(Bruce)
Sparc/Linux patch for locking(TomS)
Remove PORTNAME and reorganize port-specific stuff(Marc)
Add optimizer README file(Bruce)
Remove some recursion in optimizer and clean up some code there(Bruce)
Fix for NetBSD locking(Henry)
Fix for libptcl make(Tatsuo)
AIX patch(Darren)
Change IS TRUE, IS FALSE, ... to expressions using "=" rather than
 function calls to istrue() or isfalse() to allow optimization(Thomas)
Various fixes NetBSD/Sparc related(TomH)
Alpha linux locking(Travis,Ryan)
Change elog(WARN) to elog(ERROR)(Bruce)
FAQ for FreeBSD(Marc)
Bring in the PostODBC source tree as part of our standard distribution(Marc)
A minor patch for HP/UX 10 vs 9(Stan)
New pg_attribute.atttypmod for type-specific info like varchar length(Bruce)
UnixWare patches(Billy)
New i386 'lock' for spinlock asm(Billy)
Support for multiplexed backends is removed
Start an OpenBSD port
Start an AUX port
Start a Cygnus port
Add string functions to regression suite(Thomas)
Expand a few function names formerly truncated to 16 characters(Thomas)
Remove un-needed malloc() calls and replace with palloc()(Bruce)

```

## E.327. Release 6.2.1

**Release date:** 1997-10-17

6.2.1 is a bug-fix and usability release on 6.2.

Summary:

- Allow strings to span lines, per SQL92.
- Include example trigger function for inserting user names on table updates.

This is a minor bug-fix release on 6.2. For upgrades from pre-6.2 systems, a full dump/reload is required. Refer to the 6.2 release notes for instructions.

### E.327.1. Migration from version 6.2 to version 6.2.1

This is a minor bug-fix release. A dump/reload is not required from version 6.2, but is required from any release prior to 6.2.

In upgrading from version 6.2, if you choose to dump/reload you will find that avg(money) is now calculated correctly. All other bug fixes take effect upon updating the executables.

Another way to avoid dump/reload is to use the following SQL command from **psql** to update the existing system table:

```
update pg_aggregate set aggfinalfn = 'cash_div_flt8'
where aggname = 'avg' and aggbasetype = 790;
```

This will need to be done to every existing database, including template1.

## E.327.2. Changes

```
Allow TIME and TYPE column names(Thomas)
Allow larger range of true/false as boolean values(Thomas)
Support output of "now" and "current"(Thomas)
Handle DEFAULT with INSERT of NULL properly(Vadim)
Fix for relation reference counts problem in buffer manager(Vadim)
Allow strings to span lines, like ANSI(Thomas)
Fix for backward cursor with ORDER BY(Vadim)
Fix avg(cash) computation(Thomas)
Fix for specifying a column twice in ORDER/GROUP BY(Vadim)
Documented new libpq function to return affected rows, PQcmdTuples(Bruce)
Trigger function for inserting user names for INSERT/UPDATE(Brook Milligan)
```

## E.328. Release 6.2

**Release date:** 1997-10-02

A dump/restore is required for those wishing to migrate data from previous releases of PostgreSQL™.

### E.328.1. Migration from version 6.1 to version 6.2

This migration requires a complete dump of the 6.1 database and a restore of the database in 6.2.

Note that the **pg\_dump** and **pg\_dumpall** utility from 6.2 should be used to dump the 6.1 database.

### E.328.2. Migration from version 1.x to version 6.2

Those migrating from earlier 1.\* releases should first upgrade to 1.09 because the COPY output format was improved from the 1.02 release.

## E.328.3. Changes

```
Bug Fixes

Fix problems with pg_dump for allance, sequences, archive tables(Bruce)
Fix compile errors on overflow due to shifts, unsigned, and bad prototypes
from Solaris(Diab Jerius)
Fix bugs in geometric line arithmetic (bad intersection calculations)(Thomas)
Check for geometric intersections at endpoints to avoid rounding ugliness(Thomas)
Catch non-functional delete attempts(Vadim)
Change time function names to be more consistent(Michael Reifenberg)
Check for zero divides(Michael Reifenberg)
Fix very old bug which made rows changed/inserted by a command
visible to the command itself (so we had multiple update of
updated rows, etc.)(Vadim)
Fix for SELECT null, 'fail' FROM pg_am (Patrick)
SELECT NULL as EMPTY_FIELD now allowed(Patrick)
Remove un-needed signal stuff from contrib/pginterface
Fix OR (where x != 1 or x isnull didn't return rows with x NULL) (Vadim)
Fix time_cmp function (Vadim)
Fix handling of functions with non-attribute first argument in
 WHERE clauses (Vadim)
Fix GROUP BY when order of entries is different from order
 in target list (Vadim)
Fix pg_dump for aggregates without sfunc1 (Vadim)

Enhancements

```

Default genetic optimizer GEQO parameter is now 8(Bruce)  
Allow use parameters in target list having aggregates in functions(Vadim)  
Added JDBC driver as an interface(Adrian & Peter)  
pg\_password utility  
Return number of rows inserted/affected by INSERT/UPDATE/DELETE etc.(Vadim)  
Triggers implemented with CREATE TRIGGER (SQL3)(Vadim)  
SPI (Server Programming Interface) allows execution of queries inside  
C-functions (Vadim)  
NOT NULL implemented (SQL92)(Robson Paniago de Miranda)  
Include reserved words for string handling, outer joins, and unions(Thomas)  
Implement extended comments ("/\* ... \*/") using exclusive states(Thomas)  
Add "://" single-line comments(Bruce)  
Remove some restrictions on characters in operator names(Thomas)  
DEFAULT and CONSTRAINT for tables implemented (SQL92)(Vadim & Thomas)  
Add text concatenation operator and function (SQL92)(Thomas)  
Support WITH TIME ZONE syntax (SQL92)(Thomas)  
Support INTERVAL unit TO unit syntax (SQL92)(Thomas)  
Define types DOUBLE PRECISION, INTERVAL, CHARACTER,  
and CHARACTER VARYING (SQL92)(Thomas)  
Define type FLOAT(p) and rudimentary DECIMAL(p,s), NUMERIC(p,s) (SQL92)(Thomas)  
Define EXTRACT(), POSITION(), SUBSTRING(), and TRIM() (SQL92)(Thomas)  
Define CURRENT\_DATE, CURRENT\_TIME, CURRENT\_TIMESTAMP (SQL92)(Thomas)  
Add syntax and warnings for UNION, HAVING, INNER and OUTER JOIN (SQL92)(Thomas)  
Add more reserved words, mostly for SQL92 compliance(Thomas)  
Allow hh:mm:ss time entry for timespan/reftime types(Thomas)  
Add center() routines for lseg, path, polygon(Thomas)  
Add distance() routines for circle-polygon, polygon-polygon(Thomas)  
Check explicitly for points and polygons contained within polygons  
using an axis-crossing algorithm(Thomas)  
Add routine to convert circle-box(Thomas)  
Merge conflicting operators for different geometric data types(Thomas)  
Replace distance operator "<==>" with "<->"(Thomas)  
Replace "above" operator "!^" with ">^" and "below" operator "!|" with "<^"(Thomas)  
Add routines for text trimming on both ends, substring, and string position(Thomas)  
Added conversion routines circle(box) and poly(circle)(Thomas)  
Allow internal sorts to be stored in memory rather than in files(Bruce & Vadim)  
Allow functions and operators on internally-identical types to succeed(Bruce)  
Speed up backend start-up after profiling analysis(Bruce)  
Inline frequently called functions for performance(Bruce)  
Reduce open() calls(Bruce)  
psql: Add PAGER for \h and \?,\C fix  
Fix for psql pager when no tty(Bruce)  
New entab utility(Bruce)  
General trigger functions for referential integrity (Vadim)  
General trigger functions for time travel (Vadim)  
General trigger functions for AUTOINCREMENT/IDENTITY feature (Vadim)  
MOVE implementation (Vadim)

#### Source Tree Changes

---

-----  
HP-UX 10 patches (Vladimir Turin)  
Added SCO support, (Daniel Harris)  
MkLinux patches (Tatsuo Ishii)  
Change geometric box terminology from "length" to "width"(Thomas)  
Deprecate temporary unstored slope fields in geometric code(Thomas)  
Remove restart instructions from INSTALL(Bruce)  
Look in /usr/ucb first for install(Bruce)  
Fix c++ copy example code(Thomas)  
Add -o to psql manual page(Bruce)  
Prevent relname unallocated string length from being copied into database(Bruce)  
Cleanup for NAMEDATALEN use(Bruce)  
Fix pg\_proc names over 15 chars in output(Bruce)  
Add strNcpy() function(Bruce)  
remove some (void) casts that are unnecessary(Bruce)  
new interfaces directory(Marc)  
Replace fopen() calls with calls to fd.c functions(Bruce)  
Make functions static where possible(Bruce)  
enclose unused functions in #ifdef NOT\_USED(Bruce)  
Remove call to difftime() in timestamp support to fix SunOS(Bruce & Thomas)

```

Changes for Digital Unix
Portability fix for pg_dumpall(Bruce)
Rename pg_attribute.attnvals to attdispersion(Bruce)
"intro/unix" manual page now "pgintro"(Bruce)
"built-in" manual page now "pgbuiltin"(Bruce)
"drop" manual page now "drop_table"(Bruce)
Add "create_trigger", "drop_trigger" manual pages(Thomas)
Add constraints regression test(Vadim & Thomas)
Add comments syntax regression test(Thomas)
Add PGIDENT and support program(Bruce)
Massive commit to run PGIDENT on all *.c and *.h files(Bruce)
Files moved to /src/tools directory(Bruce)
SPI and Trigger programming guides (Vadim & D'Arcy)

```

## E.329. Release 6.1.1

**Release date:** 1997-07-22

### E.329.1. Migration from version 6.1 to version 6.1.1

This is a minor bug-fix release. A dump/reload is not required from version 6.1, but is required from any release prior to 6.1. Refer to the release notes for 6.1 for more details.

### E.329.2. Changes

```

fix for SET with options (Thomas)
allow pg_dump/pg_dumpall to preserve ownership of all tables/objects(Bruce)
new psql \connect option allows changing usernames without changing databases
fix for initdb --debug option(Yoshihiko Ichikawa)
lextest cleanup(Bruce)
hash fixes(Vadim)
fix date/time month boundary arithmetic(Thomas)
fix timezone daylight handling for some ports(Thomas, Bruce, Tatsuo)
timestamp overhauled to use standard functions(Thomas)
other code cleanup in date/time routines(Thomas)
psql's \d now case-insensitive(Bruce)
psql's backslash commands can now have trailing semicolon(Bruce)
fix memory leak in psql when using \g(Bruce)
major fix for endian handling of communication to server(Thomas, Tatsuo)
Fix for Solaris assembler and include files(Yoshihiko Ichikawa)
allow underscores in usernames(Bruce)
pg_dumpall now returns proper status, portability fix(Bruce)

```

## E.330. Release 6.1

**Release date:** 1997-06-08

The regression tests have been adapted and extensively modified for the 6.1 release of PostgreSQL™.

Three new data types (datetime, timespan, and circle) have been added to the native set of PostgreSQL™ types. Points, boxes, paths, and polygons have had their output formats made consistent across the data types. The polygon output in misc.out has only been spot-checked for correctness relative to the original regression output.

PostgreSQL™ 6.1 introduces a new, alternate optimizer which uses *genetic* algorithms. These algorithms introduce a random behavior in the ordering of query results when the query contains multiple qualifiers or multiple tables (giving the optimizer a choice on order of evaluation). Several regression tests have been modified to explicitly order the results, and hence are insensitive to optimizer choices. A few regression tests are for data types which are inherently unordered (e.g. points and time intervals) and tests involving those types are explicitly bracketed with **set geqo to 'off'** and **reset geqo**.

The interpretation of array specifiers (the curly braces around atomic values) appears to have changed sometime after the original regression tests were generated. The current ./expected/\*.out files reflect this new interpretation, which might not be correct!

The float8 regression test fails on at least some platforms. This is due to differences in implementations of pow( ) and exp( ) and the signaling mechanisms used for overflow and underflow conditions.

The « random » results in the random test should cause the « random » test to be « failed », since the regression tests are evaluated using a simple diff. However, « random » does not seem to produce random results on my test machine (Linux/gcc/i686).

## E.330.1. Migration to Version 6.1

This migration requires a complete dump of the 6.0 database and a restore of the database in 6.1.

Those migrating from earlier 1.\* releases should first upgrade to 1.09 because the COPY output format was improved from the 1.02 release.

## E.330.2. Changes

```
Bug Fixes

packet length checking in library routines
lock manager priority patch
check for under/over flow of float8(Bruce)
multitable join fix(Vadim)
SIGPIPE crash fix(Darren)
large object fixes(Sven)
allow btree indexes to handle NULLs(Vadim)
timezone fixes(D'Arcy)
select SUM(x) can return NULL on no rows(Thomas)
internal optimizer, executor bug fixes(Vadim)
fix problem where inner loop in < or <= has no rows(Vadim)
prevent re-commuting join index clauses(Vadim)
fix join clauses for multiple tables(Vadim)
fix hash, hashjoin for arrays(Vadim)
fix btree for abstime type(Vadim)
large object fixes(Raymond)
fix buffer leak in hash indexes (Vadim)
fix rtree for use in inner scan (Vadim)
fix gist for use in inner scan, cleanups (Vadim, Andrea)
avoid unnecessary local buffers allocation (Vadim, Massimo)
fix local buffers leak in transaction aborts (Vadim)
fix file manager memory leaks, cleanups (Vadim, Massimo)
fix storage manager memory leaks (Vadim)
fix btree duplicates handling (Vadim)
fix deleted rows reincarnation caused by vacuum (Vadim)
fix SELECT varchar()/char() INTO TABLE made zero-length fields(Bruce)
many psql, pg_dump, and libpq memory leaks fixed using Purify (Igor)

Enhancements

attribute optimization statistics(Bruce)
much faster new btree bulk load code(Paul)
BTREE UNIQUE added to bulk load code(Vadim)
new lock debug code(Massimo)
massive changes to libpg++(Leo)
new GEQO optimizer speeds table multitable optimization(Martin)
new WARN message for non-unique insert into unique key(Marc)
update x=-3, no spaces, now valid(Bruce)
remove case-sensitive identifier handling(Bruce, Thomas, Dan)
debug backend now pretty-prints tree(Darren)
new Oracle character functions(Edmund)
new plaintext password functions(Dan)
no such class or insufficient privilege changed to distinct messages(Dan)
new ANSI timestamp function(Dan)
new ANSI Time and Date types (Thomas)
move large chunks of data in backend(Martin)
multicolumn btree indexes(Vadim)
new SET var TO value command(Martin)
update transaction status on reads(Dan)
new locale settings for character types(Oleg)
new SEQUENCE serial number generator(Vadim)
GROUP BY function now possible(Vadim)
re-organize regression test(Thomas, Marc)
```

```

new optimizer operation weights(Vadim)
new psql \z grant/permit option(Marc)
new MONEY data type(D'Arcy,Thomas)
tcp socket communication speed improved(Vadim)
new VACUUM option for attribute statistics, and for certain columns (Vadim)
many geometric type improvements(Thomas,Keith)
additional regression tests(Thomas)
new datestyle variable(Thomas,Vadim,Martin)
more comparison operators for sorting types(Thomas)
new conversion functions(Thomas)
new more compact btree format(Vadim)
allow pg_dumpall to preserve database ownership(Bruce)
new SET GEQO=# and R_PLANS variable(Vadim)
old (!GEQO) optimizer can use right-sided plans (Vadim)
typechecking improvement in SQL parser(Bruce)
new SET, SHOW, RESET commands(Thomas,Vadim)
new \connect database USER option
new destroydb -i option (Igor)
new \dt and \di psql commands (Darren)
SELECT "\n" now escapes newline (A. Duursma)
new geometry conversion functions from old format (Thomas)

Source tree changes

new configuration script(Marc)
readline configuration option added(Marc)
OS-specific configuration options removed(Marc)
new OS-specific template files(Marc)
no more need to edit Makefile.global(Marc)
re-arrange include files(Marc)
nextstep patches (Gregor Hoffleit)
removed Windows-specific code(Bruce)
removed postmaster -e option, now only postgres -e option (Bruce)
merge duplicate library code in front/backends(Martin)
now works with eBones, international Kerberos(Jun)
more shared library support
c++ include file cleanup(Bruce)
warn about buggy flex(Bruce)
DG/UX, Ultrix, IRIX, AIX portability fixes

```

## E.331. Release 6.0

**Release date:** 1997-01-29

A dump/restore is required for those wishing to migrate data from previous releases of PostgreSQL™.

### E.331.1. Migration from version 1.09 to version 6.0

This migration requires a complete dump of the 1.09 database and a restore of the database in 6.0.

### E.331.2. Migration from pre-1.09 to version 6.0

Those migrating from earlier 1.\* releases should first upgrade to 1.09 because the COPY output format was improved from the 1.02 release.

### E.331.3. Changes

```

Bug Fixes

ALTER TABLE bug - running postgres process needs to re-read table definition
Allow vacuum to be run on one table or entire database(Bruce)
Array fixes
Fix array over-runs of memory writes(Kurt)
Fix elusive btree range/non-range bug(Dan)
Fix for hash indexes on some types like time and date
Fix for pg_log size explosion

```

```

Fix permissions on lo_export()(Bruce)
Fix uninitialized reads of memory(Kurt)
Fixed ALTER TABLE ... char(3) bug(Bruce)
Fixed a few small memory leaks
Fixed EXPLAIN handling of options and changed full_path option name
Fixed output of group acl privileges
Memory leaks (hunt and destroy with tools like Purify(Kurt)
Minor improvements to rules system
NOTIFY fixes
New asserts for run-checking
Overhauled parser/analyze code to properly report errors and increase speed
Pg_dump -d now handles NULL's properly(Bruce)
Prevent SELECT NULL from crashing server (Bruce)
Properly report errors when INSERT ... SELECT columns did not match
Properly report errors when insert column names were not correct
psql \g filename now works(Bruce)
psql fixed problem with multiple statements on one line with multiple outputs
Removed duplicate system OIDs
SELECT * INTO TABLE . GROUP/ORDER BY gives unlink error if table exists(Bruce)
Several fixes for queries that crashed the backend
Starting quote in insert string errors(Bruce)
Submitting an empty query now returns empty status, not just " " query(Bruce)

Enhancements

Add EXPLAIN manual page(Bruce)
Add UNIQUE index capability(Dan)
Add hostname/user level access control rather than just hostname and user
Add synonym of != for <>(Bruce)
Allow "select oid,* from table"
Allow BY,ORDER BY to specify columns by number, or by non-alias table.column(Bruce)
Allow COPY from the frontend(Bryan)
Allow GROUP BY to use alias column name(Bruce)
Allow actual compression, not just reuse on the same page(Vadim)
Allow installation-configuration option to auto-add all local users(Bryan)
Allow libpq to distinguish between text value '' and null(Bruce)
Allow non-postgres users with createdb privs to destroydb's
Allow restriction on who can create C functions(Bryan)
Allow restriction on who can do backend COPY(Bryan)
Can shrink tables, pg_time and pg_log(Vadim & Erich)
Change debug level 2 to print queries only, changed debug heading layout(Bruce)
Change default decimal constant representation from float4 to float8(Bruce)
European date format now set when postmaster is started
Execute lowercase function names if not found with exact case
Fixes for aggregate/GROUP processing, allow 'select sum(func(x),sum(x+y) from z'
Gist now included in the distribution(Marc)
Ident authentication of local users(Bryan)
Implement BETWEEN qualifier(Bruce)
Implement IN qualifier(Bruce)
libpq has PQgetisnull()(Bruce)
libpq++ improvements
New options to initdb(Bryan)
Pg_dump allow dump of OIDs(Bruce)
Pg_dump create indexes after tables are loaded for speed(Bruce)
Pg_dumpall dumps all databases, and the user table
Pginterface additions for NULL values(Bruce)
Prevent postmaster from being run as root
psql \h and \? is now readable(Bruce)
psql allow backslashed, semicolons anywhere on the line(Bruce)
psql changed command prompt for lines in query or in quotes(Bruce)
psql char(3) now displays as (bp)char in \d output(Bruce)
psql return code now more accurate(Bryan?)
psql updated help syntax(Bruce)
Re-visit and fix vacuum(Vadim)
Reduce size of regression diffs, remove timezone name difference(Bruce)
Remove compile-time parameters to enable binary distributions(Bryan)
Reverse meaning of HBA masks(Bryan)
Secure Authentication of local users(Bryan)
Speed up vacuum(Vadim)

```

```
Vacuum now had VERBOSE option(Bruce)

Source tree changes

All functions now have prototypes that are compared against the calls
Allow asserts to be disabled easily from Makefile.global(Bruce)
Change oid constants used in code to #define names
Decoupled sparc and solaris defines(Kurt)
Gcc -Wall compiles cleanly with warnings only from unfixable constructs
Major include file reorganization/reduction(Marc)
Make now stops on compile failure(Bryan)
Makefile restructuring(Bryan, Marc)
Merge bsdi_2_1 to bsdi(Bruce)
Monitor program removed
Name change from Postgres95 to PostgreSQL
New config.h file(Marc, Bryan)
PG_VERSION now set to 6.0 and used by postmaster
Portability additions, including Ultrix, DG/UX, AIX, and Solaris
Reduced the number of #define's, centralized #define's
Remove duplicate OIDS in system tables(Dan)
Remove duplicate system catalog info or report mismatches(Dan)
Removed many os-specific #define's
Restructured object file generation/location(Bryan, Marc)
Restructured port-specific file locations(Bryan, Marc)
Unused/uninitialized variables corrected
```

## E.332. Release 1.09

**Release date:** 1996-11-04

Sorry, we didn't keep track of changes from 1.02 to 1.09. Some of the changes listed in 6.0 were actually included in the 1.02.1 to 1.09 releases.

## E.333. Release 1.02

**Release date:** 1996-08-01

### E.333.1. Migration from version 1.02 to version 1.02.1

Here is a new migration file for 1.02.1. It includes the 'copy' change and a script to convert old ASCII files.



#### Note

The following notes are for the benefit of users who want to migrate databases from Postgres95™ 1.01 and 1.02 to Postgres95™ 1.02.1.

If you are starting afresh with Postgres95™ 1.02.1 and do not need to migrate old databases, you do not need to read any further.

In order to upgrade older Postgres95™ version 1.01 or 1.02 databases to version 1.02.1, the following steps are required:

1. Start up a new 1.02.1 postmaster
2. Add the new built-in functions and operators of 1.02.1 to 1.01 or 1.02 databases. This is done by running the new 1.02.1 server against your own 1.01 or 1.02 database and applying the queries attached at the end of the file. This can be done easily through **psql**. If your 1.01 or 1.02 database is named `testdb` and you have cut the commands from the end of this file and saved them in `addfunc.sql`:

```
% psql testdb -f addfunc.sql
```

Those upgrading 1.02 databases will get a warning when executing the last two statements in the file because they are already present in 1.02. This is not a cause for concern.

## E.333.2. Dump/Reload Procedure

If you are trying to reload a pg\_dump or text-mode, copy tablename to stdout generated with a previous version, you will need to run the attached **sed** script on the ASCII file before loading it into the database. The old format used '!' as end-of-data, while '.' is now the end-of-data marker. Also, empty strings are now loaded in as " rather than NULL. See the copy manual page for full details.

```
sed 's/^.\$/\\.\\./g' <in_file >out_file
```

If you are loading an older binary copy or non-stdout copy, there is no end-of-data character, and hence no conversion necessary.

```
-- following lines added by agc to reflect the case-insensitive
-- regexp searching for varchar (in 1.02), and bpchar (in 1.02.1)
create operator ~* (leftarg = bpchar, rightarg = text, procedure = texticregexecq);
create operator !~* (leftarg = bpchar, rightarg = text, procedure = texticregexecne);
create operator ~* (leftarg = varchar, rightarg = text, procedure = texticregexecq);
create operator !~* (leftarg = varchar, rightarg = text, procedure = texticregexecne);
```

## E.333.3. Changes

```
Source code maintenance and development
* worldwide team of volunteers
* the source tree now in CVS at ftp.ki.net

Enhancements
* psql (and underlying libpq library) now has many more options for
 formatting output, including HTML
* pg_dump now output the schema and/or the data, with many fixes to
 enhance completeness.
* psql used in place of monitor in administration shell scripts.
 monitor to be deprecated in next release.
* date/time functions enhanced
* NULL insert/update/comparison fixed/enhanced
* TCL/TK lib and shell fixed to work with both tck7.4/tk4.0 and tcl7.5/tk4.1

Bug Fixes (almost too numerous to mention)
* indexes
* storage management
* check for NULL pointer before dereferencing
* Makefile fixes

New Ports
* added SolarisX86 port
* added BSD/OS 2.1 port
* added DG/UX port
```

## E.334. Release 1.01

**Release date:** 1996-02-23

### E.334.1. Migration from version 1.0 to version 1.01

The following notes are for the benefit of users who want to migrate databases from Postgres95™ 1.0 to Postgres95™ 1.01.

If you are starting afresh with Postgres95™ 1.01 and do not need to migrate old databases, you do not need to read any further.

In order to Postgres95™ version 1.01 with databases created with Postgres95™ version 1.0, the following steps are required:

1. Set the definition of NAMEDATALEN in src/Makefile.global to 16 and OIDNAMELEN to 20.
2. Decide whether you want to use Host based authentication.

- a. If you do, you must create a file name pg\_hba in your top-level data directory (typically the value of your \$PGDATA). src/libpq/pg\_hba shows an example syntax.
- b. If you do not want host-based authentication, you can comment out the line:

```
HBA = 1
in src/Makefile.global
```

Note that host-based authentication is turned on by default, and if you do not take steps A or B above, the out-of-the-box 1.01 will not allow you to connect to 1.0 databases.

3. Compile and install 1.01, but DO NOT do the **initdb** step.
4. Before doing anything else, terminate your 1.0 postmaster, and backup your existing \$PGDATA directory.
5. Set your PGDATA environment variable to your 1.0 databases, but set up path up so that 1.01 binaries are being used.
6. Modify the file \$PGDATA/PG\_VERSION from 5.0 to 5.1
7. Start up a new 1.01 postmaster
8. Add the new built-in functions and operators of 1.01 to 1.0 databases. This is done by running the new 1.01 server against your own 1.0 database and applying the queries attached and saving in the file 1.0\_to\_1.01.sql. This can be done easily through **psql**. If your 1.0 database is name testdb:

```
% psql testdb -f 1.0_to_1.01.sql
```

and then execute the following commands (cut and paste from here):

```
-- add builtin functions that are new to 1.01

create function int4eqoid (int4, oid) returns bool as 'foo'
language 'internal';
create function oideqint4 (oid, int4) returns bool as 'foo'
language 'internal';
create function char2icregexec (char2, text) returns bool as 'foo'
language 'internal';
create function char2icregexecne (char2, text) returns bool as 'foo'
language 'internal';
create function char4icregexec (char4, text) returns bool as 'foo'
language 'internal';
create function char4icregexecne (char4, text) returns bool as 'foo'
language 'internal';
create function char8icregexec (char8, text) returns bool as 'foo'
language 'internal';
create function char8icregexecne (char8, text) returns bool as 'foo'
language 'internal';
create function char16icregexec (char16, text) returns bool as 'foo'
language 'internal';
create function char16icregexecne (char16, text) returns bool as 'foo'
language 'internal';
create function texticregexec (text, text) returns bool as 'foo'
language 'internal';
create function texticregexecne (text, text) returns bool as 'foo'
language 'internal';

-- add builtin functions that are new to 1.01

create operator = (leftarg = int4, rightarg = oid, procedure = int4eqoid);
create operator = (leftarg = oid, rightarg = int4, procedure = oideqint4);
create operator ~* (leftarg = char2, rightarg = text, procedure = char2icregexec);
create operator !~* (leftarg = char2, rightarg = text, procedure = char2icregexecne);
create operator ~* (leftarg = char4, rightarg = text, procedure = char4icregexec);
create operator !~* (leftarg = char4, rightarg = text, procedure = char4icregexecne);
create operator ~* (leftarg = char8, rightarg = text, procedure = char8icregexec);
create operator !~* (leftarg = char8, rightarg = text, procedure = char8icregexecne);
create operator ~* (leftarg = char16, rightarg = text, procedure =
```

```
char16icregexecq);
create operator !~* (leftarg = char16, rightarg = text, procedure =
char16icregexecne);
create operator ~* (leftarg = text, rightarg = text, procedure = texticregexecq);
create operator !~* (leftarg = text, rightarg = text, procedure = texticregexecne);
```

## E.334.2. Changes

### Incompatibilities:

- \* 1.01 is backwards compatible with 1.0 database provided the user follow the steps outlined in the MIGRATION\_from\_1.0\_to\_1.01 file. If those steps are not taken, 1.01 is not compatible with 1.0 database.

### Enhancements:

- \* added PQdisplayTuples() to libpq and changed monitor and psql to use it
- \* added NeXT port (requires SysVIPC implementation)
- \* added CAST .. AS ... syntax
- \* added ASC and DESC key words
- \* added 'internal' as a possible language for CREATE FUNCTION internal functions are C functions which have been statically linked into the postgres backend.
- \* a new type "name" has been added for system identifiers (table names, attribute names, etc.). This replaces the old char16 type. The of name is set by the NAMEDATALEN #define in src/Makefile.global
- \* a readable reference manual that describes the query language.
- \* added host-based access control. A configuration file (\$PGDATA/pg\_hba) is used to hold the configuration data. If host-based access control is not desired, comment out HBA=1 in src/Makefile.global.
- \* changed regex handling to be uniform use of Henry Spencer's regex code regardless of platform. The regex code is included in the distribution
- \* added functions and operators for case-insensitive regular expressions. The operators are ~\* and !~\*.
- \* pg\_dump uses COPY instead of SELECT loop for better performance

### Bug fixes:

- \* fixed an optimizer bug that was causing core dumps when functions calls were used in comparisons in the WHERE clause
- \* changed all uses of getuid to geteuid so that effective uids are used
- \* psql now returns non-zero status on errors when using -c
- \* applied public patches 1-14

## E.335. Release 1.0

**Release date:** 1995-09-05

## E.335.1. Changes

### Copyright change:

- \* The copyright of Postgres™ 1.0 has been loosened to be freely modifiable and modifiable for any purpose. Please read the COPYRIGHT file. Thanks to Professor Michael Stonebraker for making this possible.

### Incompatibilities:

- \* date formats have to be MM-DD-YYYY (or DD-MM-YYYY if you're using EUROPEAN STYLE). This follows SQL-92 specs.
- \* "delimiters" is now a key word

### Enhancements:

- \* sql LIKE syntax has been added
- \* copy command now takes an optional USING DELIMITER specification. delimiters can be any single-character string.

```

* IRIX 5.3 port has been added.
 Thanks to Paul Walmsley and others.
* updated pg_dump to work with new libpq
* \d has been added psql
 Thanks to Keith Parks
* regexp performance for architectures that use POSIX regex has been
improved due to caching of precompiled patterns.
 Thanks to Alistair Crooks
* a new version of libpq++
 Thanks to William Wanders

Bug fixes:
* arbitrary userids can be specified in the createuser script
* \c to connect to other databases in psql now works.
* bad pg_proc entry for float4inc() is fixed
* users with usescreatedb field set can now create databases without
having to be usesuper
* remove access control entries when the entry no longer has any
privileges
* fixed non-portable datetimes implementation
* added kerberos flags to the src/backend/Makefile
* libpq now works with kerberos
* typographic errors in the user manual have been corrected.
* btrees with multiple index never worked, now we tell you they don't
work when you try to use them

```

## E.336. Postgres95™ Release 0.03

**Release date:** 1995-07-21

### E.336.1. Changes

#### Incompatible changes:

- \* BETA-0.3 IS INCOMPATIBLE WITH DATABASES CREATED WITH PREVIOUS VERSIONS  
(due to system catalog changes and indexing structure changes).
- \* double-quote ("") is deprecated as a quoting character for string literals;  
you need to convert them to single quotes ('').
- \* name of aggregates (eg. int4sum) are renamed in accordance with the  
SQL standard (eg. sum).
- \* CHANGE ACL syntax is replaced by GRANT/REVOKE syntax.
- \* float literals (eg. 3.14) are now of type float4 (instead of float8 in  
previous releases); you might have to do typecasting if you depend on it  
being of type float8. If you neglect to do the typecasting and you assign  
a float literal to a field of type float8, you might get incorrect values  
stored!
- \* LIBPQ has been totally revamped so that frontend applications  
can connect to multiple backends
- \* the usesysid field in pg\_user has been changed from int2 to int4 to  
allow wider range of Unix user ids.
- \* the netbsd/freebsd/bsd o/s ports have been consolidated into a  
single BSD44\_derived port. (thanks to Alistair Crooks)

SQL standard-compliance (the following details changes that makes postgres95  
more compliant to the SQL-92 standard):

- \* the following SQL types are now built-in: smallint, int(eger), float, real,  
char(N), varchar(N), date and time.

The following are aliases to existing postgres types:

```

smallint -> int2
integer, int -> int4
float, real -> float4

```

char(N) and varchar(N) are implemented as truncated text types. In  
addition, char(N) does blank-padding.

- \* single-quote ('') is used for quoting string literals; '' (in addition to  
\') is supported as means of inserting a single quote in a string
- \* SQL standard aggregate names (MAX, MIN, AVG, SUM, COUNT) are used  
(Also, aggregates can now be overloaded, i.e. you can define your

own MAX aggregate to take in a user-defined type.)

- \* CHANGE ACL removed. GRANT/REVOKE syntax added.
  - Privileges can be given to a group using the "GROUP" key word.
  - For example:  
`GRANT SELECT ON foobar TO GROUP my_group;`  
 The key word 'PUBLIC' is also supported to mean all users.

Privileges can only be granted or revoked to one user or group at a time.

"WITH GRANT OPTION" is not supported. Only class owners can change access control

- The default access control is to grant users readonly access.  
 You must explicitly grant insert/update access to users. To change this, modify the line in  
`src/backend/utils/acl.h`  
 that defines `ACL_WORLD_DEFAULT`

**Bug fixes:**

- \* the bug where aggregates of empty tables were not run has been fixed. Now, aggregates run on empty tables will return the initial conditions of the aggregates. Thus, COUNT of an empty table will now properly return 0. MAX/MIN of an empty table will return a row of value NULL.
- \* allow the use of \; inside the monitor
- \* the LISTEN/NOTIFY asynchronous notification mechanism now work
- \* NOTIFY in rule action bodies now work
- \* hash indexes work, and access methods in general should perform better. creation of large btree indexes should be much faster. (thanks to Paul Aoki)

**Other changes and enhancements:**

- \* addition of an EXPLAIN statement used for explaining the query execution plan (eg. "EXPLAIN SELECT \* FROM EMP" prints out the execution plan for the query).
- \* WARN and NOTICE messages no longer have timestamps on them. To turn on timestamps of error messages, uncomment the line in  
`src/backend/utils/elog.h:`  
`/* define ELOG_TIMESTAMPS */`
- \* On an access control violation, the message  
`"Either no such class or insufficient privilege"`  
 will be given. This is the same message that is returned when a class is not found. This dissuades non-privileged users from guessing the existence of privileged classes.
- \* some additional system catalog changes have been made that are not visible to the user.

**libpgtcl changes:**

- \* The -oid option has been added to the "pg\_result" tcl command. pg\_result -oid returns oid of the last row inserted. If the last command was not an INSERT, then pg\_result -oid returns "".
- \* the large object interface is available as pg\_lo\* tcl commands: pg\_lo\_open, pg\_lo\_close, pg\_lo\_creat, etc.

**Portability enhancements and New Ports:**

- \* flex/lex problems have been cleared up. Now, you should be able to use flex instead of lex on any platforms. We no longer make assumptions of what lexer you use based on the platform you use.
- \* The Linux-ELF port is now supported. Various configuration have been tested: The following configuration is known to work:  
 kernel 1.2.10, gcc 2.6.3, libc 4.7.2, flex 2.5.2, bison 1.24 with everything in ELF format,

**New utilities:**

- \* ipcclean added to the distribution  
 ipcclean usually does not need to be run, but if your backend crashes and leaves shared memory segments hanging around, ipcclean will clean them up for you.

**New documentation:**

```
* the user manual has been revised and libpq documentation added.
```

## E.337. Postgres95™ Release 0.02

**Release date:** 1995-05-25

### E.337.1. Changes

Incompatible changes:

- \* The SQL statement for creating a database is 'CREATE DATABASE' instead of 'CREATEDB'. Similarly, dropping a database is 'DROP DATABASE' instead of 'DESTROYDB'. However, the names of the executables 'createdb' and 'destroydb' remain the same.

New tools:

- \* pgperl - a Perl (4.036) interface to Postgres95
- \* pg\_dump - a utility for dumping out a postgres database into a script file containing query commands. The script files are in an ASCII format and can be used to reconstruct the database, even on other machines and other architectures. (Also good for converting a Postgres 4.2 database to Postgres95 database.)

The following ports have been incorporated into postgres95-beta-0.02:

- \* the NetBSD port by Alistair Crooks
- \* the AIX port by Mike Tung
- \* the Windows NT port by Jon Forrest (more stuff but not done yet)
- \* the Linux ELF port by Brian Gallew

The following bugs have been fixed in postgres95-beta-0.02:

- \* new lines not escaped in COPY OUT and problem with COPY OUT when first attribute is a '..'
- \* cannot type return to use the default user id in createuser
- \* SELECT DISTINCT on big tables crashes
- \* Linux installation problems
- \* monitor doesn't allow use of 'localhost' as PGHOST
- \* psql core dumps when doing \c or \l
- \* the "pgtclsh" target missing from src/bin/pgtclsh/Makefile
- \* libpgtcl has a hard-wired default port number
- \* SELECT DISTINCT INTO TABLE hangs
- \* CREATE TYPE doesn't accept 'variable' as the internallength
- \* wrong result using more than 1 aggregate in a SELECT

## E.338. Postgres95™ Release 0.01

**Release date:** 1995-05-01

Initial release.

# Annexe F. Modules supplémentaires fournis

Cette annexe et la suivante contiennent des informations concernant les modules disponibles dans le répertoire contrib de la distribution PostgreSQL™. Ce sont des outils de portage, des outils d'analyse, des fonctionnalités supplémentaires qui ne font pas partie du système PostgreSQL de base, principalement parce qu'ils s'adressent à une audience limitée ou sont trop expérimentaux pour faire partie de la distribution de base. Cela ne concerne en rien leur utilité.

Cette annexe couvre les extensions et quelques autres modules plug-in du serveur disponibles dans le répertoire contrib du répertoire des sources. Annexe G, Programmes supplémentaires fournis couvre les programmes outils.

Lors de la construction à partir des sources de la distribution, ces extensions ne sont pas construites automatiquement, sauf si vous utilisez la cible « world » (voir Étape 2). Ils peuvent être construits et installés en exécutant :

```
make
make install
```

dans le répertoire contrib d'un répertoire des sources configuré ; ou pour ne construire et installer qu'un seul module sélectionné, on exécute ces commandes dans le sous-répertoire du module. Beaucoup de ces modules ont des tests de régression qui peuvent être exécutés en lançant la commande :

```
make check
```

avant l'installation ou

```
make installcheck
```

une fois que le serveur PostgreSQL™ est démarré.

Lorsqu'une version packagée de PostgreSQL™ est utilisée, ces modules sont typiquement disponibles dans un package séparé, comme par exemple postgresql-contrib.

Beaucoup de ces modules fournissent de nouvelles fonctions, de nouveaux opérateurs ou types utilisateurs. Pour pouvoir utiliser un de ces modules, après avoir installé le code, il faut enregistrer les nouveaux objets SQL dans la base de données. À partir de PostgreSQL™, cela se fait en exécutant la commande CREATE EXTENSION(7). Dans une base de données neuve, vous pouvez simplement faire :

```
CREATE EXTENSION nom_module;
```

Cette commande doit être exécutée par un superutilisateur. Cela enregistre de nouveaux objets SQL dans la base de données courante, donc vous avez besoin d'exécuter cette commande dans chaque base de données où vous souhaitez l'utiliser. Autrement, exécutez-la dans la base de données template1 pour que l'extension soit copiée dans les bases de données créées après.

Beaucoup de modules vous permettent d'installer leurs objets dans le schéma de votre choix. Pour cela, ajoutez SCHEMA nom\_schéma à la commande CREATE EXTENSION. Par défaut, les objets seront placés dans le schéma de création par défaut, donc généralement public.

Si votre base de données a été mise à jour par une sauvegarde puis un rechargeement à partir d'une version antérieure à la 9.1 et que vous avez utilisé la version antérieure du module, vous devez utiliser à la place

```
CREATE EXTENSION nom_module FROM unpackaged;
```

Ceci mettra à jour les objets pré-9.1 du module dans une extension propre. Les prochaines mises à jour du module seront gérées par ALTER EXTENSION(7). Pour plus d'informations sur les mises à jour d'extensions, voir Section 36.15, « Empaquer des objets dans une extension ».

Néanmoins, notez que certains de ces modules ne sont pas des « extensions » dans ce sens, mais sont chargés sur le serveur d'une autre façon, par le biais de shared\_preload\_libraries. Voir la documentation de chaque module pour les détails.

## F.1. adminpack

L'adminpack fournit un certain nombre de fonctions de support que pgAdmin ou d'autres outils de gestion et d'administration peuvent utiliser pour fournir des fonctionnalités supplémentaires, comme la gestion à distance de journaux applicatifs. L'utilisation de toutes ces fonctions est restreinte aux superutilisateurs.

Les fonctions affichées dans Tableau F.1, « Fonctions de adminpack » fournissent des accès en écriture aux fichiers de la machine hébergeant le serveur. (Voir aussi les fonctions dans Tableau 9.86, « Fonctions d'accès générique aux fichiers », qui fournissent des accès en lecture seule.) Seuls les fichiers du répertoire principal de l'instance sont accessibles mais un chemin relatif ou absolu est permis.

**Tableau F.1. Fonctions de adminpack**

| Nom                                                                                      | Type en retour | Description                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <code>pg_catalog.pg_file_write(filename text, data text, append boolean)</code>          | bigint         | Écrit dans un fichier                                                            |
| <code>pg_catalog.pg_file_rename(olddname text, newname text [, archivename text])</code> | boolean        | Renomme un fichier                                                               |
| <code>pg_catalog.pg_file_unlink(filename text)</code>                                    | boolean        | Supprime un fichier                                                              |
| <code>pg_catalog.pg_logdir_ls()</code>                                                   | setof record   | Liste les fichiers de trace du répertoire précisé par <code>log_directory</code> |

`pg_file_write` écrit les données indiquées par le paramètre `data` dans le fichier indiqué par le paramètre `filename`. Si le paramètre `append` vaut false, le fichier ne doit pas déjà exister. S'il vaut true, le fichier peut déjà exister et les données y seront ajoutées. Renvoit le nombre d'octets écrits.

`pg_file_rename` renomme un fichier. Si `archivename` est omis ou vaut NULL, il renomme simplement `oldname` en `newname` (qui ne doit pas déjà exister). Si `archivename` est fourni, il renomme tout d'abord `newname` en `archivename` (qui ne doit pas déjà exister), puis il renomme `oldname` en `newname`. En cas d'échec à la deuxième étape, il essaiera de renommer `archivename` en `newname` avant de renvoyer l'erreur. Renvoit true en cas de succès, false si les fichiers sources ne sont pas présents ou modifiables. Dans tous les autres cas, elle renvoit une erreur.

`pg_file_unlink` supprime le fichier indiqué. Renvoit true en cas de succès, false si le fichier spécifié n'est pas présent ou si l'appel à `unlink()` échoue. Dans tous les autres cas, elle renvoit une erreur.

`pg_logdir_ls` renvoie l'horodatage et le chemin de tous les journaux applicatifs stockés dans le répertoire indiqué par le paramètre `log_directory`. Le paramètre `log_filename` doit avoir sa configuration par défaut (`postgresql-%Y-%m-%d_%H%M%S.log`) pour utiliser cette fonction.

Les fonctions affichées dans Tableau F.2, « Fonctions obsolètes de adminpack » sont obsolètes et ne devraient pas être utilisées dans les nouvelles applications. À la place, utilisez celles indiquées dans Tableau 9.77, « Fonctions d'envoi de signal au serveur » et Tableau 9.86, « Fonctions d'accès générique aux fichiers ». Ces fonctions sont fournies dans adminpack seulement pour assurer la compatibilité avec les anciennes versions de pgAdmin.

**Tableau F.2. Fonctions obsolètes de adminpack**

| Nom                                                                               | Type en retour | Description                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>pg_catalog.pg_file_read(filename text, offset bigint, nbytes bigint)</code> | text           | Nom alternatif pour <code>pg_read_file()</code>                                                                                     |
| <code>pg_catalog.pg_file_length(filename text)</code>                             | bigint         | Identique à la colonne <code>size</code> renvoyée par <code>pg_stat_file()</code>                                                   |
| <code>pg_catalog.pg_logfile_rotate()</code>                                       | integer        | Nom alternatif pour <code>pg_rotate_logfile()</code> , mais notez qu'elle renvoie un entier (valant 0 ou 1) à la place d'un booléen |

## F.2. auth\_delay

`auth_delay` demande au serveur d'observer une brève pause avant de rapporter une erreur d'authentification. Cela rend les attaques par force brute plus difficiles. Notez que cela n'empêche en rien les attaques par déni de service et pourrait même les exacerber car les processus qui attendent de rapporter l'échec d'authentification consomment toujours des connexions.

Pour fonctionner, ce module doit être chargé via le paramètre `shared_preload_libraries` dans `postgresql.conf`.

## F.2.1. Paramètres de configuration

`auth_delay.milliseconds` (int)

Le nombre de millisecondes à attendre avant de rapporter une erreur d'authentification. La valeur par défaut est 0.

Ces paramètres doivent être configurés dans le fichier `postgresql.conf`. Voici un exemple typique d'utilisation :

```
postgresql.conf
shared_preload_libraries = 'auth_delay'

auth_delay.milliseconds = '500'
```

## F.2.2. Auteur

KaiGai Kohei <kaigai@ak.jp.nec.com>

## F.3. auto\_explain

Le module `auto_explain` fournit un moyen de tracer les plans d'exécution des requêtes lentes automatiquement, sans qu'il soit nécessaire de lancer `EXPLAIN(7)` manuellement. C'est particulièrement utile pour repérer les requêtes non optimisées sur de grosses applications.

Le module ne fournit pas de fonctions accessibles par SQL. Pour l'utiliser, il suffit de le charger sur le serveur. Il peut être chargé dans une session individuelle :

```
LOAD 'auto_explain';
```

(Seul le super-utilisateur peut le faire.) Une utilisation plus commune est de le précharger dans certaines ou toutes les sessions, en incluant `auto_explain` dans `session_preload_libraries` ou dans `shared_preload_libraries` dans le fichier `postgresql.conf`. Il est alors possible de récupérer les requêtes lentes non prévues, quel que soit le moment où elles se produisent. Évidemment, il y a un prix à payer pour cela.

## F.3.1. Paramètres de configuration

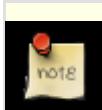
Plusieurs paramètres de configuration contrôlent le comportement d'`auto_explain`. Le comportement par défaut est de ne rien faire. Il est donc nécessaire de préciser au minimum `auto_explain.log_min_duration` pour obtenir un résultat.

`auto_explain.log_min_duration` (integer)

`auto_explain.log_min_duration` est la durée minimale d'exécution de requête à partir de laquelle le plan d'exécution sera tracé. Son unité est la milliseconde. La positionner à zéro trace tous les plans. -1 (la valeur par défaut) désactive l'écriture des plans. Positionnée à 250ms, tous les ordres qui durent 250 ms ou plus seront tracés. Seuls les super-utilisateurs peuvent modifier ce paramétrage.

`auto_explain.log_analyze` (boolean)

`auto_explain.log_analyze` entraîne l'écriture du résultat de **EXPLAIN ANALYZE**, à la place du résultat de **EXPLAIN**, lorsqu'un plan d'exécution est tracé. Ce paramètre est désactivé par défaut. Seuls les super-utilisateurs peuvent modifier ce paramètre.



### Note

Lorsque ce paramètre est activé, un chronométrage par noeud du plan est calculé pour tous les ordres exécutés, qu'ils durent suffisamment longtemps pour être réellement tracés, ou non. Ceci peut avoir des conséquences très négatives sur les performances. Désactiver `auto_explain.log_timing` améliore les performances au prix d'une diminution des informations.

**auto\_explain.log\_buffers (boolean)**

`auto_explain.log_buffers` contrôle l'affichage des statistiques d'utilisation du cache disque de PostgreSQL dans la trace d'un plan d'exécution ; il s'agit de l'équivalent de l'option `BUFFERS` de la commande `EXPLAIN`. Ce paramètre n'a pas d'effet tant que `auto_explain.log_analyze` n'est pas activé. Il est désactivé par défaut.

**auto\_explain.log\_timing (boolean)**

`auto_explain.log_timing` contrôle l'affichage du chronométrage de chaque nœud lorsqu'un plan d'exécution est tracé ; il s'agit de l'équivalent de l'option `TIMING` pour la commande `EXPLAIN`. La surcharge occasionnée par la lecture répétée de l'horloge système peut ralentir significativement l'exécution des requêtes sur certains systèmes. De ce fait, il peut être utile de désactiver ce paramètre quand seul le nombre de lignes exacts importe. Ce paramètre n'a pas d'effet tant que `auto_explain.log_analyze` n'est pas activé. Il est désactivé par défaut. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier la valeur de ce paramètre.

**auto\_explain.log\_triggers (boolean)**

`auto_explain.log_triggers` entraîne la prise en compte des statistiques d'exécution des triggers quand un plan d'exécution est tracé. Ce paramètre n'a pas d'effet tant que `auto_explain.log_analyze` n'est pas activé. Il est désactivé par défaut. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier la valeur de ce paramètre.

**auto\_explain.log\_verbose (enum)**

`auto_explain.log_verbose` contrôle l'affichage des détails quand un plan d'exécution est tracé ; il s'agit de l'équivalent de l'option `VERBOSE` pour la commande `EXPLAIN`. Ce paramètre est désactivé par défaut.

**auto\_explain.log\_format (boolean)**

`auto_explain.log_format` sélectionne le format de sortie utilisé par la commande `EXPLAIN`. Les valeurs autorisées sont `text`, `xml`, `json` et `yaml`. Le format par défaut est le texte brut.

**auto\_explain.log\_nested\_statements (boolean)**

`auto_explain.log_nested_statements` entraîne la prise en compte des ordres imbriqués (les requêtes exécutées dans une fonction) dans la trace. Quand il est désactivé, seuls les plans d'exécution de plus haut niveau sont tracés. Ce paramètre est désactivé par défaut. Seuls les super-utilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

**auto\_explain.sample\_rate (real)**

`auto_explain.sample_rate` force `auto_explain` à tracer le plan d'exécution que d'une fraction des requêtes de chaque session. La valeur par défaut est de 1, autrement dit toutes les requêtes. Dans le cas de requêtes imbriquées, soit toutes se voient tracées leur plan, soit aucune. Seuls les super-utilisateurs peuvent modifier ce paramètre.

D'ordinaire, ces paramètres sont configurés dans le fichier `postgresql.conf` mais les superutilisateurs peuvent les modifier en ligne pour leur propres sessions. Voici un exemple typique d'utilisation :

```
postgresql.conf
session_preload_libraries = 'auto_explain'

auto_explain.log_min_duration = '3s'
```

### F.3.2. Exemple

```
postgres=# LOAD 'auto_explain';
postgres=# SET auto_explain.log_min_duration = 0;
postgres=# SET auto_explain.log_analyze = true;
postgres=# SELECT count(*)
 FROM pg_class, pg_index
 WHERE oid = indrelid AND indisunique;
```

Ceci devrait produire un résultat de ce style dans les journaux applicatifs :

```
LOG: duration: 3.651 ms plan:
Query Text: SELECT count(*)
 FROM pg_class, pg_index
 WHERE oid = indrelid AND indisunique;
Aggregate (cost=16.79..16.80 rows=1 width=0) (actual time=3.626..3.627 rows=1
loops=1)
 -> Hash Join (cost=4.17..16.55 rows=92 width=0) (actual time=3.349..3.594
rows=92 loops=1)
```

```

Hash Cond: (pg_class.oid = pg_index.indrelid)
 -> Seq Scan on pg_class (cost=0.00..9.55 rows=255 width=4) (actual
time=0.016..0.140 rows=255 loops=1)
 -> Hash (cost=3.02..3.02 rows=92 width=4) (actual time=3.238..3.238
rows=92 loops=1)
 Buckets: 1024 Batches: 1 Memory Usage: 4kB
 -> Seq Scan on pg_index (cost=0.00..3.02 rows=92 width=4) (actual
time=0.008..3.187 rows=92 loops=1)
 Filter: indisunique

```

### F.3.3. Auteur

Takahiro Itagaki <itagaki.takahiro@oss.ntt.co.jp>

## F.4. bloom

bloom fournit une méthode d'accès aux index basée sur les *filtres Bloom*.

Un filtre Bloom est une structure de données efficace en terme d'espace disque, utilisée pour tester si un élément fait partie d'un ensemble. Dans le cas d'une méthode d'accès aux index, il permet une exclusion rapide des lignes ne correspondant pas à la recherche via des signatures dont la taille est déterminée lors de la création de l'index.

Une signature est une représentation avec perte des attributs indexé(s) et, de ce fait, est sujet à renvoyer des faux positifs ; c'est-à-dire qu'il peut indiquer à tort qu'un élément fait partie d'un ensemble. De ce fait, les résultats d'une recherche doivent toujours être vérifiés en utilisant les valeurs réelles des attributs de la ligne dans la table. Des signatures plus larges réduisent les risques de faux positifs et réduisent donc le nombre de visites inutiles à la table. Bien sûr, l'index est plus volumineux et donc plus lent à parcourir.

Ce type d'index est principalement utile quand une table a de nombreux attributs et que les requêtes en testent des combinaisons arbitraires. Un index btree traditionnel est plus rapide qu'un index bloom mais il en faut généralement plusieurs pour supporter toutes les requêtes que gèrerait un seul index bloom. Noter que les index bloom ne supportent que les recherches par égalité, là où les index btree peuvent aussi réaliser des recherches d'inégalité et d'intervalles.

### F.4.1. Paramètres

Un index bloom accepte les paramètres suivants dans sa clause WITH :

`length`

Longueur de chaque signature (enregistrement dans l'index) en bits. La valeur par défaut est de 80 et le maximum est 4096.

`col1 -- col32`

Nombre de bits générés pour chaque colonne d'index. Le nom de chaque paramètre fait référence au numéro de la colonne d'index qu'il contrôle. La valeur par défaut est 2 bits et le maximum 4095. Les paramètres pour les colonnes d'index non utilisées sont ignorés.

### F.4.2. Exemples

Voici un exemple de création d'un index bloom :

```

CREATE INDEX bloomidx ON tbloom USING bloom (i1,i2,i3)
 WITH (length=80, col1=2, col2=2, col3=4);

```

L'index est créé avec une longueur de signature de 80 bits, avec les attributs i1 et i2 correspondant à 2 bits, et l'attribut i3 à 4 bits. Nous pourrions avoir omis les informations `length`, `col1`, et `col2` car elles ont les valeurs par défaut.

Voici un exemple plus complet de définition et d'utilisation d'un index bloom, ainsi qu'une comparaison avec les index btree équivalents. L'index bloom est considérablement plus petit que l'index btree et offre de meilleures performances.

```

=# CREATE TABLE tbloom AS
 SELECT
 (random() * 1000000)::int as i1,

```

```

(random() * 1000000)::int as i2,
(random() * 1000000)::int as i3,
(random() * 1000000)::int as i4,
(random() * 1000000)::int as i5,
(random() * 1000000)::int as i6
FROM
generate_series(1,10000000);
SELECT 10000000
=# CREATE INDEX bloomidx ON tbloom USING bloom (i1, i2, i3, i4, i5, i6);
CREATE INDEX
=# SELECT pg_size_pretty(pg_relation_size('bloomidx'));
pg_size_pretty

153 MB
(1 row)
=# CREATE index btreeteidx ON tbloom (i1, i2, i3, i4, i5, i6);
CREATE INDEX
=# SELECT pg_size_pretty(pg_relation_size('btreeteidx'));
pg_size_pretty

387 MB
(1 row)

```

Un parcours séquentiel sur cette grande table prend beaucoup de temps :

```

=# EXPLAIN ANALYZE SELECT * FROM tbloom WHERE i2 = 898732 AND i5 = 123451;
 QUERY PLAN

Seq Scan on tbloom (cost=0.00..213694.08 rows=1 width=24) (actual
time=1445.438..1445.438 rows=0 loops=1)
 Filter: ((i2 = 898732) AND (i5 = 123451))
 Rows Removed by Filter: 10000000
Planning time: 0.177 ms
Execution time: 1445.473 ms
(5 rows)

```

En général, l'optimiseur sélectionnera un parcours d'index si c'est possible. Avec un index btree, nous obtenons ceci :

```

=# EXPLAIN ANALYZE SELECT * FROM tbloom WHERE i2 = 898732 AND i5 = 123451;
 QUERY PLAN

Index Only Scan using btreeteidx on tbloom (cost=0.56..298311.96 rows=1 width=24)
(actual time=445.709..445.709 rows=0 loops=1)
 Index Cond: ((i2 = 898732) AND (i5 = 123451))
 Heap Fetches: 0
Planning time: 0.193 ms
Execution time: 445.770 ms
(5 rows)

```

Bloom est meilleur que btree pour gérer ce type de recherche :

```

=# EXPLAIN ANALYZE SELECT * FROM tbloom WHERE i2 = 898732 AND i5 = 123451;
 QUERY PLAN

Bitmap Heap Scan on tbloom (cost=178435.39..178439.41 rows=1 width=24) (actual
time=76.698..76.698 rows=0 loops=1)
 Recheck Cond: ((i2 = 898732) AND (i5 = 123451))
 Rows Removed by Index Recheck: 2439
 Heap Blocks: exact=2408
 -> Bitmap Index Scan on bloomidx (cost=0.00..178435.39 rows=1 width=0) (actual
time=72.455..72.455 rows=2439 loops=1)
 Index Cond: ((i2 = 898732) AND (i5 = 123451))
Planning time: 0.475 ms
Execution time: 76.778 ms
(8 rows)

```

Noter le nombre relativement important de faux positifs : 2349 lignes ont été sélectionnées pour vérification dans la table, mais aucune ne correspondait au filtre de la requête. Nous pouvons réduire cela en spécifiant une longueur de signature plus importante. Dans cet exemple, créer l'index avec `length=200` a réduit le nombre de faux positifs à 55 mais doublé la taille de l'index (306 Mo) et s'est révélé plus lent pour cette requête (125 ms en tout).

Le problème principal avec la recherche btree est que btree est inefficace quand les critères de recherche ne portent pas sur la ou les premières colonne(s) de l'index. Une meilleure stratégie avec les btree est de créer un index séparé pour chaque colonne. À ce moment-là, l'optimiseur pourra choisir quelque chose comme :

```
=# EXPLAIN ANALYZE SELECT * FROM tbloom WHERE i2 = 898732 AND i5 = 123451;
QUERY PLAN

 Bitmap Heap Scan on tbloom (cost=9.29..13.30 rows=1 width=24) (actual
time=0.148..0.148 rows=0 loops=1)
 Recheck Cond: ((i5 = 123451) AND (i2 = 898732))
 -> BitmapAnd (cost=9.29..9.29 rows=1 width=0) (actual time=0.145..0.145 rows=0
loops=1)
 -> Bitmap Index Scan on tbloom_i5_idx (cost=0.00..4.52 rows=11 width=0)
(actual time=0.089..0.089 rows=10 loops=1)
 Index Cond: (i5 = 123451)
 -> Bitmap Index Scan on tbloom_i2_idx (cost=0.00..4.52 rows=11 width=0)
(actual time=0.048..0.048 rows=8 loops=1)
 Index Cond: (i2 = 898732)
 Planning time: 2.049 ms
 Execution time: 0.280 ms
(9 rows)
```

Bien que cette requête soit bien plus rapide qu'avec n'importe lequel des index à une colonne, nous payons une large pénalité en taille d'index. Chacun des index btree mono-colonne occupe 214 Mo, soit un espace total de plus de 1,2 Go, autrement dit huit fois la place utilisée par l'index bloom.

### F.4.3. Interface de la classe d'opérateur

Une classe d'opérateur pour les index bloom ne requiert qu'une fonction de hachage pour le type de données indexé et un opérateur d'égalité pour la recherche. Cet exemple définit la classe d'opérateur pour le type de données text :

```
CREATE OPERATOR CLASS text_ops
DEFAULT FOR TYPE text USING bloom AS
 OPERATOR 1 =(text, text),
 FUNCTION 1 hashtext(text);
```

### F.4.4. Limitations

- Seules les classes d'opérateur pour int4 et text sont incluses avec le module.
- Seul l'opérateur = est supporté pour la recherche. Mais il est possible d'ajouter le support des tableaux avec les opérations union et intersection dans le futur.

### F.4.5. Auteurs

Teodor Sigaev <[teodor@postgrespro.ru](mailto:teodor@postgrespro.ru)>, Postgres Professional, Moscou, Russie

Alexander Korotkov <[a.korotkov@postgrespro.ru](mailto:a.korotkov@postgrespro.ru)>, Postgres Professional, Moscou, Russie

Oleg Bartunov <[obartunov@postgrespro.ru](mailto:obartunov@postgrespro.ru)>, Postgres Professional, Moscou, Russie

## F.5. btree\_gin

btree\_gin fournit des échantillons de classes d'opérateurs GIN qui codent un comportement équivalent à un B-tree pour les types int2, int4, int8, float4, float8, timestamp with time zone, timestamp without time zone, time with time zone, time without time zone, date, interval, oid, money, "char", varchar, text, bytea, bit, varbit, macaddr, inet, et cidr.

En général, ces classes d'opérateurs ne sont pas plus rapides que les méthodes standard d'indexation B-tree équivalentes, et il leur manque une fonctionnalité majeure du code B-tree standard : la capacité à forcer l'unicité. Toutefois, elles sont utiles pour tester

GIN et comme base pour développer d'autres classes d'opérateurs GIN. Par ailleurs, pour des requêtes qui testent à la fois une colonne indexable via GIN et une colonne indexable par B-tree, il peut être plus efficace de créer un index GIN multicolonne qui utilise une de ces classes d'opérateurs que de créer deux index séparés qui devront être combinés par une opération de bitmap ET.

### F.5.1. Exemple d'utilisation

```
CREATE TABLE test (a int4);
-- crée l'index
CREATE INDEX testidx ON test USING GIN (a);
-- requête
SELECT * FROM test WHERE a < 10;
```

### F.5.2. Auteurs

Teodor Sigaev (<teodor@stack.net>) et Oleg Bartunov (<oleg@sai.msu.su>). Voir <http://www.sai.msu.su/~megera/oddmuse/index.cgi/Gin> pour plus d'informations.

## F.6. btree\_gist

`btree_gist` fournit des classes d'opérateur GiST qui codent un comportement équivalent à celui du B-tree pour les types de données `int2`, `int4`, `int8`, `float4`, `float8`, `numeric`, `timestamp with time zone`, `timestamp without time zone`, `time with time zone`, `time without time zone`, `date`, `interval`, `oid`, `money`, `char`, `varchar`, `text`, `bytea`, `bit`, `varbit`, `macaddr`, `inet` et `cidr`.

En règle générale, ces classes d'opérateur ne sont pas plus performantes que les méthodes d'indexage standard équivalentes du B-tree. Et il leur manque une fonctionnalité majeure : la possibilité d'assurer l'unicité. Néanmoins, elles fournissent d'autres fonctionnalités qui ne sont pas disponibles avec un index B-tree, comme décrit ci-dessous. De plus, ces classes d'opérateur sont utiles quand un index GiST multi-colonnes est nécessaire, quand certaines colonnes sont d'un type de données seulement indexable avec GiST. Enfin, ces classes d'opérateur sont utiles pour tester GiST et comme base de développement pour d'autres classes d'opérateur GiST.

En plus des opérateurs de recherche B-tree typiques, `btree_gist` fournit aussi un support pour `<>` (« non égale »). C'est utile en combinaison avec une contrainte d'exclusion, comme décrit ci-dessous.

De plus, pour les types de données disposant d'une métrique naturelle pour la distance, `btree_gist` définit un opérateur de distance, `<->`, et fournit un support par index GiST pour les recherches du type voisin-le-plus-proche en utilisant cet opérateur. Les opérateurs de distance sont fournis pour `int2`, `int4`, `int8`, `float4`, `float8`, `timestamp with time zone`, `timestamp without time zone`, `time without time zone`, `date`, `interval`, `oid` et `money`.

### F.6.1. Exemple d'utilisation

Exemple simple d'utilisation de `btree_gist` au lieu d'un index `btree` :

```
CREATE TABLE test (a int4);
-- création de l'index
CREATE INDEX testidx ON test USING GIST (a);
-- requête
SELECT * FROM test WHERE a < 10;
-- nearest-neighbor search: find the ten entries closest to "42"
SELECT *, a <--> 42 AS dist FROM test ORDER BY a <--> 42 LIMIT 10;
```

Utiliser une contrainte d'exclusion pour imposer qu'une cage dans un zoo ne contienne qu'un seul type d'animal :

```
=> CREATE TABLE zoo (
 cage INTEGER,
 animal TEXT,
 EXCLUDE USING GIST (cage WITH =, animal WITH <-->)
);

=> INSERT INTO zoo VALUES(123, 'zebra');
INSERT 0 1
=> INSERT INTO zoo VALUES(123, 'zebra');
INSERT 0 1
=> INSERT INTO zoo VALUES(123, 'lion');
```

```
ERROR: conflicting key value violates exclusion constraint "zoo_cage_animal_excl"
DETAIL: Key (cage, animal)=(123, lion) conflicts with existing key (cage,
animal)=(123, zebra).
=> INSERT INTO zoo VALUES(124, 'lion');
INSERT 0 1
```

## F.6.2. Auteurs

Teodor Sigaev (<teodor@stack.net>), Oleg Bartunov (<oleg@sai.msu.su>) et Janko Richter (<jankorichter@yahoo.de>). Voir le *site sur GiST* pour plus d'information.

## F.7. chkpass

Ce module implante le type de données chkpass, conçu pour stocker des mots de passe chiffrés. Chaque mot de passe est automatiquement converti dans sa forme chiffrée et est stocké ainsi. Pour comparer un mot de passe, comparez-le simplement à un mot de passe en clair, la fonction de comparaison le chiffre automatiquement avant la comparaison.

Des dispositions dans le code prévoient de rapporter une erreur si le mot de passe s'avère facilement trouvable. Néanmoins, ce code pour le moment n'est qu'une coquille vide qui ne fait rien.

Une chaîne précédée d'un signe deux-points est considérée comme un mot de passe déjà chiffré et est stockée sans autre chiffrement. Ceci permet la saisie de mots de passe déjà chiffrés.

En sortie, le signe deux-points est ajouté en préfixe. Cela rend possible la sauvegarde et la restauration des mots de passe sans les chiffrer de nouveau. Pour obtenir le mot de passe (chiffré) sans le signe deux-points, utilisez la fonction `raw()`. Ceci permet d'utiliser le type avec d'autres choses comme, par exemple, le module Auth\_PostgreSQL d'Apache.

Le chiffrement utilise la fonction `crypt()` du standard Unix. Il souffre donc des limitations habituelles de cette fonction, notamment le fait que seuls les huit premiers caractères d'un mot de passe sont pris en compte.

Le type de données chkpass n'est pas indexable.

Exemple d'utilisation :

```
test=# create table test (p chkpass);
CREATE TABLE
test=# insert into test values ('hello');
INSERT 0 1
test=# select * from test;
 p

:dVGkpXdOrE3ko
(1 row)

test=# select raw(p) from test;
 raw

dVGkpXdOrE3ko
(1 row)

test=# select p = 'hello' from test;
 ?column?

 t
(1 row)

test=# select p = 'goodbye' from test;
 ?column?

 f
(1 row)
```

## F.7.1. Auteur

D'Arcy J.M. Cain <darcy@druid.net>

## F.8. citext

Le module `citext` fournit un type chaîne de caractères insensible à la casse, `citext`. En réalité, il appelle en interne la fonction `lower` lorsqu'il compare des valeurs. Dans les autres cas, il se comporte presque exactement comme le type `text`.

### F.8.1. Intérêt

L'approche standard pour effectuer des rapprochements insensibles à la casse avec PostgreSQL™ était d'utiliser la fonction `lower` pour comparer des valeurs. Par exemple :

```
SELECT * FROM tab WHERE lower(col) = LOWER(?);
```

Ceci fonctionne plutôt bien, mais présente quelques inconvénients :

- Cela rend les ordres SQL bavards, et vous devez sans arrêt vous souvenir d'utiliser la fonction `lower` à la fois sur la colonne et la valeur de la requête.
- Cela n'utilise pas les index, à moins que vous ne créeiez un index fonctionnel avec la fonction `lower`.
- Si vous déclarez une colonne `UNIQUE` ou `PRIMARY KEY`, l'index généré implicitement est sensible à la casse. Il est donc inutile pour des recherches insensibles à la casse, et il ne va pas garantir l'unicité de manière insensible à la casse.

Le type de données `citext` vous permet d'éviter les appels à `lower` dans les requêtes SQL, et peut rendre une clé primaire insensible à la casse. `citext` tient compte de la locale, comme `text`, ce qui signifie que la comparaison entre caractères majuscules et minuscules dépend des règles de la locale paramétrée par `LC_CTYPE` de la base de données. Ici également, le comportement est identique à l'utilisation de la fonction `lower` dans les requêtes. Mais comme cela est fait de manière transparente par le type de données, vous n'avez pas à vous souvenir de faire quelque chose de particulier dans vos requêtes.

### F.8.2. Comment l'utiliser

Voici un exemple simple d'utilisation :

```
CREATE TABLE users (
 nick CITEXT PRIMARY KEY,
 pass TEXT NOT NULL
);

INSERT INTO users VALUES ('larry', md5(random()::text));
INSERT INTO users VALUES ('Tom', md5(random()::text));
INSERT INTO users VALUES ('Damian', md5(random()::text));
INSERT INTO users VALUES ('NEAL', md5(random()::text));
INSERT INTO users VALUES ('Bjørn', md5(random()::text));

SELECT * FROM users WHERE nick = 'Larry';
```

L'ordre `SELECT` va renvoyer un enregistrement, bien que la colonne `nick` ait été positionnée à `larry` et que la requête soit pour `Larry`.

### F.8.3. Comportement des comparaisons de chaînes

`citext` réalise des comparaisons en convertissant chaque chaîne en minuscule (comme si `lower` avait été appelé) puis en comparant normalement les résultats. Du coup, deux chaînes sont considérées égales si `lower` donne un résultat identique pour elles.

Afin d'émuler un tri insensible à la casse de la manière la plus fidèle possible, il existe des versions spécifiques à `citext` de plusieurs opérateurs et fonctions de traitement de chaînes. Ainsi, par exemple, les opérateurs pour les expressions rationnelles `~` et `~*` ont le même comportement quand ils sont appliqués au type `citext` : ils comparent tous les deux de manière insensible à la casse. Cela est aussi vrai pour `!~` et `!~*`, et également pour les opérateurs `LIKE`, `~~`, `~~*`, et `!~~` et `!~~*`. Si vous voulez faire une comparaison sensible à la casse, vous pouvez convertir dans un `text`.

De la même façon, toutes les fonctions ci-dessous font une comparaison insensible à la casse si leurs arguments sont de type `citext` :

- `regexp_matches()`

- `regexp_replace()`
- `regexp_split_to_array()`
- `regexp_split_to_table()`
- `replace()`
- `split_part()`
- `strpos()`
- `translate()`

Pour les fonctions `regexp`, si vous voulez effectuer des comparaisons sensibles à la casse, vous pouvez positionner l'indicateur « `c` » pour forcer une comparaison sensible à la casse. Sinon, si vous souhaitez un comportement sensible à la casse, vous devez convertir dans un type `text` avant d'utiliser une de ces fonctions.

## F.8.4. Limitations

- Le comportement de `citext` sur la sensibilité à la casse dépend du paramètre `LC_CTYPE` de votre base de données. Par conséquent, la manière dont il compare les valeurs est fixée lorsque la base de données est créée. Il n'est pas réellement insensible à la casse dans les termes définis par le standard Unicode. En pratique, ce que cela signifie est que, tant que vous êtes satisfait de votre tri, vous devriez être satisfait des comparaisons de `citext`. Mais si vous avez des données stockées dans différentes langues dans votre base, des utilisateurs de certains langages pourraient trouver que les résultats de leurs requêtes sont inattendus si le tri est déterminé pour un autre langage.
- À partir de PostgreSQL™, vous pouvez attacher une clause `COLLATE` aux colonnes `citext` ou à une valeur. Actuellement, les opérateurs `citext` honorent une valeur `COLLATE` différente de la valeur par défaut lors de la comparaison de chaînes. Par contre, la mise en minuscule se fait toujours à partir de la configuration `LC_CTYPE` de la base de données (c'est-à-dire comme si `COLLATE "default"` avait été donné). Cela pourrait changer dans une prochaine version pour que les deux étapes suivent la clause `COLLATE specification`.
- `citext` n'est pas aussi performant que `text` parce que les fonctions opérateurs et les fonctions de comparaison B-tree doivent faire des copies des données et les convertir en minuscules pour les comparaisons. C'est cependant légèrement plus efficace qu'utiliser `lower` pour obtenir des comparaisons insensibles à la casse.
- `citext` n'aide pas réellement dans un certain contexte. Vos données doivent être comparées de manière sensible à la casse dans certains contextes, et de manière sensible à la casse dans d'autres contextes. La réponse habituelle à cette question est d'utiliser le type `text` et d'utiliser manuellement la fonction `lower` lorsque vous avez besoin d'une comparaison insensible à la casse ; ceci fonctionne très bien si vous avez besoin peu fréquemment de comparaisons insensibles à la casse. Si vous avez besoin de comparaisons insensibles à la casse la plupart du temps, pensez à stocker les données en `citext` et à convertir explicitement les colonnes en `text` quand vous voulez une comparaison sensible à la casse. Dans les deux situations, vous aurez besoin de deux index si vous voulez que les deux types de recherche soient rapides.
- Le schéma contenant les opérateurs `citext` doit être dans le `search_path` (généralement `public`) ; dans le cas contraire, les opérateurs `text` sensibles à la casse seront appelés.

## F.8.5. Auteur

David E. Wheeler <[david@kineticode.com](mailto:david@kineticode.com)>

Inspiré par le module original `citext` par Donald Fraser.

## F.9. cube

Ce module code le type de données `cube` pour représenter des cubes à plusieurs dimensions.

### F.9.1. Syntaxe

Tableau F.3, « Représentations externes d'un cube » affiche les représentations externes valides pour le type `cube`. `x`, `y`, etc. dénotent des nombres flottants.

**Tableau F.3. Représentations externes d'un cube**

| Syntaxe externe                          | Signification                                                                                     |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $x$                                      | point uni-dimensionnel (ou interval unidimensionnel de longueur nulle)                            |
| $(x)$                                    | Identique à ci-dessus                                                                             |
| $x_1, x_2, \dots, x_n$                   | Un point dans un espace à $n$ dimensions, représenté en interne comme un cube de volume nul       |
| $(x_1, x_2, \dots, x_n)$                 | Identique à ci-dessus                                                                             |
| $(x), (y)$                               | Interval uni-dimensionnel débutant à $x$ et finissant à $y$ ou vice-versa ; l'ordre n'importe pas |
| $[(x), (y)]$                             | Identique à ci-dessus                                                                             |
| $(x_1, \dots, x_n), (y_1, \dots, y_n)$   | Cube à $n$ dimensions représenté par paires de coins diagonalement opposés                        |
| $[(x_1, \dots, x_n), (y_1, \dots, y_n)]$ | Identique à ci-dessus                                                                             |

L'ordre de saisie des coins opposés d'un cube n'a aucune importance. Les fonctions cube s'occupent de la bascule nécessaire à l'obtention d'une représentation uniforme « bas gauche, haut droit ». Quand les coins coïncident, le type cube enregistre un coin ainsi que le drapeau « is point » pour éviter de perdre de l'espace.

Les espaces sont ignorées,  $[(x), (y)]$  est donc identique à  $[(x), (y)]$ .

## F.9.2. Précision

Les valeurs sont enregistrées en interne sous la forme de nombres en virgule flottante. Cela signifie que les nombres avec plus de 16 chiffres significatifs sont tronqués.

## F.9.3. Utilisation

Tableau F.4, « Opérateurs pour cube » affiche les opérateurs fournis par le type cube.

Tableau F.4. Opérateurs pour cube

| Opérateur    | Résultat | Description                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $a = b$      | boolean  | Les cubes $a$ et $b$ sont identiques.                                                                                                                                                                                                                          |
| $a \&& b$    | boolean  | Les cubes $a$ et $b$ se chevauchent.                                                                                                                                                                                                                           |
| $a @> b$     | boolean  | Le cube $a$ contient le cube $b$ .                                                                                                                                                                                                                             |
| $a <@ b$     | boolean  | Le cube $a$ est contenu dans le cube $b$ .                                                                                                                                                                                                                     |
| $a < b$      | boolean  | Le cube $a$ est inférieur au cube $b$ .                                                                                                                                                                                                                        |
| $a <= b$     | boolean  | Le cube $a$ est inférieur au égal au cube $b$ .                                                                                                                                                                                                                |
| $a > b$      | boolean  | Le cube $a$ est plus grand que le cube $b$ .                                                                                                                                                                                                                   |
| $a >= b$     | boolean  | Le cube $a$ est plus grand ou égale au cube $b$ .                                                                                                                                                                                                              |
| $a <> b$     | boolean  | Le cube $a$ est différent du cube $b$ .                                                                                                                                                                                                                        |
| $a -> n$     | float8   | Obtient la $n$ -ième coordonnée du cube (compteur à partir de 1).                                                                                                                                                                                              |
| $a \sim > n$ | float8   | Obtient la $n$ -ième coordonnée entre la représentation « normalisée » du cube, dans lequel les coordonnées ont été réarrangées sous la forme « bas gauche -- haut droite » ; c'est-à-dire le point final le plus petit pour l'apparition de chaque dimension. |
| $a <-> b$    | float8   | Distance euclidienne entre $a$ et $b$ .                                                                                                                                                                                                                        |
| $a <\#> b$   | float8   | Distance Taxicab (métrique L-1) entre $a$ et $b$ .                                                                                                                                                                                                             |

| Opérateur | Résultat | Description                                       |
|-----------|----------|---------------------------------------------------|
| a <=> b   | float8   | Distance Chebyshev (métrique L-inf) entre a et b. |

(Avant PostgreSQL 8.2, les opérateurs de contenance @> et <@ étaient appelés respectivement @ et ~. Ces noms sont toujours disponibles mais sont déclarés obsolètes et seront supprimés un jour. Les anciens noms sont inversés par rapport à la convention suivie par les types de données géométriques !)

Les opérateurs d'ordre scalaire (<, >=, etc) n'ont pas réellement de sens pour tout sens pratique en dehors de tri. Ces opérateurs comparent tout d'abord les premiers coordonnées et, si ces derniers sont égaux, comparent les deuxièmes coordonnées. Ils existent principalement pour supporter la classe d'opérateur d'index b-tree pour cube, qui peut seulement être utile par exemple si vous souhaitez une contrainte UNIQUE sur une colonne cube.

Le module cube fournit aussi une classe d'opérateur pour index GiST pour les valeurs cube. Un index GiST peut être utilisé sur le type cube pour chercher des valeurs en utilisant les opérateurs =, &&, @> et <@ dans les clauses WHERE.

De plus, un index GiST cube peut être utilisé pour trouver les plus proches voisins en utilisant les opérateurs de métriques <->, <#> et <=> dans les clauses ORDER BY. Par exemple, le plus proche voisin du point 3-D (0.5, 0.5, 0.5) peut être trouvé de façon efficace avec :

```
SELECT c FROM test ORDER BY c <-> cube(array[0.5,0.5,0.5]) LIMIT 1;
```

L'opérateur ~> peut aussi être utilisé de cette façon pour récupérer efficacement les premières valeurs triées par une coordonnée sélectionnée. Par exemple, pour obtenir les quelques premiers cubes triés par la première coordonnée (coin bas gauche) ascendante, il est possible d'utiliser la requête suivante :

```
SELECT c FROM test ORDER BY c ~> 1 LIMIT 5;
```

Et pour obtenir des cubes 2-D triés par la première coordonnée du coin haut droit descendant :

```
SELECT c FROM test ORDER BY c ~> 3 DESC LIMIT 5;
```

Tableau F.5, « Fonctions cube » indique les fonctions disponibles.

**Tableau F.5. Fonctions cube**

| Fonction                   | Résultat | Description                                                                                                                                                                                                                                | Exemple                                          |
|----------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| cube(float8)               | cube     | Crée un cube uni-dimensionnel de coordonnées identiques.                                                                                                                                                                                   | cube(1) == '(1)'                                 |
| cube(float8, float8)       | cube     | Crée un cube uni-dimensionnel.                                                                                                                                                                                                             | cube(1,2) == '(1),(2)'                           |
| cube(float8[])             | cube     | Crée un cube de volume nul en utilisant les coordonnées définies par le tableau.                                                                                                                                                           | cube(ARRAY[1,2]) == '(1,2)'                      |
| cube(float8[], float8[])   | cube     | Crée un cube avec les coordonnées haut droit et bas gauche définies par deux tableaux de flottants, obligatoirement de même taille.                                                                                                        | cube(ARRAY[1,2], ARRAY[3,4]) == '(1,2),(3,4)'    |
| cube(cube, float8)         | cube     | Créer un nouveau cube en ajoutant une dimension à un cube existant, avec les mêmes valeurs pour les deux points finaux de la nouvelle coordonnée. Ceci est utile pour construire des cubes pièce par pièce à partir des valeurs calculées. | cube('(1,2),(3,4)::cube, 5) == '(1,2,5),(3,4,5)' |
| cube(cube, float8, float8) | cube     | Crée un nouveau cube en ajoutant une dimension à un cube                                                                                                                                                                                   | cube('(1,2),(3,4)::cube, 5, 6) ==                |

| Fonction                                             | Résultat | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Exemple                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                      |          | existant. Ceci est utile pour construire des cubes pièce par pièce à partir de valeurs calculées.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | '(1,2,5),(3,4,6)'                                                                                                                                            |
| <code>cube_dim(cube)</code>                          | integer  | Renvoie le nombre de dimensions du cube.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <code>cube_dim('(1,2),(3,4)') == '2'</code>                                                                                                                  |
| <code>cube_ll_coord(cube, integer)</code>            | float8   | Renvoie la $n$ -ième coordonnée pour le coin bas gauche du cube.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <code>cube_ll_coord('(1,2),(3,4)', 2) == '2'</code>                                                                                                          |
| <code>cube_ur_coord(cube, integer)</code>            | float8   | Renvoie la $n$ -ième valeur de coordonnée pour le coin haut à droite du cube.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <code>cube_ur_coord('(1,2),(3,4)', 2) == '4'</code>                                                                                                          |
| <code>cube_is_point(cube)</code>                     | boolean  | Renvoie true si le cube est un point, autrement dit si les deux coins de définition sont identiques.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                              |
| <code>cube_distance(cube, cube)</code>               | float8   | Renvoie la distance entre deux cubes. Si les deux cubes sont des points, il s'agit de la fonction de distance habituelle.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                              |
| <code>cube_subset(cube, integer[])</code>            | cube     | Crée un nouveau cube à partir d'un cube existant, en utilisant une liste d'index de dimension à partir d'un tableau. Peut être utilisé pour extraire les points finaux d'une seule dimension ou pour supprimer les dimensions ou pour les réordonner comme souhaité.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <code>cube_subset(cube('(1,3,5),(6,7,8)'), AR-RAY[2]) == '(3),(7)'<br/>cube_subset(cube('(1,3,5),(6,7,8)'), AR-RAY[3,2,1,1]) == '(5,3,1,1),(8,7,6,6)'</code> |
| <code>cube_union(cube, cube)</code>                  | cube     | Produit l'union de deux cubes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                              |
| <code>cube_inter(cube, cube)</code>                  | cube     | Produit l'intersection de deux cubes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                              |
| <code>cube_enlarge(cube, r double, n integer)</code> | cube     | Augmente la taille du cube suivant le radius $r$ spécifié sur au moins $n$ dimensions. Si le radius est négatif, le cube est réduit. Toutes les dimensions définies sont modifiées par le radius $r$ . Les coordonnées bas-gauche sont réduites de $r$ et les coordonnées haut-droite sont augmentées de $r$ . Si une coordonnée bas-gauche est augmentée suffisamment pour être plus importante que la coordonnée haute-droite (ceci peut seulement survenir quand $r < 0$ ), alors les deux coordonnées sont configurées avec leur moyenne. Si $n$ est supérieur au nombre de dimensions définies et que le cube est grossi ( $r > 0$ ), alors les dimensions supplémentaires sont ajoutées pour tout $n$ ; 0 est utilisé comme valeur initiale pour les coordonnées supplémentaires. Cette | <code>cube_enlarge('(1,2),(3,4)', 0.5, 3) == '(0.5,1.5,-0.5),(3.5,4.5,0.5)'</code>                                                                           |

| Fonction | Résultat | Description                                                                                                                | Exemple |
|----------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|          |          | fonction est utile pour créer les « bounding boxes » autour d'un point permettant de chercher les points les plus proches. |         |

## F.9.4. Par défaut

Le développeur pense que l'union :

```
select cube_union('(.5,2),(2,3,1)', '0');
cube_union

(0, 0, 0),(2, 5, 2)
(1 row)
```

n'est pas en contradiction avec le bon sens. Pas plus que l'intersection

```
select cube_inter('(-1,1)', '(-2), (2)');
cube_inter

(0, 0),(1, 0)
(1 row)
```

Dans toutes les opérations binaires sur des boîtes de tailles différentes, l'auteur suppose que la plus petite est une projection cartésienne, c'est-à-dire qu'il y a des zéros à la place des coordonnées omises dans la représentation sous forme de chaîne. Les exemples ci-dessus sont équivalents à :

```
cube_union('(.5,2),(2,3,1)', '(0,0,0),(0,0,0)');
cube_inter('(-1,1)', '(-2,0),(2,0)');
```

Le prédicat de contenu suivant utilise la syntaxe en points alors qu'en fait, le second argument est représenté en interne par une boîte. Cette syntaxe rend inutile la définition du type point et des fonctions pour les prédicats (boîte,point).

```
select cube_contains('(.0,.0),(1,1)', '0.5,0.5');
cube_contains

t
(1 row)
```

## F.9.5. Notes

Pour des exemples d'utilisation, voir les tests de régression `sql/cube.sql`.

Pour éviter toute mauvaise utilisation, le nombre de dimensions des cubes est limité à 100. Cela se configure dans `cubedata.h`.

## F.9.6. Crédits

Auteur d'origine : Gene Selkov, Jr. <[selkovjr@mcs.anl.gov](mailto:selkovjr@mcs.anl.gov)>, Mathematics and Computer Science Division, Argonne National Laboratory.

## F.9.7. Note de l'auteur

Mes remerciements vont tout particulièrement au professeur Joe Hellerstein (<http://db.cs.berkeley.edu/jmh/>) qui a su extraire l'idée centrale de GiST (<http://gist.cs.berkeley.edu/>), et à son étudiant précédent, Andy Dong pour son exemple rédigé dans Illustra. Mes remerciements vont également aux développeurs de PostgreSQL qui m'ont permis de créer mon propre monde et de pouvoir y vivre sans être dérangé. Toute ma gratitude aussi à Argonne Lab et au département américain de l'énergie pour les années de support dans mes recherches sur les bases de données.

Des modifications mineures ont été effectuées sur ce module par Bruno Wolff III <[bruno@wolff.to](mailto:bruno@wolff.to)> en août/septembre 2002. Elles incluent la modification de la précision (de simple à double) et l'ajout de quelques nouvelles fonctions.

Des mises à jour supplémentaires ont été réalisées par Joshua Reich <[josh@root.net](mailto:josh@root.net)> en juillet 2006. Elles concernent l'ajout de `cube(float8[], float8[])` et le nettoyage du code pour utiliser le protocole d'appel V1 à la place de la forme V0 maintenant obsolète.

## F.10. dblink

`dblink` est un module qui permet de se connecter à d'autres bases de données PostgreSQL™ depuis une session de base de données.

Voir aussi `postgres_fdw`, qui fournit à peu près les mêmes fonctionnalités en utilisant une infrastructure plus moderne et respectant les standards.

## Nom

`dblink_connect` — ouvre une connexion persistante vers une base de données distante.

## Synopsis

```
dblink_connect(text connstr) returns text
dblink_connect(text connname, text connstr) returns text
```

## Description

`dblink_connect()` établit une connexion à une base de données PostgreSQL™ distante. Le serveur et la base de données à contacter sont identifiées par une chaîne de connexion standard de la libpq. Il est possible d'affecter un nom à la connexion. Plusieurs connexions nommées peuvent être ouvertes en une seule fois, mais il ne peut y avoir qu'une seule connexion anonyme à la fois. Toute connexion est maintenue jusqu'à ce qu'elle soit close ou que la session de base de données soit terminée.

La chaîne de connexion peut aussi être le nom d'un serveur distant existant. Il est recommandé d'utiliser le foreign-data wrapper `dblink_fdw` lors de la définition du serveur distant. Voir l'exemple ci-dessous ainsi que CREATE SERVER(7) et CREATE USER MAPPING(7).

## Arguments

### *connname*

Le nom à utiliser pour la connexion ; en cas d'omission, une connexion sans nom est ouverte, qui remplace toute autre connexion sans nom.

### *connstr*

Chaîne de connexion au format standard de la libpq, par exemple `hostaddr=127.0.0.1 port=5432 dbname=mabase user=postgres password=monmotdepasse`. Pour les détails, voir Section 32.1.1, « Chaînes de connexion ». Sinon, il est possible de donner le nom d'un serveur distant.

## Valeur de retour

Renvoie le statut qui est toujours OK (puisque toute erreur amène la fonction à lever une erreur, sans retour).

## Notes

Seuls les super-utilisateurs peuvent utiliser `dblink_connect` pour créer des connexions authentifiées sans mot de passe. Si des utilisateurs standard ont ce besoin, il faut utiliser la fonction `dblink_connect_u` à sa place.

Il est déconseillé de choisir des noms de connexion contenant des signes d'égalité car ils peuvent introduire des risques de confusion avec les chaînes de connexion dans les autres fonctions `dblink`.

## Exemple

```
SELECT dblink_connect('dbname=postgres');
dblink_connect

OK
(1 row)

SELECT dblink_connect('myconn', 'dbname=postgres');
dblink_connect

OK
(1 row)

-- Fonctionnalité FOREIGN DATA WRAPPER
-- Note : la connexion locale nécessite l'authentification password pour que
-- cela fonctionne correctement
-- Sinon, vous recevrez le message d'erreur suivant provenant de
-- dblink_connect() :

```

```

-- ERROR: password is required
-- DETAIL: Non-superuser cannot connect if the server does not request a
password.
-- HINT: Target server's authentication method must be changed.
CREATE SERVER fdtest FOREIGN DATA WRAPPER dblink_fdw OPTIONS (hostaddr '127.0.0.1',
dbname 'contrib_regression');

CREATE USER regress_dblink_user WITH PASSWORD 'secret';
CREATE USER MAPPING FOR regress_dblink_user SERVER fdtest OPTIONS (user
'regress_dblink_user', password 'secret');
GRANT USAGE ON FOREIGN SERVER fdtest TO regress_dblink_user;
GRANT SELECT ON TABLE foo TO regress_dblink_user;

\set ORIGINAL_USER :USER
\c - regress_dblink_user
SELECT dblink_connect('myconn', 'fdtest');
 dblink_connect

OK
(1 row)

SELECT * FROM dblink('myconn', 'SELECT * FROM foo') AS t(a int, b text, c text[]);
-----+-----+
 a | b | c
-----+
 0 | a | {a0,b0,c0}
 1 | b | {a1,b1,c1}
 2 | c | {a2,b2,c2}
 3 | d | {a3,b3,c3}
 4 | e | {a4,b4,c4}
 5 | f | {a5,b5,c5}
 6 | g | {a6,b6,c6}
 7 | h | {a7,b7,c7}
 8 | i | {a8,b8,c8}
 9 | j | {a9,b9,c9}
10 | k | {a10,b10,c10}
(11 rows)

\c - :ORIGINAL_USER
REVOKE USAGE ON FOREIGN SERVER fdtest FROM regress_dblink_user;
REVOKE SELECT ON TABLE foo FROM regress_dblink_user;
DROP USER MAPPING FOR regress_dblink_user SERVER fdtest;
DROP USER regress_dblink_user;
DROP SERVER fdtest;

```

## Nom

`dblink_connect_u` — ouvre une connexion distante à une base de données de façon non sécurisée.

## Synopsis

```
dblink_connect_u(text connstr) returns text
dblink_connect_u(text connname, text connstr) returns text
```

## Description

`dblink_connect_u()` est identique à `dblink_connect()`, à ceci près qu'elle permet à des utilisateurs non-privilégiés de se connecter par toute méthode d'authentification.

Si le serveur distant sélectionne une méthode d'authentification qui n'implique pas de mot de passe, une impersonnalisation et une escalade de droits peut survenir car la session semble émaner de l'utilisateur qui exécute le serveur PostgreSQL™ local. De plus, même si le serveur distant réclame un mot de passe, il est possible de fournir le mot de passe à partir de l'environnement du serveur, par exemple en utilisant un fichier `~/.pgpass` appartenant à l'utilisateur du serveur. Cela apporte un risque supplémentaire d'impersonnification, sans parler de la possibilité d'exposer un mot de passe sur un serveur distant qui ne mérite pas votre confiance. C'est pourquoi, `dblink_connect_u()` est installé initialement sans aucun droit pour PUBLIC, ce qui restreint son utilisation aux seuls super-utilisateurs. Dans certaines cas, le droit EXECUTE sur `dblink_connect_u()` peut être accordé à quelque utilisateur spécifique digne de confiance, mais cela doit se faire avec une extrême prudence. Il est aussi recommandé que tout fichier `~/.pgpass` appartenant à l'utilisateur du serveur ne contienne *pas* de joker dans le nom de l'hôte.

Pour plus de détails, voir `dblink_connect()`.

## Nom

`dblink_disconnect` — ferme une connexion persistante vers une base de données distante.

## Synopsis

```
dblink_disconnect() returns text
dblink_disconnect(text connname) returns text
```

## Description

`dblink_disconnect()` ferme une connexion ouverte par `dblink_connect()`. La forme sans argument ferme une connexion non nommée.

## Arguments

*connname*

Le nom de la connexion à fermer

## Valeur de retour

Renvoie le statut qui est toujours OK (puisque toute erreur amène la fonction à lever une erreur, sans retour).

## Exemple

```
SELECT dblink_disconnect();
 dblink_disconnect

 OK
(1 row)

SELECT dblink_disconnect('myconn');
 dblink_disconnect

 OK
(1 row)
```

## Nom

`dblink` — exécute une requête sur une base de données distante

## Synopsis

```
dblink(text connname, text sql [, bool fail_on_error]) returns setof record
dblink(text connstr, text sql [, bool fail_on_error]) returns setof record
dblink(text sql [, bool fail_on_error]) returns setof record
```

## Description

`dblink` exécute une requête (habituellement un **SELECT**, mais toute instruction SQL qui renvoie des lignes est valable) sur une base de données distante.

Si deux arguments text sont présents, le premier est d'abord considéré comme nom de connexion persistante ; si cette connexion est trouvée, la commande est exécutée sur cette connexion. Dans le cas contraire, le premier argument est considéré être une chaîne de connexion comme dans le cas de `dblink_connect`, et la connexion indiquée n'est conservée que pour la durée d'exécution de cette commande.

## Arguments

*connname*

Le nom de la connexion à utiliser ; ce paramètre doit être omis pour utiliser une connexion sans nom.

*connstr*

Une chaîne de connexion similaire à celle décrite précédemment pour `dblink_connect`.

*sql*

L'instruction SQL à exécuter sur l'hôte distant, par exemple `select * from foo`.

*fail\_on\_error*

Si true (valeur par défaut en cas d'omission), une erreur distante est reportée localement comme une erreur. Dans le cas contraire, un message d'erreur distant est traité localement comme un message de type NOTICE, et la fonction ne retourne aucune ligne.

## Valeur de retour

La fonction renvoie les lignes produites par la requête. Comme `dblink` peut être utilisée avec toute requête, elle est déclarée comme renvoyant le type record, plutôt que de préciser un ensemble particulier de colonnes. Cela signifie que l'ensemble des colonnes attendues doit être précisé dans la requête appelante -- sinon PostgreSQL™ ne sait pas quoi attendre. Voici un exemple :

```
SELECT *
 FROM dblink('dbname=mydb', 'select proname, prosrc from pg_proc')
 AS t1(proname name, prosrc text)
 WHERE proname LIKE 'bytea%';
```

La partie « alias » de la clause FROM doit spécifier les noms et types des colonnes renournés par la fonction. (La précision des noms des colonnes dans un alias est une syntaxe du standard SQL mais la précision des types des colonnes est une extension PostgreSQL™.) Cela permet au système de savoir comment étendre \*, et à quoi correspond proname dans la clause WHERE avant de tenter l'exécution de la fonction. À l'exécution, une erreur est renvoyée si le nombre de colonnes du résultat effectif de la requête sur la base de données distante diffère de celui indiqué dans la clause FROM. Les noms de colonnes n'ont pas besoin de correspondre et `dblink` n'impose pas une correspondance exacte des types. L'opération réussit si les chaînes de données renvoyées sont valides pour le type déclaré dans la clause FROM.

## Notes

Il est souvent plus pratique de créer une vue pour utiliser `dblink` avec des requêtes prédéterminées. Cela permet de laisser la vue gérer le type de la colonne plutôt que d'avoir à le saisir pour chaque requête. Par exemple :

```
CREATE VIEW myremote_pg_proc AS
```

```

SELECT *
 FROM dblink('dbname=postgres', 'select proname, prosrc from pg_proc')
 AS t1(proname name, prosrc text);

SELECT * FROM myremote_pg_proc WHERE proname LIKE 'bytea%';

```

## Exemple

```

SELECT * FROM dblink('dbname=postgres', 'select proname, prosrc from pg_proc')
 AS t1(proname name, prosrc text) WHERE proname LIKE 'bytea%';
 proname | prosrc
-----+-----
byteacat | byteacat
byteaeq | byteaeq
bytealt | bytealt
byteale | byteale
byteagt | byteagt
byteage | byteage
byteane | byteane
byteacmp | byteacmp
bytealike| bytealike
byteanlike| byteanlike
byteain | byteain
byteaout | byteaout
(12 rows)

SELECT dblink_connect('dbname=postgres');
dblink_connect

OK
(1 row)

SELECT * FROM dblink('select proname, prosrc from pg_proc')
 AS t1(proname name, prosrc text) WHERE proname LIKE 'bytea%';
 proname | prosrc
-----+-----
byteacat | byteacat
byteaeq | byteaeq
bytealt | bytealt
byteale | byteale
byteagt | byteagt
byteage | byteage
byteane | byteane
byteacmp | byteacmp
bytealike| bytealike
byteanlike| byteanlike
byteain | byteain
byteaout | byteaout
(12 rows)

SELECT dblink_connect('myconn', 'dbname=regression');
dblink_connect

OK
(1 row)

SELECT * FROM dblink('myconn', 'select proname, prosrc from pg_proc')
 AS t1(proname name, prosrc text) WHERE proname LIKE 'bytea%';
 proname | prosrc
-----+-----
bytearecv | bytearecv
byteasend | byteasend
byteale | byteale
byteagt | byteagt
byteage | byteage
byteane | byteane
byteacmp | byteacmp

```

|            |            |
|------------|------------|
| bytealike  | bytealike  |
| byteanlike | byteanlike |
| byteacat   | byteacat   |
| byteaeq    | byteaeq    |
| bytealt    | bytealt    |
| byteain    | byteain    |
| byteaout   | byteaout   |
| (14 rows)  |            |

## Nom

`dblink_exec` — exécute une commande sur une base de données distante

## Synopsis

```
dblink_exec(text connname, text sql [, bool fail_on_error]) returns text
dblink_exec(text connstr, text sql [, bool fail_on_error]) returns text
dblink_exec(text sql [, bool fail_on_error]) returns text
```

## Description

`dblink_exec` exécute une commande (c'est-à-dire toute instruction SQL qui ne renvoie pas de lignes) dans une base de données distante.

Quand deux arguments de type text sont fournis, le premier est d'abord considéré comme nom d'une connexion persistante ; si cette connexion est trouvée, la commande est exécutée sur cette connexion. Dans le cas contraire, le premier argument est traitée comme une chaîne de connexion pour `dblink_connect`, et la connexion indiquée n'est maintenue que pour la durée d'exécution de cette commande.

## Arguments

### *connname*

Le nom de la connexion à utiliser ; ce paramètre doit être omis pour utiliser une connexion sans nom.

### *connstr*

Une chaîne de connexion similaire à celle décrite précédemment pour `dblink_connect`.

### *sql*

La commande SQL à exécuter sur la base de données distante ; par exemple `INSERT INTO foo VALUES(0, 'a', '{"a0", "b0", "c0"}')`.

### *fail\_on\_error*

Si true (valeur par défaut en cas d'omission), une erreur distante est reportée localement comme une erreur locale. Dans le cas contraire, un message d'erreur distant est traité localement comme un message de type NOTICE, et la valeur de retour de la fonction est positionné à ERROR.

## Valeur de retour

Renvoie le statut de la commande ou ERROR en cas d'échec.

## Exemple

```
SELECT dblink_connect('dbname=dblink_test_standby');
dblink_connect

OK
(1 row)

SELECT dblink_exec('insert into foo values(21, ''z'', ''{"a0", "b0", "c0"}'')');
dblink_exec

INSERT 943366 1
(1 row)

SELECT dblink_connect('myconn', 'dbname=regression');
dblink_connect

OK
(1 row)

SELECT dblink_exec('myconn', 'insert into foo values(21, ''z'', ''{"a0", "b0", "c0"}'')');
dblink_exec
```

```

INSERT 6432584 1
(1 row)

SELECT dblink_exec('myconn', 'insert into pg_class values (''foo''),false);
NOTICE: sql error
DETAIL: ERROR: null value in column "relnamespace" violates not-null constraint

dblink_exec

ERROR
(1 row)
```

## Nom

`dblink_open` — ouvre un curseur sur une base de données distante

## Synopsis

```
dblink_open(text cursorname, text sql [, bool fail_on_error]) returns text
dblink_open(text connname, text cursorname, text sql [, bool fail_on_error])
returns text
```

## Description

`dblink_open()` ouvre un curseur sur une base de données distante. Le curseur peut ensuite être manipulé avec `dblink_fetch()` et `dblink_close()`.

## Arguments

*connname*

Le nom de la connexion à utiliser ; ce paramètre doit être omis pour utiliser une connexion sans nom.

*cursorname*

Nom à affecter au curseur.

*sql*

L'instruction **SELECT** à exécuter sur l'hôte distant, par exemple `SELECT * FROM pg_class`.

*fail\_on\_error*

Si true (valeur par défaut en cas d'omission), une erreur distante est reportée localement comme une erreur locale. Dans le cas contraire, un message d'erreur distant est traité localement comme un message de type NOTICE, et la valeur de retour de la fonction est positionnée à ERROR.

## Valeur de retour

Renvoie le statut, soit OK soit ERROR.

## Notes

Puisqu'un curseur ne peut persister qu'au sein d'une transaction, `dblink_open` lance un bloc de transaction explicite (**BEGIN**) côté distant, si le côté distant n'est pas déjà à l'intérieur d'une transaction. Cette transaction est refermée à l'exécution de l'instruction `dblink_close`. Si `dblink_exec` est utilisée pour modifier les données entre `dblink_open` et `dblink_close`, et qu'une erreur survient ou que `dblink_disconnect` est utilisé avant `dblink_close`, les modifications sont perdues car la transaction est annulée.

## Exemple

```
SELECT dblink_connect('dbname=postgres');
dblink_connect

OK
(1 row)

SELECT dblink_open('foo', 'select proname, prosrc from pg_proc');
dblink_open

OK
(1 row)
```

## Nom

`dblink_fetch` — renvoie des lignes à partir d'un curseur ouvert sur une base de données distante

## Synopsis

```
dblink_fetch(text cursorname, int howmany [, bool fail_on_error]) returns setof record
dblink_fetch(text connname, text cursorname, int howmany [, bool fail_on_error])
returns setof record
```

## Description

`dblink_fetch` récupère des lignes à partir d'un curseur déjà ouvert par `dblink_open`.

## Arguments

*connname*

Nom de la connexion à utiliser ; ce paramètre doit être omis pour utiliser une connexion sans nom.

*cursorname*

Le nom du curseur à partir duquel récupérer les lignes.

*howmany*

Nombre maximum de lignes à récupérer. Les *howmany* lignes suivantes sont récupérées, en commençant à la position actuelle du curseur, vers l'avant. Une fois le curseur arrivé à la fin, aucune ligne supplémentaire n'est renvoyée.

*fail\_on\_error*

Si true (valeur par défaut en cas d'omission), une erreur distante est reportée localement comme une erreur locale. Dans le cas contraire, un message d'erreur distant est traité localement comme un message de type NOTICE, et la fonction ne retourne aucune ligne.

## Valeur de retour

La fonction renvoie les lignes récupérées à partir du curseur. Pour utiliser cette fonction, l'ensemble des colonnes attendues doit être spécifié, comme décrit précédemment pour `dblink`.

## Notes

Si le nombre de colonnes de retour spécifiées dans la clause FROM, et le nombre réel de colonnes renvoyées par le curseur distant diffèrent, une erreur est remontée. Dans ce cas, le curseur distant est tout de même avancé du nombre de lignes indiqué, comme si l'erreur n'avait pas eu lieu. Il en est de même pour toute autre erreur survenant dans la requête locale après l'exécution du **FETCH** distant.

## Exemple

```
SELECT dblink_connect('dbname=postgres');
dblink_connect

OK
(1 row)

SELECT dblink_open('foo', 'select proname, prosrc from pg_proc where proname like
''bytea%'''');
dblink_open

OK
(1 row)

SELECT * FROM dblink_fetch('foo', 5) AS (funcname name, source text);
funcname | source
-----+-----
byteacat | byteacat
```

```
byteacmp | byteacmp
byteaeq | byteaeq
byteage | byteage
byteagt | byteagt
(5 rows)

SELECT * FROM dblink_fetch('foo', 5) AS (funcname name, source text);
 funcname | source
-----+-----
byteain | byteain
byteale | byteale
bytealike | bytealike
bytealt | bytealt
byteane | byteane
(5 rows)

SELECT * FROM dblink_fetch('foo', 5) AS (funcname name, source text);
 funcname | source
-----+-----
byteanlike | byteanlike
byteaout | byteaout
(2 rows)

SELECT * FROM dblink_fetch('foo', 5) AS (funcname name, source text);
 funcname | source
-----+-----
(0 rows)
```

## Nom

`dblink_close` — ferme un curseur sur une base de données distante

## Synopsis

```
dblink_close(text cursorname [, bool fail_on_error]) returns text
dblink_close(text connname, text cursorname [, bool fail_on_error]) returns text
```

## Description

`dblink_close` ferme un curseur précédemment ouvert avec `dblink_open`.

## Arguments

*connname*

Le nom de la connexion à utiliser ; ce paramètre doit être omis pour utiliser une connexion sans nom.

*cursorname*

Nom du curseur à fermer.

*fail\_on\_error*

Si true (valeur par défaut en cas d'omission), une erreur distante est reportée localement comme une erreur. Dans le cas contraire, un message d'erreur distant est traité localement comme un message de type NOTICE, et la valeur de retour est positionnée à ERROR.

## Valeur de retour

Renvoie le statut, soit OK soit ERROR.

## Notes

Si `dblink_open` a ouvert un bloc de transaction explicite, et que c'est le dernier curseur ouvert restant dans cette connexion, `dblink_close` exécute le **COMMIT** correspondant.

## Exemple

```
SELECT dblink_connect('dbname=postgres');
dblink_connect

OK
(1 row)

SELECT dblink_open('foo', 'select proname, prosrc from pg_proc');
dblink_open

OK
(1 row)

SELECT dblink_close('foo');
dblink_close

OK
(1 row)
```

## Nom

`dblink_get_connections` — renvoie les noms de toutes les connexions nommées ouvertes

## Synopsis

```
dblink_get_connections() returns text[]
```

## Description

`dblink_get_connections` renvoie un tableau contenant le nom de toutes les connexions nommées ouvertes de `dblink`.

## Valeur de retour

Renvoie un tableau texte des noms des connexions, ou `NULL` s'il n'y en a pas.

## Exemple

```
SELECT dblink_get_connections();
```

## Nom

`dblink_error_message` — récupère le dernier message d'erreur sur la connexion nommée

## Synopsis

```
dblink_error_message(text connname) returns text
```

## Description

`dblink_error_message` récupère le dernier message d'erreur sur une connexion donnée.

## Arguments

*connname*

Nom de la connexion à utiliser.

## Return Value

Renvoie le dernier message, ou une chaîne vide s'il n'y a pas eu d'erreur sur cette connexion.

## Exemple

```
SELECT dblink_error_message('dtest1');
```

## Nom

`dblink_send_query` — envoie une requête asynchrone à une base de données distante

## Synopsis

```
dblink_send_query(text connname, text sql) returns int
```

## Description

`dblink_send_query` envoie une requête à exécuter de façon asynchrone, c'est-à-dire sans attendre immédiatement le résultat. Il ne doit pas déjà exister de requête asynchrone en exécution sur la connexion.

Après l'envoi réussi d'une requête asynchrone, le statut de fin d'exécution de la requête se vérifie avec `dblink_is_busy`, et les résultats sont finalement récupérés avec `dblink_get_result`. Il est aussi possible de tenter l'annulation d'une requête asynchrone active en utilisant `dblink_cancel_query`.

## Arguments

*connname*

Le nom de la connexion à utiliser.

*sql*

L'instruction SQL à exécuter dans la base de données distante, par exemple `select * from pg_class`.

## Valeur de retour

Renvoie 1 si la requête a été envoyée avec succès, 0 sinon.

## Exemple

```
SELECT dblink_send_query('dtest1', 'SELECT * FROM foo WHERE f1 < 3');
```

## Nom

`dblink_is_busy` — vérifie si la connexion est occupée par le traitement d'une requête asynchrone

## Synopsis

```
dblink_is_busy(text connname) returns int
```

## Description

`dblink_is_busy` teste si une requête asynchrone est en cours d'exécution.

## Arguments

*connname*

Le nom de la connexion à vérifier.

## Valeur de retour

Renvoie 1 si la connexion est occupée, 0 dans le cas contraire. Si cette fonction renvoie 0, il est garanti que l'appel à `dblink_get_result` ne bloque pas.

## Exemple

```
SELECT dblink_is_busy('dtest1');
```

## Nom

`dblink_get_notify` — récupère les notifications asynchrones sur une connection

## Synopsis

```
dblink_get_notify() returns setof (notify_name text, be_pid int, extra text)
dblink_get_notify(text connname) returns setof (notify_name text, be_pid int, extra
text)
```

## Description

`dblink_get_notify` récupère les notifications soit sur une connexion anonyme (sans nom), soit sur une connexion nommée si le nom est précisé. Pour recevoir des notifications via dblink, LISTEN doit d'abord être lancé en utilisant `dblink_exec`. Pour les détails, voir LISTEN(7) et NOTIFY(7).

## Arguments

*connname*

Le nom d'une connexion nommée qui veut récupérer les notifications.

## Valeur de retour

Renvoit setof (notify\_name text, be\_pid int, extra text) ou un ensemble vide.

## Exemple

```
SELECT dblink_exec('LISTEN virtual');
dblink_exec

LISTEN
(1 row)

SELECT * FROM dblink_get_notify();
 notify_name | be_pid | extra
-----+-----+-----+
(0 rows)

NOTIFY virtual;
NOTIFY

SELECT * FROM dblink_get_notify();
 notify_name | be_pid | extra
-----+-----+-----+
 virtual | 1229 |
(1 row)
```

## Nom

`dblink_get_result` — récupère le résultat d'une requête asynchrone

## Synopsis

```
dblink_get_result(text connname [, bool fail_on_error]) returns setof record
```

## Description

`dblink_get_result` récupère le résultat d'une requête asynchrone précédemment envoyée avec `dblink_send_query`. Si la requête n'est pas terminée, `dblink_get_result` en attend la fin.

## Arguments

*connname*

Le nom de la connexion à utiliser.

*fail\_on\_error*

Si true (valeur par défaut en cas d'omission), une erreur distante est reportée localement comme une erreur locale. Dans le cas contraire, un message d'erreur distant est traité localement comme un message de type NOTICE, et la fonction ne retourne aucune ligne.

## Valeur de retour

Pour une requête asynchrone (c'est-à-dire une instruction SQL renvoyant des lignes), la fonction renvoie les lignes produites par la requête. Pour utiliser cette fonction, il faut spécifier l'ensemble des colonnes attendues, comme indiqué pour `dblink`.

Pour une commande asynchrone (c'est-à-dire une instruction SQL ne renvoyant aucune ligne), la fonction renvoie une seule ligne avec une colonne texte contenant la chaîne de statut de la commande. Il est impératif d'indiquer dans la clause FROM appelante que le résultat est constitué d'une unique colonne texte .

## Notes

Cette fonction *doit* être appelée si `dblink_send_query` a renvoyé 1. Elle doit l'être une fois pour chaque requête envoyée, et une fois de plus pour obtenir un ensemble vide, avant de pouvoir utiliser à nouveau la connexion.

Lorsqu'on utilise `dblink_send_query` et `dblink_get_result`, `dblink` récupère l'intégralité de la requête avant de les renvoyer au système local. Si la requête renvoie un grand nombre de lignes, cela peut conduire à une surcharge temporaire de la mémoire dans la session locale. Il peut être préférable d'ouvrir un curseur avec `dblink_open` puis de récupérer un nombre gérable de lignes. Sinon, vous pouvez utiliser un simple `dblink()`, qui évite la surcharge de la mémoire en mettant en attente de gros ensembles de résultats sur disque.

## Exemple

```
contrib_regression=# SELECT dblink_connect('dtest1', 'dbname=contrib_regression');
dblink_connect

OK
(1 row)

contrib_regression=# SELECT * FROM
contrib_regression-# dblink_send_query('dtest1', 'select * from foo where f1 < 3') AS
t1;
t1

 1
(1 row)

contrib_regression=# SELECT * FROM dblink_get_result('dtest1') AS t1(f1 int, f2 text,
f3 text[]);
 f1 | f2 | f3

```

```
-----+-----+-----+
 0 | a | {a0,b0,c0}
 1 | b | {a1,b1,c1}
 2 | c | {a2,b2,c2}
(3 rows)

contrib_regression=# SELECT * FROM dblink_get_result('dtest1') AS t1(f1 int, f2 text,
f3 text[]);
 f1 | f2 | f3
-----+-----+
(0 rows)

contrib_regression=# SELECT * FROM
contrib_regression=# dblink_send_query('dtest1', 'select * from foo where f1 < 3;
select * from foo where f1 > 6') AS t1;
t1

 1
(1 row)

contrib_regression=# SELECT * FROM dblink_get_result('dtest1') AS t1(f1 int, f2 text,
f3 text[]);
 f1 | f2 | f3
-----+-----+
 0 | a | {a0,b0,c0}
 1 | b | {a1,b1,c1}
 2 | c | {a2,b2,c2}
(3 rows)

contrib_regression=# SELECT * FROM dblink_get_result('dtest1') AS t1(f1 int, f2 text,
f3 text[]);
 f1 | f2 | f3
-----+-----+
 7 | h | {a7,b7,c7}
 8 | i | {a8,b8,c8}
 9 | j | {a9,b9,c9}
10 | k | {a10,b10,c10}
(4 rows)

contrib_regression=# SELECT * FROM dblink_get_result('dtest1') AS t1(f1 int, f2 text,
f3 text[]);
 f1 | f2 | f3
-----+-----+
(0 rows)
```

## Nom

`dblink_cancel_query` — annule toute requête en cours d'exécution sur la connexion nommée

## Synopsis

```
dblink_cancel_query(text connname) returns text
```

## Description

`dblink_cancel_query` tente d'annuler toute requête en cours d'exécution sur la connexion nommée. La réussite de la fonction n'est pas assurée (la requête distante pourrait, par exemple, être déjà terminée). Une demande d'annulation augmente simplement la probabilité que la requête échoue rapidement. Le protocole de requête normal doit toujours être terminé, par exemple en appelant `dblink_get_result`.

## Arguments

*connname*

Le nom de la connexion à utiliser.

## Valeur de retour

Renvoie OK si la demande d'annulation a été envoyée, ou le texte d'un message d'erreur en cas d'échec.

## Exemple

```
SELECT dblink_cancel_query('dtest1');
```

## Nom

`dblink_get_pkey` — renvoie la position et le nom des champs de clé primaire d'une relation

## Synopsis

```
dblink_get_pkey(text relname) returns setof dblink_pkey_results
```

## Description

`dblink_get_pkey` fournit des informations sur la clé primaire d'une relation de la base de données locale. Il est parfois utile de produire des requêtes à transmettre à des bases distantes.

## Arguments

*relname*

Le nom d'une relation locale, par exemple `foo` ou `monschema.matable`. Ajouter des guillemets doubles si le nom a une casse mixte, ou contient des caractères spéciaux, par exemple "`FooBar`" ; sans guillemets, la chaîne est forcée en minuscule.

## Valeur de retour

Renvoie une ligne pour chaque champ de clé primaire, ou aucune ligne si la relation n'a pas de clé primaire. Le type de ligne résultante est défini ainsi :

```
CREATE TYPE dblink_pkey_results AS (position int, colname text);
```

La colonne `position` comme à 1 et va jusqu'à *N* ; elle correspond au numéro du champ dans la clé primaire, pas au numéro de colonne dans la liste des colonnes de la table.

## Exemple

```
CREATE TABLE foobar (
 f1 int,
 f2 int,
 f3 int,
 PRIMARY KEY (f1, f2, f3)
);
CREATE TABLE

SELECT * FROM dblink_get_pkey('foobar');
 position | colname
-----+-----
 1 | f1
 2 | f2
 3 | f3
(3 rows)
```

## Nom

`dblink_build_sql_insert` — construit une instruction d'insertion en utilisant un tuple local, remplaçant les valeurs des champs de la clé primaire avec les valeurs fournies

## Synopsis

```
dblink_build_sql_insert(text relname,
 int2vector primary_key_attnums,
 integer num_primary_key_atts,
 text[] src_pk_att_vals_array,
 text[] tgt_pk_att_vals_array) returns text
```

## Description

`dblink_build_sql_insert` peut être utile pour réaliser une réPLICATION sélective d'une table locale vers une base distante. Elle sélectionne une ligne de la table locale sur la base de la clé primaire et construit une commande SQL **INSERT** qui duplique cette ligne, mais avec pour valeurs de clé primaire celles du dernier argument. (Pour réaliser une copie exacte de la ligne, il suffit d'indiquer les mêmes valeurs pour les deux derniers arguments.)

## Arguments

### *relname*

Le nom d'une relation locale, par exemple `foo` ou `monschema.matable`. Ajouter des guillemets doubles si le nom est en casse mixte ou contient des caractères spéciaux, par exemple `"FooBar"` ; sans guillemets, la chaîne est forcée en minuscule.

### *primary\_key\_attnums*

Les numéros des attributs (commençant à 1) des champs de la clé primaire, par exemple `1 2`.

### *num\_primary\_key\_atts*

Le nombre de champs de la clé primaire.

### *src\_pk\_att\_vals\_array*

Les valeurs des champs de la clé primaire à utiliser pour identifier le tuple local. Chaque champ est représenté dans sa forme textuelle. Une erreur est renvoyée s'il n'y a pas de lignes locales avec ces valeurs de clé primaire.

### *tgt\_pk\_att\_vals\_array*

Les valeurs des champs de la clé primaire à placer dans la commande **INSERT** résultante. Chaque champ est représenté dans sa forme textuelle.

## Valeur de retour

Renvoie l'instruction SQL demandée en tant que texte.

## Notes

À partir de PostgreSQL™ 9.0, les numéros des attributs dans *primary\_key\_attnums* sont interprétés comme des numéros logiques de colonnes correspondant à la position de la colonne dans `SELECT * FROM relation`. Les versions précédentes interprétaient les numéros comme des positions physiques de colonnes. Une différence existe si une des colonnes à gauche de la colonne indiquée a été supprimé de la table.

## Exemple

```
SELECT dblink_build_sql_insert('foo', '1 2', 2, '{"1", "a"}', '{"1", "b''a"}');
dblink_build_sql_insert

 INSERT INTO foo(f1,f2,f3) VALUES('1','b''a','1')
(1 row)
```

## Nom

`dblink_build_sql_delete` — construit une instruction de suppression en utilisant les valeurs fournies pour les champs de la clé primaire

## Synopsis

```
dblink_build_sql_delete(text relname,
 int2vector primary_key_attnums,
 integer num_primary_key_atts,
 text[] tgt_pk_att_vals_array) returns text
```

## Description

`dblink_build_sql_delete` peut être utile pour réaliser une réPLICATION séLECTIVE d'une table locale vers une base distante. Elle construit une commande SQL **DELETE** qui supprime la ligne avec les valeurs indiquées de clé primaire.

## Arguments

### *relname*

Le nom d'une relation locale, par exemple `foo` ou `monschema.matable`. Ajouter des guillemets doubles si le nom est en casse mixte ou contient des caractères spéciaux, par exemple `"FooBar"` ; sans guillemets, la chaîne est forcée en minuscule.

### *primary\_key\_attnums*

Les numéros des attributs (commençant à 1) des champs de la clé primaire, par exemple `1 2`.

### *num\_primary\_key\_atts*

Le nombre de champs de la clé primaire.

### *tgt\_pk\_att\_vals\_array*

Les valeurs de champs de la clé primaire, à utiliser dans la commande **DELETE** résultante. Chaque champ est représenté dans sa forme textuelle.

## Valeur de retour

Renvoie l'instruction SQL demandée en tant que texte.

## Notes

À partir de PostgreSQL™ 9.0, les numéros des attributs dans *primary\_key\_attnums* sont interprétés comme des numéros logiques de colonnes correspondant à la position de la colonne dans `SELECT * FROM relation`. Les versions précédentes interprétaient les numéros comme des positions physiques de colonnes. Une différence existe si une des colonnes à gauche de la colonne indiquée a été supprimé de la table.

## Exemple

```
SELECT dblink_build_sql_delete('"MyFoo"', '1 2', 2, '{"1", "b"}');
 dblink_build_sql_delete

 DELETE FROM "MyFoo" WHERE f1='1' AND f2='b'
(1 row)
```

## Nom

`dblink_build_sql_update` — construit une instruction de mise à jour à partir d'un tuple local, en remplaçant les valeurs des champs de la clé primaire par celles fournies

## Synopsis

```
dblink_build_sql_update(text relname,
 int2vector primary_key_attnums,
 integer num_primary_key_atts,
 text[] src_pk_att_vals_array,
 text[] tgt_pk_att_vals_array) returns text
```

## Description

`dblink_build_sql_update` peut être utile pour réaliser une réPLICATION séLECTIVE d'une table locale vers une base de donnée distante. Elle sélectionne une ligne à partir de la table locale en se basant sur la clé primaire, puis construit une commande SQL **UPDATE** qui duplique cette ligne, mais avec pour valeurs de clé primaire celles du dernier argument. (Pour faire une copie exacte de la ligne, on indique les mêmes valeurs pour les deux derniers arguments.) La commande **UPDATE** affecte toujours tous les champs de la ligne -- la différence principale entre cette instruction et `dblink_build_sql_insert` est l'hypothèse de l'existence de la ligne cible dans la table distante.

## Arguments

### *relname*

Le nom d'une relation locale, par exemple `foo` ou `monschema.matable`. Ajouter des guillemets doubles si le nom est en casse mixte ou contient des caractères spéciaux, par exemple `"FooBar"` ; sans guillemets, la chaîne est forcée en minuscule.

### *primary\_key\_attnums*

Les numéros des attributs (commençant à 1) des champs de la clé primaire, par exemple `1 2`.

### *num\_primary\_key\_atts*

Le nombre de champs de la clé primaire.

### *src\_pk\_att\_vals\_array*

Les valeurs des champs de la clé primaire à utiliser pour identifier le tuple local. Chaque champ est représenté dans sa forme textuelle. Une erreur est renvoyée s'il n'y a pas de lignes locales avec ces valeurs de clé primaire.

### *tgt\_pk\_att\_vals\_array*

Les valeurs des champs de la clé primaire à placer dans la commande **UPDATE** résultante. Chaque champ est représenté dans sa forme textuelle.

## Valeur de retour

Renvoie l'instruction SQL demandée en tant que texte.

## Notes

À partir de PostgreSQL™ 9.0, les numéros des attributs dans *primary\_key\_attnums* sont interprétés comme des numéros logiques de colonnes correspondant à la position de la colonne dans `SELECT * FROM relation`. Les versions précédentes interprétaient les numéros comme des positions physiques de colonnes. Une différence existe si une des colonnes à gauche de la colonne indiquée a été supprimé de la table.

## Exemple

```
SELECT dblink_build_sql_update('foo', '1 2', 2, '{"1", "a"}', '{"1", "b"}');
 dblink_build_sql_update
-----+
 UPDATE foo SET f1='1',f2='b',f3='1' WHERE f1='1' AND f2='b'
(1 row)
```

## F.11. dict\_int

`dict_int` est un exemple de modèle de dictionnaire pour la recherche plein texte. La création de ce dictionnaire a été motivée par la volonté de pouvoir contrôler l'indexage d'entiers (signés et non signés), pour permettre à de tels nombres d'être indexés sans grossissement excessif du nombre de mots uniques, ce qui affecte grandement la performance de la recherche.

### F.11.1. Configuration

Le dictionnaire accepte deux options :

- le paramètre `maxlen` indique le nombre maximum de chiffres autorisés dans un mot de type entier. La valeur par défaut est 6 ;
- Le paramètre `rejectlong` précise si un entier trop long doit être tronqué ou ignoré. Si `rejectlong` vaut `false` (valeur par défaut), le dictionnaire renvoie les `maxlen` premiers chiffres de l'entier. Si `rejectlong` vaut `true`, le dictionnaire traite l'entier comme un terme courant, l'entier n'est donc pas indexé. Cela signifie aussi qu'un tel nombre ne peut pas être recherché.

### F.11.2. Utilisation

Installer l'extension `dict_int` crée un modèle de recherche plein texte `intdict_template` et un dictionnaire `intdict` basé sur ce dernier avec les paramètres par défaut. Les paramètres peuvent être modifiés, par exemple :

```
mibase# ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY intdict (MAXLEN = 4, REJECTLONG = true);
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY
```

ou créez de nouveaux dictionnaires à partir du modèle.

Pour tester le dictionnaire :

```
mydb# select ts_lexize('intdict', '12345678');
ts_lexize

{123456}
```

mais une utilisation réelle nécessite de l'inclure dans une configuration de recherche plein texte comme celle décrite dans Chapitre 12, Recherche plein texte. Cela peut ressembler à ceci :

```
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION english
 ALTER MAPPING FOR int, uint WITH intdict;
```

## F.12. dict\_xsyn

Le module `dict_xsyn` (*Extended Synonym Dictionary*, dictionnaire étendu de synonymes) est un exemple de modèle de dictionnaire pour la recherche plein texte. Ce type de dictionnaire remplace des mots avec un ensemble de synonymes, ce qui rend possible la recherche d'un mot en utilisant un de ses synonymes.

### F.12.1. Configuration

Un dictionnaire `dict_xsyn` accepte les options suivantes :

- `matchorig` contrôle si le mot original est accepté par le dictionnaire. Par défaut à `true`.
- `matchsynonyms` contrôle si les synonymes sont acceptés par le dictionnaire. Par défaut à `false`.
- `keeporig` contrôle si le mot original est inclus dans la sortie du dictionnaire. Par défaut à `true`.
- `keepsynonyms` contrôle si les synonymes sont inclus dans la sortie du dictionnaire. Par défaut à `true`.
- `rules` est le nom du fichier contenant la liste des synonymes. Ce fichier doit être stocké dans `$SHAREDIR/tsearch_data/` (où `$SHAREDIR` est le répertoire des données partagées de la distribution PostgreSQL™). Son nom doit se terminer par `.rules` (cette extension n'est pas à inclure dans le paramètre `rules`).

Le fichier rules a le format suivant :

- chaque ligne représente un groupe de synonymes pour un mot simple, donné en premier sur la ligne. Les synonymes sont séparés par une espace :

```
mot syn1 syn2 syn3
```

- le signe dièse (#) est un délimiteur de commentaires. Il peut apparaître n'importe où dans la ligne. Le reste de la ligne sera ignoré.

Un exemple est donné dans `xsyn_sample.rules` qui est installé dans `$SHAREDIR/tsearch_data/`.

## F.12.2. Utilisation

Installer l'extension `dict_xsyn` crée un modèle `xsyn_template` de recherche plein texte et un dictionnaire `xsyn` basé sur le modèle, avec des paramètres par défaut. Il est possible de modifier les paramètres, par exemple :

```
ma_base# ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY xsyn (RULES='my_rules', KEEPORIG=false);
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY
```

ou de créer de nouveaux dictionnaires basés sur le modèle.

Pour tester le dictionnaire :

```
ma_base=# SELECT ts_lexize('xsyn', 'word');
ts_lexize

{syn1,syn2,syn3}

ma_base# ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY xsyn (RULES='my_rules', KEEPORIG=true);
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY

ma_base=# SELECT ts_lexize('xsyn', 'word');
ts_lexize

{word,syn1,syn2,syn3}

ma_base# ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY xsyn (RULES='my_rules', KEEPORIG=false,
MATCHSYNONYMS=true);
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY

ma_base=# SELECT ts_lexize('xsyn', 'syn1');
ts_lexize

{syn1,syn2,syn3}

ma_base# ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY xsyn (RULES='my_rules', KEEPORIG=true,
MATCHORIG=false, KEEPSYNONYMS=false);
ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY

ma_base# SELECT ts_lexize('xsyn', 'syn1');
ts_lexize

{word}
```

Une utilisation réelle implique son ajout dans une configuration de recherche plein texte comme décrit dans Chapitre 12, Recherche plein texte. Cela pourrait ressembler à ceci :

```
ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION english
 ALTER MAPPING FOR word, asciword WITH xsyn, english_stem;
```

## F.13. earthdistance

Le module `earthdistance` fournit deux approches différentes pour calculer de grandes distances circulaires à la surface de la Terre. La première dépend du module `cube` (qui *doit* être installé pour que le module `earthdistance` puisse l'être aussi). La seconde est basée sur le type de données interne point et utilise longitude et latitude pour les coordonnées.

Dans ce module, la Terre est supposée parfaitement sphérique (si cette hypothèse n'est pas acceptable, le projet *PostGIS* doit être considéré.)

### F.13.1. Distances sur Terre à partir de cubes

Les données sont stockées dans des cubes qui sont des points (les coins sont identiques), les trois coordonnées représentant la distance x, y et z au centre de la Terre. Un domaine `earth` sur `cube` est fourni. Il inclut des contraintes de vérification pour que la valeur respecte ces restrictions et reste raisonnablement proche de la surface réelle de la Terre.

Le rayon de la Terre, obtenu à partir de la fonction `earth()`, est donné en mètres. Il est toutefois possible de modifier le module pour changer l'unité, ou pour utiliser une autre valeur de rayon.

Ce paquet peut être appliqué aux bases de données d'astronomie. Les astronomes peuvent modifier `earth()` pour que le rayon renvoyé soit  $180/\pi()$ , de sorte que les distances soient en degrés.

Les fonctions acceptent latitude et longitude en entrée et en sortie (en degrés), calculent la distance circulaire entre deux points et permettent de préciser facilement une boîte utilisable par les recherches par index.

Les fonctions fournies sont montrées dans Tableau F.6, « Fonctions `earthdistance` par cubes ».

**Tableau F.6. Fonctions `earthdistance` par cubes**

| Fonction                                  | Retour              | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>earth()</code>                      | <code>float8</code> | Renvoie le rayon estimé de la Terre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <code>sec_to_gc(float8)</code>            | <code>float8</code> | Convertit la distance en ligne droite (sécant) entre deux points à la surface de la Terre en distance circulaire.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <code>gc_to_sec(float8)</code>            | <code>float8</code> | Convertit la distance circulaire entre deux points à la surface de la Terre en une distance en ligne droite (sécant).                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <code>ll_to_earth(float8, float8)</code>  | <code>earth</code>  | Renvoie l'emplacement d'un point à la surface de la Terre étant données sa latitude (argument 1) et sa longitude (argument 2) en degrés.                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <code>latitude(earth)</code>              | <code>float8</code> | Renvoie la latitude en degrés d'un point à la surface de la Terre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <code>longitude(earth)</code>             | <code>float8</code> | Renvoie la longitude en degrés d'un point à la surface de la Terre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <code>earth_distance(earth, earth)</code> | <code>float8</code> | Renvoie la distance circulaire entre deux points à la surface de la Terre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <code>earth_box(earth, float8)</code>     | <code>cube</code>   | Renvoie une boîte autorisant une recherche par index avec l'opérateur <code>@&gt;</code> du type <code>cube</code> pour les points situés au maximum à une distance circulaire donnée d'un emplacement. Certains points de cette boîte sont plus éloignés que la distance circulaire indiquée. Une deuxième vérification utilisant <code>earth_distance</code> doit, donc, être incluse dans la requête. |

### F.13.2. Distances sur Terre à partir de points

La seconde partie du module se fonde sur la représentation des emplacements sur Terre comme valeurs de type `point`, pour lesquelles le premier composant représente la longitude en degrés, et le second la latitude en degrés. Les points ont la forme (`longitude, latitude`) et non l'inverse, car intuitivement, la longitude se compare à l'axe X, la latitude à l'axe Y.

Un opérateur unique est fourni, il est indiqué dans Tableau F.7, « Opérateurs earthdistance par points ».

**Tableau F.7. Opérateurs earthdistance par points**

| Opérateur       | Retour | Description                                                            |
|-----------------|--------|------------------------------------------------------------------------|
| point <@> point | float8 | Donne la distance en miles entre deux points à la surface de la Terre. |

Contrairement à la partie fondée sur cube, les unités ne sont pas modifiables : une modification de la fonction `earth()` n'affecte pas les résultats de l'opérateur.

La représentation longitude/latitude a pour inconvénient d'obliger à tenir compte des conditions particulières près des pôles et près des longitudes de +/- 180 degrés. La représentation par cube évite ces discontinuités.

## F.14. file\_fdw

Le module `file_fdw` fournit le wrapper de données distantes `file_fdw`, qui peut être utilisé pour accéder à des fichiers de données situées sur le système de fichiers du serveur. Les fichiers de données doivent être dans un format qui puisse être lu par **COPY FROM**; voyez **COPY(7)** pour les détails. L'accès à ce type de fichier se fait uniquement en lecture seule.

Une table distante créée en utilisant ce wrapper peut avoir les options suivantes:

`filename`

Spécifie le fichier devant être lu. Requis. Doit être un chemin absolu.

`force_null`

C'est une option booléenne. Si elle vaut vrai, cela signifie que les valeurs de la colonne qui correspondent à la chaîne `NULL` sont retournées comme `NULL` même si la valeur est entourée de guillemets. Sans cette option, seules les valeurs non entourées de guillemets qui correspondent à la chaîne `NULL` seront retournées comme `NULL`. Cela a le même effet que de spécifier les colonnes dans l'option `FORCE_NULL` de la commande **COPY**.

`format`

Spécifie le format du fichier, comme dans l'option `FORMAT` de la commande **COPY**.

`header`

Spécifie si le fichier a une ligne d'entête, comme l'option `HEADER` de la commande **COPY**.

`delimiter`

Spécifie le caractère délimiteur du fichier, comme l'option `DELIMITER` de la commande **COPY**.

`quote`

Spécifie le caractère guillemet, comme l'option `QUOTE` de la commande **COPY**.

`escape`

Spécifie le caractère d'échappement du fichier, comme l'option `ESCAPE` de la commande **COPY**.

`null`

Spécifie la chaîne null du fichier, comme l'option `NULL` de la commande **COPY**.

`encoding`

Spécifie l'encodage du fichier, comme l'option `ENCODING` de la commande **COPY**.

Notez que, bien que **COPY** autorise la spécification d'options comme `OIDS` et `HEADER` sans valeur correspondante, la syntaxe du wrapper de données distantes requiert la présence d'une valeur dans tous les cas. Pour activer les options de **COPY** sans valeur, vous pouvez donner la valeur `TRUE` à la place.

Une colonne d'une table distante créée en utilisant ce wrapper peut avoir les options suivantes :

`force_not_null`

C'est une option booléenne. Si elle vaut `true`, cela signifie que les valeurs de la colonne ne doivent pas être comparées à celle de la chaîne `NULL` (autrement dit, l'option `null` au niveau de l'extension). Ceci a le même effet que de lister la colonne dans l'option `FORCE_NOT_NULL` de **COPY**.

Les options `OIDS` et `FORCE_QUOTE`, de **COPY** ne sont pas supportées par `file_fdw` pour le moment.

Ces options ne peuvent être spécifiées que pour une table distante ou ses colonnes, pas comme options du wrapper de données dis-

tantes `file_fdw`, pas plus que comme des options d'un serveur ou d'un mapping d'utilisateur utilisant le wrapper.

Changer les options au niveau des tables nécessite des priviléges superutilisateur, pour des raisons de sécurité: seul un superutilisateur devrait pouvoir déterminer quel fichier est lu. En principe des non-superutilisateurs devraient avoir le droit de modifier ces options, mais ce n'est pas supporté pour le moment.

Pour une table utilisant `file_fdw`, **EXPLAIN** montre le nom du fichier devant être lu. À moins que COSTS OFF soit spécifié, la taille du fichier (en octets) est affichée aussi.

#### **Exemple F.1. Créer une table distante pour les journaux applicatifs PostgreSQL au format CSV**

Une des utilisations évidentes de `file_fdw` est de rendre les journaux applicatifs de PostgreSQL disponibles sous la forme d'une table. Pour faire cela, vous devez tout d'abord journaliser les traces au format CSV. Nous appellerons le fichier de traces `pglog.csv`. Tout d'abord, installez l'extension `file_fdw`:

```
CREATE EXTENSION file_fdw;
```

Ensuite créez un serveur de données distantes :

```
CREATE SERVER pglog FOREIGN DATA WRAPPER file_fdw;
```

Maintenant, vous pouvez créer la table de données distantes. En utilisant la commande **CREATE FOREIGN TABLE**, vous devez définir les colonnes de la table, le nom du fichier CSV, et son format :

```
CREATE FOREIGN TABLE pglog (
 log_time timestamp(3) with time zone,
 user_name text,
 database_name text,
 process_id integer,
 connection_from text,
 session_id text,
 session_line_num bigint,
 command_tag text,
 session_start_time timestamp with time zone,
 virtual_transaction_id text,
 transaction_id bigint,
 error_severity text,
 sql_state_code text,
 message text,
 detail text,
 hint text,
 internal_query text,
 internal_query_pos integer,
 context text,
 query text,
 query_pos integer,
 location text,
 application_name text
) SERVER pglog
OPTIONS (filename '/home/josh/9.1/data/pg_log/pglog.csv', format 'csv');
```

C'est tout -- maintenant, vous pouvez lire le fichier en exécutant une requête sur cette table. Bien sûr, en production, vous aurez besoin de définir un moyen pour tenir compte de la rotation du fichier de traces.

## F.15. fuzzystrmatch

Le module `fuzzystrmatch` fournit diverses fonctions qui permettent de déterminer les similarités et la distance entre des chaînes.



### Attention

À présent, les soundex, metaphone, dmetaphone et dmetaphone\_alt ne fonctionnent pas correctement avec les encodages multi-octets (comme l'UTF-8).

## F.15.1. Soundex

Le système Soundex est une méthode qui permet d'associer des noms (ou des mots) dont la prononciation est proche en les convertissant dans le même code. Elle a été utilisée à l'origine par le « United States Census » en 1880, 1900 et 1910. Soundex n'est pas très utile pour les noms qui ne sont pas anglais.

Le module fuzzystrmatch fournit deux fonctions pour travailler avec des codes Soundex :

```
soundex(text) returns text
difference(text, text) returns int
```

La fonction soundex convertit une chaîne en son code Soundex. La fonction difference convertit deux chaînes en leur codes Soundex, puis rapporte le nombre de positions de code correspondant. Comme les codes Soundex ont quatre caractères, le résultat va de zéro à quatre. Zéro correspond à aucune correspondance, quatre à une correspondance exacte. (Du coup, la fonction est mal nommée -- similarity aurait été un meilleur nom.)

Voici quelques exemples d'utilisation :

```
SELECT soundex('hello world!');

SELECT soundex('Anne'), soundex('Ann'), difference('Anne', 'Ann');
SELECT soundex('Anne'), soundex('Andrew'), difference('Anne', 'Andrew');
SELECT soundex('Anne'), soundex('Margaret'), difference('Anne', 'Margaret');

CREATE TABLE s (nm text);

INSERT INTO s VALUES ('john');
INSERT INTO s VALUES ('joan');
INSERT INTO s VALUES ('wobbly');
INSERT INTO s VALUES ('jack');

SELECT * FROM s WHERE soundex(nm) = soundex('john');

SELECT * FROM s WHERE difference(s.nm, 'john') > 2;
```

## F.15.2. Levenshtein

Cette fonction calcule la distance de Levenshtein entre deux chaînes :

```
levenshtein(text source, text target, int ins_cost, int del_cost, int sub_cost)
returns int
 levenshtein(text source, text target) returns int
 levenshtein_less_equal(text source, text target, int ins_cost, int del_cost, int
sub_cost, int max_d) returns int
 levenshtein_less_equal(text source, text target, int max_d) returns int
```

La source et la cible (`target`) sont des chaînes quelconques non NULL de 255 caractères. Les paramètres de coût indiquent respectivement le coût d'une insertion, suppression ou substitution d'un caractère. Vous pouvez omettre les paramètres de coût, comme dans la deuxième version de la version. Dans ce cas, elles ont 1 comme valeur par défaut.

`levenshtein_less_equal` is an accelerated version of the Levenshtein function for use when only small distances are of interest. If the actual distance is less than or equal to `max_d`, then `levenshtein_less_equal` returns the correct distance; otherwise it returns some value greater than `max_d`. If `max_d` is negative then the behavior is the same as `levenshtein`.

Exemples :

```
test=# SELECT levenshtein('GUMBO', 'GAMBOL');
 levenshtein
```

```

-----+
 2
(1 row)

test=# SELECT levenshtein('GUMBO', 'GAMBOL', 2,1,1);
levenshtein

 3
(1 row)

test=# SELECT levenshtein_less_equal('extensive', 'exhaustive', 2);
levenshtein_less_equal

 3
(1 row)

test=# SELECT levenshtein_less_equal('extensive', 'exhaustive', 4);
levenshtein_less_equal

 4
(1 row)

```

### F.15.3. Metaphone

Metaphone, comme Soundex, construit un code représentatif de la chaîne en entrée. Deux chaînes sont considérées similaires si elles ont le même code.

Cette fonction calcule le code metaphone d'une chaîne en entrée :

```
metaphone(text source, int max_output_length) returns text
```

source doit être une chaîne non NULL de 255 caractères au maximum. max\_output\_length fixe la longueur maximale du code metaphone résultant ; s'il est plus long, la sortie est tronquée à cette taille.

Exemple

```

test=# SELECT metaphone('GUMBO' , 4);
metaphone

 KM
(1 row)

```

### F.15.4. Double Metaphone

Le système « Double Metaphone » calcule deux chaînes « qui se ressemblent » pour une chaîne en entrée -- une « primaire » et une « alternative ». Dans la plupart des cas, elles sont identiques mais, tout spécialement pour les noms autres qu'anglais, elles peuvent être légèrement différentes, selon la prononciation. Ces fonctions calculent le code primaire et le code alternatif :

```
dmetaphone(text source) returns text
dmetaphone_alt(text source) returns text
```

Il n'y a pas de limite de longueur sur les chaînes en entrée.

Exemple :

```

test=# select dmetaphone('gumbo');
dmetaphone

 KMP
(1 row)

```

## F.16. hstore

Ce module code le type de données hstore pour stocker des ensembles de paires clé/valeur à l'intérieur d'une simple valeur PostgreSQL™. Cela peut s'avérer utile dans divers cas, comme les lignes à attributs multiples rarement examinées ou les données semi-structurées. Les clés et les valeurs sont de simples chaînes de texte.

### F.16.1. Représentation externe de hstore

La représentation textuelle d'une valeur hstore, utilisée en entrée et en sortie, inclut zéro ou plusieurs paires *clé => valeur* séparées par des virgules. Par exemple :

```
k => v
foo => bar, baz => whatever
"1-a" => "anything at all"
```

L'ordre des paires n'est pas significatif (et pourrait ne pas être reproduit en sortie). Les espaces blancs entre les paires ou autour des signes => sont ignorés. Les clés et valeurs entre guillemets peuvent inclure des espaces blancs, virgules, = ou >. Pour inclure un guillemet double ou un antislash dans une clé ou une valeur, échappez-le avec un antislash.

Chaque clé dans un hstore est unique. Si vous déclarez un hstore avec des clés dupliquées, seule une sera stockée dans hstore et il n'y a pas de garantie sur celle qui sera conservée :

```
SELECT 'a=>1,a=>2'::hstore;

"a"=>"1"
```

Une valeur, mais pas une clé, peut être un NULL SQL. Par exemple :

```
key => NULL
```

Le mot-clé NULL est insensible à la casse. La chaîne NULL entre des guillemets doubles fait que le chaîne est traitées comme tout autre chaîne.



#### Note

Gardez en tête que le format texte hstore, lorsqu'il est utilisé en entrée, s'applique *avant* tout guillemet ou échappement nécessaire. Si vous passez une valeur littérale de type hstore via un paramètre, aucun traitement supplémentaire n'est nécessaire. Par contre, si vous la passez comme constante littérale entre guillemets, alors les guillemets simples et, suivant la configuration du paramètre standard\_conforming\_strings, les caractères antislash doivent être échappés correctement. Voir Section 4.1.2.1, « Constantes de chaînes » pour plus d'informations sur la gestion des chaînes constantes.

En sortie, guillemets doubles autour des clés et valeurs, en permanence, même quand cela n'est pas strictement nécessaire.

### F.16.2. Opérateurs et fonctions hstore

Les opérateurs fournis par le module hstore sont montrés dans Tableau F.8, « Opérateurs hstore » et les fonctions sont disponibles dans Tableau F.9, « Fonctions hstore ».

**Tableau F.8. Opérateurs hstore**

| Opérateur        | Description                                            | Exemple                                             | Résultat                        |
|------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|
| hstore -> text   | obtenir la valeur de la clé (NULL si inexistante)      | 'a=>x, b=>y'::hstore<br>-> 'a'                      | x                               |
| hstore -> text[] | obtenir les valeurs pour les clés (NULL si inexistant) | 'a=>x, b=>y,<br>c=>z'::hstore<br>-> ARRAY['c', 'a'] | { "z", "x" }                    |
| hstore    hstore | concaténation de hstore                                | 'a=>b, c=>d'::hstore<br>  <br>'c=>x, d=>q'          | "a"=>"b", "c"=>"x",<br>"d"=>"q" |

| Opérateur        | Description                                                                | Exemple                                             | Résultat             |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|
|                  |                                                                            | d=>q' ::hstore                                      |                      |
| hstore ? text    | hstore contient-il une clé donnée ?                                        | 'a=>1' ::hstore ? 'a'                               | t                    |
| hstore ?& text[] | hstore contient-il toutes les clés indiquées ?                             | 'a=>1,b=>2' ::hstore ?& ARRAY['a','b']              | t                    |
| hstore ?  text[] | hstore contient-il une des clés spécifiées ?                               | 'a=>1,b=>2' ::hstore ?  ARRAY['b','c']              | t                    |
| hstore @> hstore | l'opérande gauche contient-il l'opérande droit ?                           | 'a=>b, b=>1, c=>NULL' ::hstore @> 'b=>1'            | t                    |
| hstore <@ hstore | l'opérande gauche est-il contenu dans l'opérande droit ?                   | 'a=>c' ::hstore <@ 'a=>b, b=>1, c=>NULL'            | f                    |
| hstore - text    | supprimer la clé à partir de l'opérande gauche                             | 'a=>1, b=>2, c=>3' ::hstore - 'b' ::text            | "a"=>"1", "c"=>"3"   |
| hstore - text[]  | supprimer les clés à partir de l'opérande gauche                           | 'a=>1, b=>2, c=>3' ::hstore - ARRAY['a','b']        | "c"=>"3"             |
| hstore - hstore  | supprimer les paires correspondantes à partir de l'opérande gauche         | 'a=>1, b=>2, c=>3' ::hstore - 'a=>4, b=>2' ::hstore | "a"=>"1", "c"=>"3"   |
| record #= hstore | remplacer les champs dans record avec des valeurs correspondantes à hstore | see Examples section                                |                      |
| %% hstore        | convertir hstore en un tableau de clés et valeurs alternatives             | %% 'a=>foo, b=>bar' ::hstore                        | {a,foo,b,bar}        |
| %# hstore        | convertir hstore en un tableau clé/valeur à deux dimensions                | %# 'a=>foo, b=>bar' ::hstore                        | { {a,foo}, {b,bar} } |

Avant PostgreSQL 8.2, les opérateurs de contenance @> et <@ étaient appelés respectivement @ et ~. Ces noms sont toujours disponibles mais sont devenus obsolètes et pourraient éventuellement être supprimés. Les anciens noms sont inversés par rapport à la convention suivie par les types de données géométriques.

Tableau F.9. Fonctions hstore

| Fonction               | Type en retour | Description                                                                                                            | Exemple                                                                | Résultat               |
|------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| hstore(record)         | hstore         | construire un hstore à partir d'un RECORD ou d'un ROW                                                                  | hstore(ROW(1,2))                                                       | f1=>1,f2=>2            |
| hstore(text[])         | hstore         | construire un hstore à partir d'un tableau, qui peut être soit un tableau clé/valeur soit un tableau à deux dimensions | hs-tore(ARRAY['a','1','b','2'])    hs-tore(ARRAY[['c','3'],['d','4']]) | a=>1, b=>2, c=>3, d=>4 |
| hstore(text[], text[]) | hstore         | construire un hstore à partir des tableaux séparés pour les clés et valeurs                                            | hs-tore(ARRAY['a','b'], ARRAY['1','2'])                                | "a"=>"1", "b"=>"2"     |
| hstore(text, text)     | hstore         | construire un hstore à un seul élément                                                                                 | hstore('a', 'b')                                                       | "a"=>"b"               |
| akeys(hstore)          | text[]         | récupérer les clés du hstore dans un tableau                                                                           | akeys('a=>1,b=>2')                                                     | {a,b}                  |
| skeys(hstore)          | setof text     | récupérer les clés du hs-                                                                                              | skeys('a=>1,b=>2')                                                     |                        |

| Fonction                        | Type en retour               | Description                                                                                                                                                                 | Exemple                                                                                        | Résultat                                                                                        |
|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                              | tore dans un ensemble                                                                                                                                                       | ' )                                                                                            | a<br>b                                                                                          |
| avals(hstore)                   | text[]                       | récupérer les valeurs du hstore dans un tableau                                                                                                                             | avals('a=>1,b=>2<br>' )                                                                        | {1,2}                                                                                           |
| svals(hstore)                   | setof text                   | récupérer les valeurs du hstore dans un ensemble                                                                                                                            | svals('a=>1,b=>2<br>' )                                                                        | 1<br>2                                                                                          |
| hs-store_to_array(hstore)       | text[]                       | récupérer les clés et les valeurs du hstore sous la forme d'un tableau de clés et valeurs alternées                                                                         | hs-store_to_array('a=>1,b=>2')                                                                 | {a,1,b,2}                                                                                       |
| hs-store_to_matrix(hstore)      | text[]                       | récupérer les clés et valeurs hstore sous la forme d'un tableau à deux dimensions                                                                                           | hs-store_to_matrix('a=>1,b=>2')                                                                | {{{a,1},{b,2}}}                                                                                 |
| hs-store_to_json(hstore)        | json                         | obtenir une valeur json à partir d'un hstore, convertissant toutes les valeurs non NULL en chaînes JSON                                                                     | hs-store_to_json('a key=>1, b=>t, c=>null, d=>12345, e=>012345, f=>1.234, g=>2.345e+4')        | {"a key": "1", "b": "t", "c": null, "d": "12345", "e": "012345", "f": "1.234", "g": "2.345e+4"} |
| hs-store_to_jsonb(hstore)       | jsonb                        | obtenir une valeur jsonb à partir d'un hstore, convertissant toutes les valeurs non NULL en chaînes JSON                                                                    | hs-store_to_jsonb('a key=>1, b=>t, c=>null, d=>12345, e=>012345, f=>1.234, g=>2.345e+4')       | {"a key": "1", "b": "t", "c": null, "d": "12345", "e": "012345", "f": "1.234", "g": "2.345e+4"} |
| hs-store_to_json_loose(hstore)  | json                         | obtenir une valeur json à partir d'un hstore, mais en essayant de distinguer les valeurs numériques et booléennes pour qu'elles ne soient pas entre guillemets dans le JSON | hs-store_to_json_loose('a key=>1, b=>t, c=>null, d=>12345, e=>012345, f=>1.234, g=>2.345e+4')  | {"a key": 1, "b": true, "c": null, "d": 12345, "e": "012345", "f": 1.234, "g": 2.345e+4}        |
| hs-store_to_jsonb_loose(hstore) | jsonb                        | obtenir une valeur jsonb à partir d'un hstore, mais essaie de distinguer les valeurs numériques et booléenne pour qu'elles soient sans guillemets dans le JSON              | hs-store_to_jsonb_loose('a key=>1, b=>t, c=>null, d=>12345, e=>012345, f=>1.234, g=>2.345e+4') | {"a key": 1, "b": true, "c": null, "d": 12345, "e": "012345", "f": 1.234, "g": 2.345e+4}        |
| slice(hstore, text[])           | hstore                       | extraire un sous-ensemble d'un hstore                                                                                                                                       | slice('a=>1,b=>2,c=>3':hstore, AR-RAY['b','c','x'])                                            | "b"=>"2",<br>"c"=>"3"                                                                           |
| each(hstore)                    | setof (key text, value text) | récupérer les clés et valeurs du hstore dans un                                                                                                                             | select * from each('a=>1,b=>2')                                                                | key   value                                                                                     |

| Fonction                        | Type en retour | Description                                                               | Exemple                                   | Résultat                                    |
|---------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                 |                | ensemble                                                                  | )                                         | <pre>-----+-----+   a     1   b     2</pre> |
| exist(hstore, text)             | boolean        | le hstore contient-il une clé donnée ?                                    | exist('a=>1', 'a')                        | t                                           |
| defined(hstore, text)           | boolean        | le hstore contient-il une valeur non NULL pour la clé ?                   | defined('a=>NULL', 'a')                   | f                                           |
| delete(hstore, text)            | hstore         | supprimer toute paire correspondant à une clé donnée                      | delete('a=>1,b=>2', 'b')                  | "a"=>"1"                                    |
| delete(hstore, text [])         | hstore         | supprimer toute paire de clés correspondante                              | delete('a=>1,b=>2,c=>3', ARRAY['a', 'b']) | "c"=>"3"                                    |
| delete(hstore, hstore)          | hstore         | supprimer les paires correspondant à celle du second argument             | delete('a=>1,b=>2', 'a=>4,b=>2'::hstore)  | "a"=>"1"                                    |
| populate_record(record, hstore) | record         | remplacer les champs dans record avec les valeurs correspondant au hstore | voir la section Exemples                  |                                             |



### Note

La fonction `hstore_to_json` est utilisée quand une valeur `hstore` est convertie en valeur `json`. De la même façon, `hstore_to_jsonb` est utilisée quand une valeur `hstore` est convertie en valeur `jsonb`.



### Note

La fonction `populate_record` est en fait déclarée avec `anyelement`, et non pas `record`, en tant que premier argument mais elle rejette les types qui ne sont pas des `RECORD` avec une erreur d'exécution.

## F.16.3. Index

`hstore` dispose du support pour les index GiST et GIN pour les opérateurs `@>`, `?`, `?&` et `?|`. Par exemple :

```
CREATE INDEX hidx ON testhstore USING GIST (h);
CREATE INDEX hidx ON testhstore USING GIN (h);
```

`hstore` supporte aussi les index btree ou hash pour l'opérateur `=`. Cela permet aux colonnes `hstore` d'être déclarées `UNIQUE` et d'être utilisées dans des expressions `GROUP BY`, `ORDER BY` et `DISTINCT`. L'ordre de tri pour les valeurs `hstore` n'est pas particulièrement utile mais ces index pourraient l'être pour des recherches d'équivalence. Créer des index de comparaisons `=` de la façon suivante :

```
CREATE INDEX hidx ON testhstore USING BTREE (h);
CREATE INDEX hidx ON testhstore USING HASH (h);
```

## F.16.4. Exemples

Ajouter une clé, ou mettre à jour une clé existante avec une nouvelle valeur :

```
UPDATE tab SET h = h || hstore('c', '3');
```

Supprimer une clé :

```
UPDATE tab SET h = delete(h, 'k1');
```

Convertir un type record en un hstore :

```
CREATE TABLE test (col1 integer, col2 text, col3 text);
INSERT INTO test VALUES (123, 'foo', 'bar');

SELECT hstore(t) FROM test AS t;
 hstore

 "col1"=>"123", "col2"=>"foo", "col3"=>"bar"
(1 row)
```

Convertir un type hstore en un type record prédefini :

```
CREATE TABLE test (col1 integer, col2 text, col3 text);

SELECT * FROM populate_record(null::test,
 'col1'=>"456", "col2"=>"zzz");
 col1 | col2 | col3
-----+-----+
 456 | zzz |
(1 row)
```

Modifier une enregistrement existant en utilisant les valeurs provenant d'un hstore :

```
CREATE TABLE test (col1 integer, col2 text, col3 text);
INSERT INTO test VALUES (123, 'foo', 'bar');

SELECT (r).* FROM (SELECT t #= '"col3"=>"baz"' AS r FROM test t) s;
 col1 | col2 | col3
-----+-----+
 123 | foo | baz
(1 row)
```

## F.16.5. Statistiques

Le type hstore, du fait de sa liberalité intrinsèque, peut contenir beaucoup de clés différentes. C'est à l'application de vérifier la validité des clés. Les exemples ci-dessous présentent plusieurs techniques pour vérifier les clés et obtenir des statistiques.

Exemple simple :

```
SELECT * FROM each('aaa=>bq, b=>NULL, ""=>1');
```

En utilisant une table :

```
SELECT (each(h)).key, (each(h)).value INTO stat FROM testhstore;
```

Statistiques en ligne :

```

SELECT key, count(*) FROM
 (SELECT (each(h)).key FROM testhstore) AS stat
GROUP BY key
ORDER BY count DESC, key;
 key | count
-----+-----
line | 883
query | 207
pos | 203
node | 202
space | 197
status | 195
public | 194
title | 190
org | 189
.....

```

## F.16.6. Compatibilité

À partir de PostgreSQL 9.0, hstore utilise une représentation interne différente des anciennes versions. Cela ne présente aucun obstacle pour les mises à jour par sauvegarde/restauration car la représentation textuelle utilisée dans la sauvegarde n'est pas changée.

Dans le cas d'une mise à jour binaire, la compatibilité ascendante est maintenue en faisant en sorte que le nouveau code reconnaîsse les données dans l'ancien format. Ceci aura pour conséquence une légère pénalité au niveau des performances lors du traitement de données qui n'aura pas été modifiée par le nouveau code. Il est possible de forcer une mise à jour de toutes les valeurs d'une colonne de la table en réalisant la requête UPDATE suivante :

```
UPDATE nom_table SET col_hstore = col_hstore || '';
```

Une autre façon de le faire :

```
ALTER TABLE nom_table ALTER col_hstore TYPE col_hstore USING hstorecol || '';
```

La méthode **ALTER TABLE** requiert un verrou exclusif sur la table mais n'a pas pour résultat une fragmentation de la table avec d'anciennes versions des lignes.

## F.16.7. Transforms

Des extensions supplémentaires sont disponibles pour implémenter des transformations pour le type hstore et les langages PL/Perl et PL/Python. Les extensions pour PL/Perl sont appelés `hstore_plperl` et `hstore_plperlu`, pour les deux versions de PL/Perl. Si vous installez ces transformations et si vous les spécifiez lors de la création d'une fonction, les valeurs hstore sont converties en hachage Perl. Les extensions pour PL/Python sont appelées `hstore_plpythonu`, `hstore_plpython2u` et `hstore_plpython3u` (voir Section 44.1, « Python 2 et Python 3 » pour la convention de nommage PL/Python). Si vous les utilisez, les valeurs hstore sont converties en dictionnaires Python.

## F.16.8. Auteurs

Oleg Bartunov <oleg@sai.msu.su>, Moscou, Université de Moscou, Russie

Teodor Sigaev <teodor@sigaev.ru>, Moscou, Delta-Soft Ltd., Russie

Additional enhancements by Andrew Gierth <andrew@tao11.riddles.org.uk>, United Kingdom

## F.17. intagg

Le module `intagg` fournit un agrégateur d'entiers et un énumérateur. `intagg` est maintenant obsolète car il existe des fonctions natives qui fournissent les mêmes fonctionnalités et au-delà. Néanmoins, le module est toujours disponible pour la compatibilité et utilise ces fonctions natives.

## F.17.1. Fonctions

L'agrégateur est une fonction d'agrégat `int_array_aggregate(integer)` qui produit un tableau d'entiers contenant exactement les entiers fournis en argument. Cette fonction appelle `array_agg`, qui fait la même chose pour n'importe quel type de tableau.

L'énumérateur est une fonction `int_array_enum(integer[])` qui renvoie setof integer. C'est essentiellement une opération inverse de l'agrégateur : elle développe un tableau d'entiers en un ensemble de lignes. Cette fonction utilise `unnest`, qui fait la même chose pour n'importe quel type de tableau.

## F.17.2. Exemples d'utilisation

Un grand nombre de bases de données utilisent la notion de table « une vers plusieurs » (*one to many*). Ce type de table se trouve habituellement entre deux tables indexées, par exemple :

```
CREATE TABLE left (id INT PRIMARY KEY, ...);
CREATE TABLE right (id INT PRIMARY KEY, ...);
CREATE TABLE one_to_many(left INT REFERENCES left, right INT REFERENCES right);
```

Il est typiquement utilisé de cette façon :

```
SELECT right.* from right JOIN one_to_many ON (right.id = one_to_many.right)
 WHERE one_to_many.left = item;
```

Cela renverra tous les éléments de la table de droite pour un enregistrement donné de la table de gauche. C'est une construction très courante en SQL.

Cette méthode devient complexe lorsqu'il existe de nombreuses entrées dans la table `one_to_many`. Souvent, une jointure de ce type résulte en un parcours d'index et une récupération de chaque enregistrement de la table de droite pour une entrée de la table de gauche. Sur un système très dynamique, il n'y a pas grand chose à faire. Au contraire, lorsqu'une partie des données est statique, une table de résumé peut être créée par agrégation.

```
CREATE TABLE summary AS
 SELECT left, int_array_aggregate(right) AS right
 FROM one_to_many
 GROUP BY left;
```

Ceci crée une table avec une ligne par élément gauche et un tableau d'éléments droits. Sans un moyen d'utiliser ce tableau, c'est à peu près inutilisable, d'où l'énumérateur.

Exemple :

```
SELECT left, int_array_enum(right) FROM summary WHERE left = item;
```

La requête ci-dessus, qui utilise `int_array_enum`, produit les mêmes résultats que celle-ci :

```
SELECT left, right FROM one_to_many WHERE left = item;
```

Ici la requête sur la table de résumé ne récupère qu'une ligne de la table alors que la requête directe à `one_to_many` doit faire un parcours d'index et récupérer une ligne par enregistrement.

Sur une instance, un **EXPLAIN** a montré qu'une requête avec un coût de 8488 a été réduite à un coût de 329. La requête originale était une jointure impliquant la table `one_to_many`, remplacée par :

```
SELECT right, count(right) FROM
 (SELECT left, int_array_enum(right) AS right
 FROM summary JOIN (SELECT left FROM left_table WHERE left = item) AS lefts
 ON (summary.left = lefts.left)
) AS list
 GROUP BY right
```

```
ORDER BY count DESC;
```

## F.18. intarray

Le module `intarray` fournit un certain nombre de fonctions et d'opérateurs utiles pour manipuler des tableaux d'entiers sans valeurs `NULL`. Il y a aussi un support pour les recherches par index en utilisant certains des opérateurs.

Toutes ces opérations rejeteront une erreur si un tableau fourni contient des éléments `NULL`.

La plupart des opérations sont seulement intéressantes pour des tableaux à une dimension. Bien qu'elles accepteront des tableaux à plusieurs dimensions, les données sont traitées comme s'il y avait un tableau linéaire.

### F.18.1. Fonctions et opérateurs d'`intarray`

Les fonctions fournies par le module `intarray` sont affichées dans Tableau F.10, « Fonctions `intarray` » alors que les opérateurs sont indiqués dans Tableau F.11, « Opérateurs d'`intarray` ».

Tableau F.10. Fonctions `intarray`

| Fonction                                         | Type en retour | Description                                                                                   | Exemple                                           | Résultat   |
|--------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------|
| <code>icount(int[])</code>                       | int            | nombre d'éléments dans un tableau                                                             | <code>icount('1,2,3') ::int[])</code>             | 3          |
| <code>sort(int[], text dir)</code>               | int[]          | tri du tableau -- <code>dir</code> doit valoir <code>asc</code> ou <code>desc</code>          | <code>sort('1,2,3') ::int[], 'desc')</code>       | {3,2,1}    |
| <code>sort(int[])</code>                         | int[]          | tri en ordre ascendant                                                                        | <code>sort(array[11,77,44])</code>                | {11,44,77} |
| <code>sort_asc(int[])</code>                     | int[]          | tri en ordre descendant                                                                       |                                                   |            |
| <code>sort_desc(int[])</code>                    | int[]          | tri en ordre descendant                                                                       |                                                   |            |
| <code>uniq(int[])</code>                         | int[]          | supprime les duplicats adjacents                                                              | <code>uniq(sort('1,2,3,2,1') ::int[]))</code>     | {1,2,3}    |
| <code>idx(int[], int item)</code>                | int            | index du premier élément correspondant à <code>item</code> (0 si aucune correspondance)       | <code>idx(array[11,22,33,22,11], 22)</code>       | 2          |
| <code>subarray(int[], int start, int len)</code> | int[]          | portion du tableau commençant à la position <code>start</code> , de longueur <code>len</code> | <code>subarray('1,2,3,2,1') ::int[], 2, 3)</code> | {2,3,2}    |
| <code>subarray(int[], int start)</code>          | int[]          | portion du tableau commençant à la position <code>start</code>                                | <code>subarray('1,2,3,2,1') ::int[], 2)</code>    | {2,3,2,1}  |
| <code>intset(int)</code>                         | int[]          | crée un tableau à un élément                                                                  | <code>intset(42)</code>                           | {42}       |

Tableau F.11. Opérateurs d'`intarray`

| Opérateur                           | Renvoie | Description                                                                |
|-------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------|
| <code>int[] &amp;&amp; int[]</code> | boolean | surcharge -- true si les tableaux ont au moins un élément en commun        |
| <code>int[] @&gt; int[]</code>      | boolean | contient -- true si le tableau gauche contient le tableau droit            |
| <code>int[] &lt;@ int[]</code>      | boolean | est contenu -- true si le tableau gauche est contenu dans le tableau droit |
| <code># int[]</code>                | int     | nombre d'éléments dans le tableau                                          |
| <code>int[] # int</code>            | int     | index (identique à la fonction <code>idx</code> )                          |

| Opérateur          | Renvoie | Description                                                                            |
|--------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| int[] + int        | int[]   | pousse l'élément dans le tableau (l'ajoute à la fin du tableau)                        |
| int[] + int[]      | int[]   | concaténation de tableau (le tableau à droite est ajouté à la fin du tableau à gauche) |
| int[] - int        | int[]   | supprime les entrée correspondant à l'argument droit du tableau                        |
| int[] - int[]      | int[]   | supprime les éléments du tableau droit à partir de la gauche                           |
| int[]   int        | int[]   | union des arguments                                                                    |
| int[]   int[]      | int[]   | union des tableaux                                                                     |
| int[] & int[]      | int[]   | intersection des tableaux                                                              |
| int[] @@ query_int | boolean | true si le tableau satisfait la requête (voir ci-dessous)                              |
| query_int ~~ int[] | boolean | true si le tableau satisfait la requête (commutateur de @@)                            |

(Avant PostgreSQL 8.2, les opérateurs de contenance @> et <@ étaient respectivement appelés @ et ~. Ces noms sont toujours disponibles mais sont considérés comme obsolètes et seront un jour supprimés. Notez que les anciens noms sont inversés par rapport à la convention suivie par les types de données géométriques !)

Les opérateurs &&, @> et <@ sont équivalents aux opérateurs internes PostgreSQL™ de même nom, sauf qu'ils travaillent sur des tableaux d'entiers, sans valeurs NULL, alors que les opérateurs internes travaillent sur des tableaux de tout type. Cette restriction les rend plus rapides que les opérateurs internes dans de nombreux cas.

Les opérateurs @@ et ~~ testent si un tableau satisfait une *requête*, qui est exprimée comme une valeur d'un type de données spécialisé query\_int. Une *requête* consiste en des valeurs de type integer qui sont vérifiées avec les éléments du tableau, parfois combinées en utilisant les opérateurs & (AND), | (OR) et ! (NOT). Les parenthèses peuvent être utilisées si nécessaire. Par exemple, la requête 1&(2|3) établit une correspondance avec les tableaux qui contiennent 1 et aussi soit 2 soit 3.

## F.18.2. Support des index

intarray fournit un support d'index pour les opérateurs &&, @>, <@ et @@, ainsi que pour l'égalité de tableaux.

Deux classes d'opérateur pour index GiST sont fournies : gist\_int\_ops (utilisé par défaut) convient pour des tableaux d'ensembles de données de petites et moyennes tailles alors que gist\_intbig\_ops utilise une signature plus importante et est donc plus intéressant pour indexer des gros ensembles de données. (c'est-à-dire les colonnes contenant un grand nombre de valeurs de tableaux distinctes). L'implantation utilise une structure de données RD-tree avec une compression interne à perte.

Il y a aussi une classe d'opérateur GIN, gin\_int\_ops supporting the same operators, qui n'est pas disponible par défaut.

Le choix d'un indexage GiST ou IN dépend des caractéristiques relatives de performance qui sont discutées ailleurs.

## F.18.3. Exemple

```
-- un message peut être dans un ou plusieurs « sections »
CREATE TABLE message (mid INT PRIMARY KEY, sections INT[], ...);

-- crée un index spécialisé
CREATE INDEX message_rdtree_idx ON message USING GIST (sections gist_int_ops);

-- sélectionne les messages dans la section 1 ou 2 - opérateur OVERLAP
SELECT message.mid FROM message WHERE message.sections && '{1,2}';

-- sélectionne les messages dans sections 1 et 2 - opérateur CONTAINS
SELECT message.mid FROM message WHERE message.sections @> '{1,2}';

-- idem, en utilisant l'opérateur QUERY
SELECT message.mid FROM message WHERE message.sections @@ '1&2'::query_int;
```

## F.18.4. Tests de performance

Le répertoire des sources (`contrib/intarray/bench`) contient une suite de tests de performance, qui peut être exécutée sur un serveur PostgreSQL™ déjà installé. (Cela nécessite aussi l'installation de DBD : :Pg.). Pour l'exécuter :

```
cd ../../contrib/intarray/bench
createdb TEST
psql -c "CREATE EXTENSION intarray" TEST
./create_test.pl | psql TEST
./bench.pl
```

Le script `bench.pl` contient un grand nombre d'options. Elles sont affichées quand il est exécuté sans arguments.

## F.18.5. Auteurs

Ce travail a été réalisé par Teodor Sigaev (<[teodor@sigaev.ru](mailto:teodor@sigaev.ru)>) et Oleg Bartunov (<[oleg@sai.msu.su](mailto:oleg@sai.msu.su)>). Voir le *site de GiST* pour des informations supplémentaires. Andrey Oktyabrski a fait un gros travail en ajoutant des nouvelles fonctions et opérateurs.

## F.19. isn

Le module `isn` fournit des types de données pour les standards internationaux de numérotation suivants : EAN13, UPC, ISBN (livres), ISMN (musique) et ISSN (numéro de série). Les nombres sont validés en saisie suivant une liste de préfixes codés en dur ; cette liste de préfixes est aussi utilisée pour placer un trait d'union sur les nombres en sortie. Comme de nouveaux préfixes sont ajoutés de temps en temps, la liste des préfixes pourrait devenir obsolète. Il est probable qu'une prochaine version de ce module utilisera une liste stockée sous la forme d'une ou plusieurs tables qui pourront être modifiées aisément par les utilisateurs quand cela se révélera nécessaire. Néanmoins, actuellement, la liste est modifiable uniquement par changement du code source et recompilation. Il est aussi possible que la validation du préfixe et le support des traits d'union soient supprimés de ce module dans une version future.

### F.19.1. Types de données

Tableau F.12, « Types de données `isn` » shows the data types provided by the `isn` module.

**Tableau F.12. Types de données `isn`**

| Type de données | Description                                                                                                                           |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EAN13           | Numéro d'article européen ( <i>European Article Numbers</i> ), toujours affiché dans le format de l'EAN13                             |
| ISBN13          | Numéro standard international pour les livres ( <i>International Standard Book Numbers</i> ) à afficher dans le nouveau format EAN13  |
| ISMN13          | Numéro standard international pour la musique ( <i>International Standard Music Numbers</i> ) à afficher dans le nouveau format EAN13 |
| ISSN13          | Numéro de série au standard international ( <i>International Standard Serial Numbers</i> ) à afficher dans le nouveau format EAN13    |
| ISBN            | Numéro standard international pour les livres ( <i>International Standard Book Numbers</i> ) à afficher dans l'ancien format court    |
| ISMN            | Numéro standard international pour la musique ( <i>International Standard Music Numbers</i> ) à afficher dans l'ancien format court   |
| ISSN            | Numéro de série au standard international ( <i>International Standard Serial Numbers</i> ) à afficher dans l'ancien format court      |
| UPC             | Code produit universel ( <i>Universal Product Codes</i> )                                                                             |

Quelques notes :

1. Les nombres ISBN13, ISMN13, ISSN13 sont tous des nombres EAN13.

2. Les nombres EAN13 ne sont pas toujours des ISBN13, ISMN13 ou ISSN13 (mais certains le sont).
3. Certains nombres ISBN13 peuvent être affichés comme des ISBN.
4. Certains nombres ISMN13 peuvent être affichés comme des ISMN.
5. Certains nombres ISSN13 peuvent être affichés comme des ISSN.
6. Les nombres UPC sont un sous-ensemble des nombres EAN13 (ce sont basiquement des EAN13 sans le premier 0).
7. Tous les nombres UPC, ISBN, ISMN et ISSN numbers peuvent être représentés sous la forme EAN13.

En interne, tous ces types utilisent la même représentation (un entier sur 64 bits), et tous sont interchangeables. Plusieurs types sont fournis pour contrôler le formatage de l'affichage et pour permettre une vérification très fine de la validité des entrées qui est supposée dénoter un type particulier de nombre.

Les types ISBN, ISMN et ISSN afficheront la version courte du nombre (ISxN 10) quand c'est possible, et afficheront la version au format ISxN 13 pour les nombres qui ne tiennent pas dans la version courte. Les types EAN13, ISBN13, ISMN13 et ISSN13 afficheront toujours la version longue de l'ISxN (EAN13).

## F.19.2. Conversions

Le module `isbn` fournit les paires suivantes pour les conversions de types :

- ISBN13 <=> EAN13
- ISMN13 <=> EAN13
- ISSN13 <=> EAN13
- ISBN <=> EAN13
- ISMN <=> EAN13
- ISSN <=> EAN13
- UPC <=> EAN13
- ISBN <=> ISBN13
- ISMN <=> ISMN13
- ISSN <=> ISSN13

Lors d'une conversion d'EAN13 vers un autre type, il y a une vérification à l'exécution que la valeur est dans le domaine de l'autre type et une erreur est renvoyée dans le cas contraire. Les autres conversions sont simplement un renommage qui succèdera à chaque fois.

## F.19.3. Fonctions et opérateurs

Le module `isbn` fournit des opérateurs de comparaison standard, plus un support des index B-Tree et hachés pour tous les types de données. De plus, il existe plusieurs fonctions spécialisées, listées dans Tableau F.13, « Fonctions de `isbn` ». Dans cette table, `isbn` signifie un des types de données de ce module :

Tableau F.13. Fonctions de `isbn`

| Fonction                        | Retour  | Description                                                         |
|---------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------|
| <code>isbn_weak(boolean)</code> | boolean | Configure le mode de saisie faible (renvoie le nouveau paramétrage) |
| <code>isbn_weak()</code>        | boolean | Récupère le statut actuel du mode faible                            |
| <code>make_valid(isbn)</code>   | isbn    | Valide un nombre invalide (efface le drapeau d'invalidité)          |
| <code>is_valid(isbn)</code>     | boolean | Vérifie la présence du drapeau d'invalidité                         |

Le mode *faible* est utilisé pour insérer des données invalides dans une table. *Invalide* signifie que le chiffre de vérification est mauvais, pas qu'il manque des numéros.

Pourquoi voudriez-vous utiliser le mode faible ? Tout simplement parce que vous pouvez avoir une grosse collection de nombres ISBN, et que beaucoup d'entre eux, quelque soit la raison, ont un mauvais chiffre de vérification (peut-être que les nombres ont été scannés à partir d'une liste imprimée et que l'OCR s'est trompé sur les numéros, peut-être que les numéros ont été saisis manuellement... qui sait). Bref, le fait est que vous pouvez vouloir corriger ça, mais que vous voulez être capable d'avoir tous les nombres dans votre base de données pour que vous puissiez vérifier l'information et peut-être utiliser un outil externe pour localiser les nombres invalides dans la base de données, puis les vérifier et valider plus facilement ; donc par exemple, vous voudrez sélectionner tous les nombres invalides dans la table.

Quand vous insérez des nombres invalides dans une table en utilisant le mode faible, le nombre sera inséré avec le chiffre de vérification corrigé, mais il sera affiché avec un point d'exclamation (!) à la fin, par exemple 0-11-000322-5!. Ce marqueur d'invalidité peut être vérifié avec la fonction `is_valid` et effacé avec la fonction `make_valid`.

Vous pouvez aussi forcer l'insertion de nombres invalides, même quand vous n'êtes pas dans le mode faible, en ajoutant le caractère ! à la fin du nombre.

Une autre fonctionnalité spéciale est que, durant la saisie, vous pouvez écrire ? à la place du chiffre de vérification. Ce dernier sera calculé et inséré automatiquement.

## F.19.4. Exemples

```
--Using the types directly:
SELECT isbn('978-0-393-04002-9');
SELECT isbn13('0901690546');
SELECT issn('1436-4522');

--Casting types:
-- note that you can only cast from ean13 to another type when the
-- number would be valid in the realm of the target type;
-- thus, the following will NOT work: select isbn(ean13('0220356483481'));
-- but these will:
SELECT upc(ean13('0220356483481'));
SELECT ean13(upc('220356483481'));

--Create a table with a single column to hold ISBN numbers:
CREATE TABLE test (id isbn);
INSERT INTO test VALUES('9780393040029');

--Automatically calculate check digits (observe the '?'):
INSERT INTO test VALUES('220500896?');
INSERT INTO test VALUES('978055215372?');

SELECT issn('3251231?');
SELECT ismn('979047213542?');

--Using the weak mode:
SELECT isn_weak(true);
INSERT INTO test VALUES('978-0-11-000533-4');
INSERT INTO test VALUES('9780141219307');
INSERT INTO test VALUES('2-205-00876-X');
SELECT isn_weak(false);

SELECT id FROM test WHERE NOT is_valid(id);
UPDATE test SET id = make_valid(id) WHERE id = '2-205-00876-X!';

SELECT * FROM test;

SELECT isbn13(id) FROM test;
```

## F.19.5. Bibliographie

Les informations qui ont permis l'implémentation de ce module ont été récupérées sur plusieurs sites, dont :

- <http://www.isbn-international.org/>
- <http://www.issn.org/>

- <http://www.ismn-international.org/>
- <http://www.wikipedia.org/>

Les préfixes utilisées pour le formatage ont été récupérés à partir de :

- [http://www.gs1.org/productssolutions/idkeys/support/prefix\\_list.html](http://www.gs1.org/productssolutions/idkeys/support/prefix_list.html)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_ISBN\\_identifier\\_groups](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_ISBN_identifier_groups)
- <https://www.isbn-international.org/content/isbn-users-manual>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/International\\_Standard\\_Music\\_Number](http://en.wikipedia.org/wiki/International_Standard_Music_Number)
- <http://www.ismn-international.org/ranges.html>

Nous avons porté une grande attention lors de la création des algorithmes et ils ont été vérifiés méticuleusement par rapport aux algorithmes suggérés dans les manuels utilisateurs officiels ISBN, ISMN et ISSN.

## F.19.6. Auteur

Germán Méndez Bravo (Kronuz), 2004 - 2006

Ce module est inspiré du code `isbn_isnn` de Garrett A. Wollman.

## F.20. lo

Le module `lo` ajoute un support des « Large Objects » (aussi appelé LO ou BLOB). Il inclut le type de données `lo` et un trigger `lo_manage`.

### F.20.1. Aperçu

Un des problèmes avec le pilote JDBC (mais cela affecte aussi le pilote ODBC) est que la spécification suppose que les références aux BLOB (Binary Large OBject) sont stockées dans une table et que, si une entrée est modifiée, le BLOB associé est supprimé de cette base.

En l'état actuel de PostgreSQL™, ceci n'arrive pas. Les « Large Objects » sont traités comme des objets propres ; une entrée de table peut référencer un « Large Object » par son OID, mais plusieurs tables peuvent référencer le même OID. Donc, le système ne supprime pas un « Large Object » simplement parce que vous modifiez ou supprimez une entrée contenant un tel OID.

Ceci n'est pas un problème pour les applications spécifiques à PostgreSQL™ mais un code standard utilisant JDBC ou ODBC ne supprimera pas ces objets, ceci aboutissant à des « Large Objects » orphelins -- des objets qui ne sont référencés par personne et occupent de la place.

Le module `lo` permet de corriger ceci en attachant un trigger aux tables contenant des colonnes de référence des LO. Le trigger fait essentiellement un `lo_unlink` quand vous supprimez ou modifiez une valeur référence un « Large Object ». Quand vous utilisez ce trigger, vous supposez que, dans toute la base de données, il n'existe qu'une seule référence d'un « Large Object » référencé dans une colonne contrôlée par un trigger !

Le module fournit aussi un type de données `lo`, qui n'est qu'un domaine sur le type `oid`. Il est utile pour différencier les colonnes de la base qui contiennent des références d'objet de ceux qui contiennent des OID sur d'autres choses. Vous n'avez pas besoin d'utiliser le type `lo` pour utiliser le trigger mais cela facilite le travail pour garder la trace des colonnes de votre base qui représentent des « Large Objects » que vous gérez avec le trigger. Une rumeur dit aussi que le pilote ODBC a du mal si vous n'utilisez pas le type `lo` pour les colonnes BLOB.

### F.20.2. Comment l'utiliser

Voici un exemple d'utilisation :

```
CREATE TABLE image (title TEXT, raster lo);
CREATE TRIGGER t_raster BEFORE UPDATE OR DELETE ON image
 FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE lo_manage(raster);
```

Pour chaque colonne qui contiendra des références uniques aux « Large Objects », créez un trigger BEFORE UPDATE OR DELETE trigger, et donnez le nom de la colonne comme argument du trigger. Vous pouvez aussi restreindre le trigger pour ne

s'exécuter que sur les mises à jour de la colonne en utilisant BEFORE UPDATE OF *nom\_colonne*. Si vous avez plusieurs colonnes lo dans la même table, créez un trigger séparé pour chacune en vous souvenant de donner un nom différent à chaque trigger sur la même table.

### F.20.3. Limites

- Supprimer une table résultera quand même en des objets orphelins pour tous les objets qu'elle contient, car le trigger n'est pas exécuté. Vous pouvez éviter ceci en faisant précéder le **DROP TABLE** avec **DELETE FROM *table***.

**TRUNCATE** présente le même danger.

Si vous avez déjà, ou suspectez avoir, des « Large Objects » orphelins, voir le module vacuumlo(1) (vacuumlo(1)) pour vous aider à les nettoyer. Une bonne idée est d'exécuter vacuumlo occasionnellement pour s'assurer du ménage réalisé par le trigger lo\_manage.

- Quelques interfaces peuvent créer leur propres tables et n'ajouteront pas les triggers associés. De plus, les utilisateurs peuvent oublier de créer les triggers, ou ne pas savoir le faire.

### F.20.4. Auteur

Peter Mount <peter@retep.org.uk>

## F.21. ltree

Ce module implémente le type de données ltree pour représenter des labels de données stockés dans une structure hiérarchique de type arbre. Des fonctionnalités étendues de recherche sont fournies.

### F.21.1. Définitions

Un *label* est une séquence de caractères alphanumériques et de tirets bas (par exemple, dans la locale C, les caractères A-Za-z0-9\_ sont autorisés). La longueur d'un label est limité par 256 octets.

Exemples : 42, Personal\_Services

Le *chemin de label* est une séquence de zéro ou plusieurs labels séparés par des points, par exemple L1 . L2 . L3, ce qui représente le chemin de la racine jusqu'à un nœud particulier. La longueur d'un chemin est limité à 65 Ko, mais une longueur inférieure ou égale à 2 Ko est préférable. Nous considérons qu'il ne s'agit pas d'une limitation stricte. Par exemple, lataille maximum d'un chemin de label dans le catalogue DMOZ fait environ 240 octets !

Exemple : Top.Countries.Europe.Russia

Le module ltree fournit plusieurs types de données :

- ltree stocke un chemin de label.
- lquery représente un type d'expression rationnelle du chemin pour la correspondance de valeurs de type ltree. Un mot simple établit une correspondance avec ce label dans un chemin. Le caractère joker (\*) est utilisé pour spécifier tout nombre de labels (niveaux). Par exemple :

|         |                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------|
| foo     | Correspond au chemin exact foo                         |
| *.foo.* | Correspond à tout chemin contenant le label foo        |
| *.foo   | Correspond à tout chemin dont le dernier label est foo |

Les caractères joker peuvent être quantifiés pour restreindre le nombre de labels de la correspondance :

|        |                                                     |
|--------|-----------------------------------------------------|
| *{n}   | Correspond à exactement n labels                    |
| *{n,}  | Correspond à au moins n labels                      |
| *{n,m} | Correspond à au moins n labels mais à pas plus de m |
| *{,m}  | Correspond à au plus m labels -- identique à *{0,m} |

Il existe plusieurs modificateurs qui peuvent être placés à la fin d'un label sans joker dans un lquery pour que la correspondance se fasse sur plus que la correspondance exacte :

```

@ Correspondance sans vérification de casse, par exemple a@ établit une correspondance avec A
* Correspondance d'un préfixe pour un label, par exemple foo* établit une correspondance avec foobar
% Correspondance avec les mots séparés par des tirets bas

```

Le comportement de % est un peu complexe. Il tente d'établir une correspondance avec des mots plutôt qu'avec un label complet. Par exemple, foo\_bar% établit une correspondance avec foo\_bar\_baz mais pas avec foo\_barbaz. S'il est combiné avec \*, la correspondance du préfixe s'applique à chaque mot séparément. Par exemple, foo\_bar%\* établit une correspondance avec foo1\_bar2\_baz, mais pas avec foo1\_br2\_baz.

De plus, vous pouvez écrire plusieurs labels séparés avec des | (OR) pour établir une correspondance avec un des labels, et vous pouvez placer un ! (NOT) au début pour établir une correspondance avec tout sauf une des différentes alternatives.

Voici un exemple annoté d'une lquery :

```

Top.*{0,2}.sport*@.!football|tennis.Russ*|Spain
a. b. c. d. e.

```

Cette requête établira une correspondance avec tout chemin qui :

- commence avec le label Top
- et suit avec zéro ou deux labels jusqu'à
- un label commençant avec le préfixe sport quelque soit la casse
- ensuite un label ne correspondant ni à football ni à tennis
- et se termine enfin avec un label commençant par Russ ou correspond strictement à Spain.

- ltxtquery représente en quelque sorte une recherche plein texte pour la correspondance de valeurs ltree. Une valeur ltxtquery contient des mots, quelque fois avec les modificateurs @, \*, % à la fin ; les modifications ont la même signification que dans un lquery. Les mots peuvent être combinés avec & (AND), | (OR), ! (NOT) et des parenthèses. La différence clé d'une lquery est que ltxtquery établit une correspondance avec des mots sans relation avec leur position dans le chemin de labels.

Voici un exemple de ltxtquery :

```
Europe & Russia*@ & !Transportation
```

Ceci établira une correspondance avec les chemins contenant le label Europe et tout label commençant par Russia (quelque soit la casse), mais pas les chemins contenant le label Transportation. L'emplacement de ces mots dans le chemin n'est pas important. De plus, quand % est utilisé, le mot peut établir une correspondance avec tout mot séparé par un tiret bas dans un label, quelque soit sa position.

Note : ltxtquery autorise un espace blanc entre des symboles mais ltree et lquery ne le permettent pas.

## F.21.2. Opérateurs et fonctions

Le type ltree dispose des opérateurs de comparaison habituels =, <>, <, >, <=, >=. Les comparaisons trient dans l'ordre du parcours d'un arbre, avec les enfants d'un noeud trié par le texte du label. De plus, les opérateurs spécialisés indiqués dans Tableau F.14, « Opérateurs ltree » sont disponibles.

**Tableau F.14. Opérateurs ltree**

| Opérateur      | Retour  | Description                                                                 |
|----------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------|
| ltree @> ltree | boolean | l'argument gauche est-il un ancêtre de l'argument droit (ou identique) ?    |
| ltree <@ ltree | boolean | l'argument gauche est-il un descendant de l'argument droit (ou identique) ? |
| ltree ~ lquery | boolean | est-ce que ltree établie une correspondance avec lquery ?                   |

| Opérateur                         | Retour  | Description                                                                               |
|-----------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>lquery ~ ltree</code>       | boolean | est-ce que ltree établie une correspondance avec lquery ?                                 |
| <code>ltree ? lquery[]</code>     | boolean | est-ce que ltree établie une correspondance avec tout any lquery dans ce tableau ?        |
| <code>lquery[] ? ltree</code>     | boolean | est-ce que ltree établie une correspondance avec tout lquery dans ce tableau ?            |
| <code>ltree @ ltxtquery</code>    | boolean | est-ce que ltree établie une correspondance avec ltxtquery ?                              |
| <code>ltxtquery @ ltree</code>    | boolean | est-ce que ltree établie une correspondance avec ltxtquery ?                              |
| <code>ltree    ltree</code>       | ltree   | concatène des chemins ltree                                                               |
| <code>ltree    text</code>        | ltree   | convertit du texte en ltree et concatène                                                  |
| <code>text    ltree</code>        | ltree   | convertit du texte en ltree et concatène                                                  |
| <code>ltree[] @&gt; ltree</code>  | boolean | est-ce que le tableau contient un ancêtre de ltree ?                                      |
| <code>ltree &lt;@ ltree[]</code>  | boolean | est-ce que le tableau contient un ancêtre de ltree ?                                      |
| <code>ltree[] &lt;@ ltree</code>  | boolean | est-ce que le tableau contient un descendant de ltree ?                                   |
| <code>ltree @&gt; ltree[]</code>  | boolean | est-ce que le tableau contient un descendant de ltree ?                                   |
| <code>ltree[] ~ lquery</code>     | boolean | est-ce que le tableau contient tout chemin correspondant à lquery ?                       |
| <code>lquery ~ ltree[]</code>     | boolean | est-ce que le tableau contient tout chemin correspondant à lquery ?                       |
| <code>ltree[] ? lquery[]</code>   | boolean | est-ce que le tableau ltree contient tout chemin correspondant à un lquery ?              |
| <code>lquery[] ? ltree[]</code>   | boolean | est-ce que le tableau ltree contient tout chemin correspondant à un lquery ?              |
| <code>ltree[] @ ltxtquery</code>  | boolean | est-ce que le tableau contient tout chemin correspondant à ltxtquery ?                    |
| <code>ltxtquery @ ltree[]</code>  | boolean | est-ce que le tableau contient tout chemin correspondant à ltxtquery ?                    |
| <code>ltree[] ?@&gt; ltree</code> | ltree   | première entrée du tableau ancêtre de ltree ; NULL si aucun                               |
| <code>ltree[] ?&lt;@ ltree</code> | ltree   | première entrée du tableau descendant de ltree ; NULL si aucun                            |
| <code>ltree[] ?~ lquery</code>    | ltree   | première entrée du tableau établissant une correspondance avec lquery ; NULL si aucune    |
| <code>ltree[] ?@ ltxtquery</code> | ltree   | première entrée du tableau établissant une correspondance avec ltxtquery ; NULL si aucune |

Les opérateurs operators `<@`, `@>`, `@` et `~` ont des versions analogues `^<@`, `^@>`, `^@`, `^~`, qui sont identiques sauf qu'elles n'utilisent pas les index. Elles sont utiles pour tester.

Les fonctions disponibles sont indiquées dans Tableau F.15, « Fonctions ltree ».

**Tableau F.15. Fonctions ltree**

| Fonction                            | Type en retour | Description                                                                                                                                                                                                                                                            | Exemple                                      | Résultat      |
|-------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------|
| subltree(ltree, int start, int end) | ltree          | sous-chemin de ltree de la position <i>start</i> à la position <i>end</i> -1 (counting from 0)                                                                                                                                                                         | subl-tree('Top.Child1.Child2',1,2)           | Child1        |
| subpath(ltree, int offset, int len) | ltree          | sous-chemin de ltree commençant à la position <i>offset</i> , de longueur <i>len</i> . Si <i>offset</i> est négatif, le sous-chemin commence de ce nombre à partir de la fin du chemin. Si <i>len</i> est négatif, laisse ce nombre de labels depuis la fin du chemin. | sub-path('Top.Child1.Child2',0,2)            | Top.Child1    |
| subpath(ltree, int offset)          | ltree          | sous-chemin de ltree commençant à la position <i>offset</i> , s'étendant à la fin du chemin. Si <i>offset</i> est négatif, le sous-chemin commence de ce point jusqu'à la fin du chemin.                                                                               | sub-path('Top.Child1.Child2',1)              | Child1.Child2 |
| nlevel(ltree)                       | integer        | nombre de labels dans le chemin                                                                                                                                                                                                                                        | nlevel('Top.Child1.Child2')                  | 3             |
| index(ltree a, ltree b)             | integer        | position de la première occurrence de <i>b</i> dans <i>a</i> ; -1 si introuvable                                                                                                                                                                                       | in-dex('0.1.2.3.5.4.5.6.8.5.6.8', '5.6')     | 6             |
| index(ltree a, ltree b, int offset) | integer        | position de la première occurrence de <i>b</i> dans <i>a</i> , la recherche commence à <i>offset</i> ; un <i>offset</i> négatif signifie un commencement à <i>-offset</i> labels de la fin du chemin                                                                   | in-dex('0.1.2.3.5.4.5.6.8.5.6.8', '5.6', -4) | 9             |
| text2ltree(text)                    | ltree          | convertit du text en ltree                                                                                                                                                                                                                                             |                                              |               |
| ltree2text(ltree)                   | text           | convertit du ltree en text                                                                                                                                                                                                                                             |                                              |               |
| lca(ltree, ltree, ...)              | ltree          | plus petit ancêtre commun, c'est-à-dire préfixe commun le plus long des chemins (jusqu'à huit arguments supportés)                                                                                                                                                     | lca('1.2.2.3', '1.2.3.4.5.6')                | 1.2           |
| lca(ltree[])                        | ltree          | plus petit ancêtre commun, c'est-à-dire préfixe commun le plus long des chemins                                                                                                                                                                                        | lca(array['1.2.2.3':ltree, '1.2.3'])         | 1.2           |

### F.21.3. Index

ltree accepte différents types d'index pouvant améliorer les performances des opérateurs indiqués :

- Index B-tree sur ltree : <, <=, =, >=, >

- Index GiST sur ltree : <, <=, =, >=, >, @>, <@, @, ~, ?

Exemple de la création d'un tel index :

```
CREATE INDEX path_gist_idx ON test USING GIST (path);
```

- Index GiST sur ltree[] : ltree[ ] <@ ltree, ltree @> ltree[ ], @, ~, ?

Exemple de la création d'un tel index :

```
CREATE INDEX path_gist_idx ON test USING GIST (array_path);
```

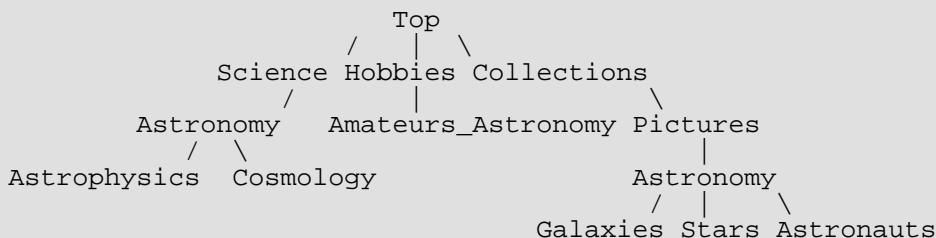
Note : ce type d'index est à perte.

## F.21.4. Exemple

Cet exemple utilise les données suivantes (disponibles dans le fichier contrib/ltree/lstreetest.sql des sources) :

```
CREATE TABLE test (path ltree);
INSERT INTO test VALUES ('Top');
INSERT INTO test VALUES ('Top.Science');
INSERT INTO test VALUES ('Top.Science.Astronomy');
INSERT INTO test VALUES ('Top.Science.Astronomy.Astrophysics');
INSERT INTO test VALUES ('Top.Science.Astronomy.Cosmology');
INSERT INTO test VALUES ('Top.Hobbies');
INSERT INTO test VALUES ('Top.Hobbies.Amateurs_Astronomy');
INSERT INTO test VALUES ('Top.Collections');
INSERT INTO test VALUES ('Top.Collections.Pictures');
INSERT INTO test VALUES ('Top.Collections.Pictures.Astronomy');
INSERT INTO test VALUES ('Top.Collections.Pictures.Astronomy.Stars');
INSERT INTO test VALUES ('Top.Collections.Pictures.Astronomy.Galaxies');
INSERT INTO test VALUES ('Top.Collections.Pictures.Astronomy.Astronauts');
CREATE INDEX path_gist_idx ON test USING GIST (path);
CREATE INDEX path_idx ON test USING BTREE (path);
```

Maintenant, nous avons une table test peuplée avec des données décrivant la hiérarchie ci-dessous :



Nous pouvons faire de l'héritage :

```
lstreetest=> SELECT path FROM test WHERE path <@ 'Top.Science';
path

Top.Science
Top.Science.Astronomy
Top.Science.Astronomy.Astrophysics
Top.Science.Astronomy.Cosmology
(4 rows)
```

Voici quelques exemples de correspondance de chemins :

```
lreetest=> SELECT path FROM test WHERE path ~ '.*.Astronomy.*';
 path

Top.Science.Astronomy
Top.Science.Astronomy.Astrophysics
Top.Science.Astronomy.Cosmology
Top.Collections.Pictures.Astronomy
Top.Collections.Pictures.Astronomy.Stars
Top.Collections.Pictures.Astronomy.Galaxies
Top.Collections.Pictures.Astronomy.Astronauts
(7 rows)

lreetest=> SELECT path FROM test WHERE path ~ '.*.!pictures@.*.Astronomy.*';
 path

Top.Science.Astronomy
Top.Science.Astronomy.Astrophysics
Top.Science.Astronomy.Cosmology
(3 rows)
```

Voici quelques exemples de recherche plein texte :

```
lreetest=> SELECT path FROM test WHERE path @ 'Astro*% & !pictures@';
 path

Top.Science.Astronomy
Top.Science.Astronomy.Astrophysics
Top.Science.Astronomy.Cosmology
Top.Hobbies.Amateurs_Astronomy
(4 rows)

lreetest=> SELECT path FROM test WHERE path @ 'Astro* & !pictures@';
 path

Top.Science.Astronomy
Top.Science.Astronomy.Astrophysics
Top.Science.Astronomy.Cosmology
(3 rows)
```

Construction d'un chemin en utilisant les fonctions :

```
lreetest=> SELECT subpath(path,0,2) || 'Space' || subpath(path,2) FROM test WHERE path <@
'Top.Science.Astronomy';
 ?column?

Top.Science.Space.Astronomy
Top.Science.Space.Astronomy.Astrophysics
Top.Science.Space.Astronomy.Cosmology
(3 rows)
```

Nous pouvons simplifier ceci en créant une fonction SQL qui insère un label à une position spécifiée dans un chemin :

```
CREATE FUNCTION ins_label(ltree, int, text) RETURNS ltree
 AS 'select subpath($1,0,$2) || $3 || subpath($1,$2);'
 LANGUAGE SQL IMMUTABLE;

lreetest=> SELECT ins_label(path,2,'Space') FROM test WHERE path <@
'Top.Science.Astronomy';
 ins_label

Top.Science.Space.Astronomy
Top.Science.Space.Astronomy.Astrophysics
Top.Science.Space.Astronomy.Cosmology
```

(3 rows)

## F.21.5. Transformations

Des extensions supplémentaires sont disponibles pour implémenter des transformations pour le type ltree pour PL/Python. Les extensions sont appelées `ltree_plpythonu`, `ltree_plpython2u` et `ltree_plpython3u` (voir Section 44.1, « Python 2 et Python 3 » pour la convention de nommage PL/Python). Si vous installez ces transformations et les spécifier lors de la création d'une fonction, les valeurs ltree sont converties en listes Python. Il est à noter que l'inverse n'est pas encore supportée.

## F.21.6. Auteurs

Tout le travail a été réalisé par Teodor Sigaev (<teodor@stack.net>) et Oleg Bartunov (<oleg@sai.msu.su>). Voir <http://www.sai.msu.su/~megera/postgres/gist> pour des informations supplémentaires. Les auteurs voudraient remercier Eugeny Rodichev pour son aide. Commentaires et rapports de bogue sont les bienvenus.

## F.22. pageinspect

Le module `pageinspect` fournit des fonctions qui vous permettent d'inspecter le contenu des pages de la base de données à un bas niveau, ce qui utile pour le débogage. Toutes ces fonctions ne sont utilisables que par les super-utilisateurs.

### F.22.1. Fonctions

```
get_raw_page(relname text, fork text, blkno int) returns bytea
 get_raw_page lit le bloc spécifié de la relation nommée et renvoie une copie en tant que valeur de type bytea. Ceci permet la récupération de la copie cohérente à un instant t d'un bloc spécifique. fork devrait être 'main' pour les données, et 'fsm' pour la carte des espaces libres, 'vm' pour la carte de visibilité ou 'init'.
```

```
get_raw_page(relname text, blkno int) returns bytea
 Une version raccourcie de get_raw_page, pour le lire que la partie des données. Équivalent à get_raw_page(relname, 'main', blkno).
```

```
page_header(page bytea) returns record
 page_header affiche les champs communs à toutes les pages des tables et index PostgreSQL™.
```

L'image d'une page obtenu avec `get_raw_page` doit être passé en argument. Par exemple :

```
test=# SELECT * FROM page_header(get_raw_page('pg_class', 0));
 lsn | checksum | flags | lower | upper | special | pagesize | version | prune_xid
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
0/24A1B50 | 1 | 1 | 232 | 368 | 8192 | 8192 | 4 | 0
```

Les colonnes renvoyées correspondent aux champs de la structure `PageHeaderData`. Voir `src/include/storage/bufpage.h` pour les détails.

```
heap_page_items(page bytea) returns setof record
```

`heap_page_items` affiche tous les pointeurs de ligne dans une page de table. Pour les pointeurs de ligne en utilisation, les en-têtes de ligne ainsi que les données des lignes sont aussi affichées. Toutes les lignes sont affichées, qu'elles soient ou non visibles dans l'image MVCC au moment où la page brute a été copiée.

Une image d'une page de table obtenue avec `get_raw_page` doit être fournie en argument. Par exemple :

```
test=# SELECT * FROM heap_page_items(get_raw_page('pg_class', 0));
```

Voir `src/include/storage/itemid.h` et `src/include/access/htup_details.h` pour des explications sur les champs renvoyés.

```
tuple_data_split(rel_oid, t_data bytea, t_infomask integer, t_infomask2 integer, t_bits
text [, do_detoast bool]) returns bytea[]
 tuple_data_split divise les données d'une ligne en attributs de la même façon que le fait le moteur.
```

```
test=# SELECT tuple_data_split('pg_class'::regclass, t_data, t_infomask,
t_infomask2, t_bits) FROM heap_page_items(get_raw_page('pg_class', 0));
```

Cette fonction doit être appelée avec les mêmes arguments que ce qui est renvoyé par `heap_page_items`.

Si `do_detoast` est `true`, la donnée TOAST sera traitée. La valeur par défaut est `false`.

`heap_page_item_attrs(rel_oid, t_data bytea, [, do_detoast bool]) returns bytea[]`  
`heap_page_item_attrs` est équivalent à `heap_page_items` sauf qu'elle renvoie les données brutes de la ligne sous la forme d'un tableau d'attributs pouvant en option être traités par `do_detoast` (comportement désactivé par défaut).

Une image de la page HEAP obtenue avec `get_raw_page` doit être fournie comme argument. Par exemple :

```
test=# SELECT * FROM heap_page_item_attrs(get_raw_page('pg_class', 0),
'pg_class'::regclass);
```

`bt_metap(relname text) returns record`

`bt_metap` renvoie des informations sur une métapage d'un index B-tree. Par exemple :

```
test=# SELECT * FROM bt_metap('pg_cast_oid_index');
-[RECORD 1]-----
magic | 340322
version | 2
root | 1
level | 0
fastroot | 1
fastlevel | 0
```

`bt_page_stats(relname text, blkno int) returns record`

`bt_page_stats` renvoie un résumé des informations sur les pages enfants des index B-tree. Par exemple :

```
test=# SELECT * FROM bt_page_stats('pg_cast_oid_index', 1);
-[RECORD 1]-----+
blkno | 1
type | 1
live_items | 256
dead_items | 0
avg_item_size | 12
page_size | 8192
free_size | 4056
btpo_prev | 0
btvo_next | 0
btvo | 0
btvo_flags | 3
```

`bt_page_items(relname text, blkno int) returns setof record`

`bt_page_items` renvoie des informations détaillées sur tous les éléments d'une page d'index btree. Par exemple :

```
test=# SELECT * FROM bt_page_items('pg_cast_oid_index', 1);
 itemoffset | ctid | itemlen | nulls | vars | data
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
 1 | (0,1) | 12 | f | f | 23 27 00 00
 2 | (0,2) | 12 | f | f | 24 27 00 00
 3 | (0,3) | 12 | f | f | 25 27 00 00
 4 | (0,4) | 12 | f | f | 26 27 00 00
 5 | (0,5) | 12 | f | f | 27 27 00 00
 6 | (0,6) | 12 | f | f | 28 27 00 00
 7 | (0,7) | 12 | f | f | 29 27 00 00
 8 | (0,8) | 12 | f | f | 2a 27 00 00
```

Dans un bloc feuille d'un index B-tree, `ctid` pointe vers un enregistrement de la table. Dans une page interne, la partie du numéro de bloc du `ctid` pointe vers une autre page de l'index lui-même alors que la partie décalage (le deuxième nombre)

est ignoré et vaut généralement 1.

Notez que le premier élément une page (autre que la dernière, toute page avec une valeur différente de zéro dans le champ *btpo\_next*) est la « clé haute » du bloc, ce qui signifie que ces données (*data*) serve comme limite haute de tous les éléments apparaissant sur la page, alors que son champ *ctid* n'a aucune signification. De plus, sur les blocs qui ne sont pas des feuilles, le premier élément contenant de vraies données (autrement dit le premier élément qui n'est pas une clé haute) est un élément « moins infinité » sans valeur réelle dans son champ *data*. Néanmoins, un tel élément doit avoir un lien valide dans son champ *ctid*.

`brin_page_type(page bytea) returns text`

`brin_page_type` renvoie le type de bloc du bloc indiqué pour l'index BRIN donné ou renvoie une erreur si le bloc n'est pas un bloc valide d'un index BRIN. Par exemple :

```
test=# SELECT brin_page_type(get_raw_page('brinidx', 0));
brin_page_type

meta
```

`brin_metapage_info(page bytea) returns record`

`brin_metapage_info` renvoie une information assortie sur la métapage d'un index BRIN. Par exemple :

```
test=# SELECT * FROM brin_metapage_info(get_raw_page('brinidx', 0));
magic | version | pagesperrange | lastrevmappage
-----+-----+-----+-----
0xA8109CFA | 1 | 4 | 2
```

`brin_revmap_data(page bytea) returns setof tid`

`brin_revmap_data` renvoie la liste des identifiants de lignes dans un bloc de type « range map » d'un index BRIN. Par exemple :

```
test=# SELECT * FROM brin_revmap_data(get_raw_page('brinidx', 2)) limit 5;
pages

(6,137)
(6,138)
(6,139)
(6,140)
(6,141)
```

`brin_page_items(page bytea, index oid) returns setof record`

`brin_page_items` renvoie les données enregistrées dans le bloc de données de l'index BRIN. Par exemple :

```
test=# SELECT * FROM brin_page_items(get_raw_page('brinidx', 5),
 'brinidx')
 ORDER BY blknum, attnum LIMIT 6;
itemoffset | blknum | attnum | allnulls | hasnulls | placeholder | value
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----
 137 | 0 | 1 | t | f | f | {1 .. 88}
 137 | 0 | 2 | f | f | f |
 138 | 4 | 1 | t | f | f |
 138 | 4 | 2 | f | f | f | {89 .. 176}
 139 | 8 | 1 | t | f | f |
 139 | 8 | 2 | f | f | f | {177 .. 264}
```

Les colonnes renvoyées correspondent aux champs des structures `BrinMemTuple` et `BrinValues`. Voir `src/include/access/brin_tuple.h` pour plus de détails.

`gin_metapage_info(page bytea) returns record`

`gin_metapage_info` renvoie des informations sur la métapage d'un index GIN index metapage. Par exemple :

```
test=# SELECT * FROM gin_metapage_info(get_raw_page('gin_index', 0));
-[RECORD 1]-----+
pending_head | 4294967295
pending_tail | 4294967295
tail_free_size | 0
n_pending_pages | 0
```

|                  |     |
|------------------|-----|
| n_pending_tuples | 0   |
| n_total_pages    | 7   |
| n_entry_pages    | 6   |
| n_data_pages     | 0   |
| n_entries        | 693 |
| version          | 2   |

```
gin_page_opaque_info(page bytea) returns record
```

gin\_page\_opaque\_info renvoie des informations sur la partie opaque d'un index GIN, comme le type de bloc. Par exemple :

```
test=# SELECT * FROM gin_page_opaque_info(get_raw_page('gin_index', 2));
 rightlink | maxoff | flags
-----+-----+-----+
 5 | 0 | {data,leaf,compressed}
(1 row)
```

```
gin_leafpage_items(page bytea) returns setof record
```

gin\_leafpage\_items renvoie des informations sur les données enregistrées dans un bloc feuille d'un index GIN. Par exemple :

```
test=# SELECT first_tid, nbytes, tids[0:5] as some_tids
 FROM gin_leafpage_items(get_raw_page('gin_test_idx', 2));
 first_tid | nbytes | some_tids
-----+-----+-----+
 (8,41) | 244 | {"(8,41)", "(8,43)", "(8,44)", "(8,45)", "(8,46)"}
 (10,45) | 248 | {"(10,45)", "(10,46)", "(10,47)", "(10,48)", "(10,49)"}
 (12,52) | 248 | {"(12,52)", "(12,53)", "(12,54)", "(12,55)", "(12,56)"}
 (14,59) | 320 | {"(14,59)", "(14,60)", "(14,61)", "(14,62)", "(14,63)"}
 (167,16) | 376 | {"(167,16)", "(167,17)", "(167,18)", "(167,19)", "(167,20)"}
 (170,30) | 376 | {"(170,30)", "(170,31)", "(170,32)", "(170,33)", "(170,34)"}
 (173,44) | 197 | {"(173,44)", "(173,45)", "(173,46)", "(173,47)", "(173,48)"}
(7 rows)
```

```
fsm_page_contents(page bytea) returns text
```

fsm\_page\_contents affiche la structure interne d'une page FSM. La sortie est une chaîne multi-lignes, chaque ligne décrivant un nœud de l'arbre binaire d'une page. Seuls les nœuds différents de zéro sont affichés. Le pointeur appelé « next », qui pointe vers le prochain slot à renvoyer pour cette page, est aussi affiché.

Voir `src/backend/storage/freespace/README` pour plus d'informations sur la structure d'une page FSM.

## F.23. passwordcheck

Le module `passwordcheck` vérifie les mots de passe des utilisateurs quand ils sont configurés avec `CREATE ROLE(7)` ou `ALTER ROLE(7)`. Si un mot de passe est considéré trop faible, il sera rejeté et la commande se terminera avec une erreur.

Pour activer ce module, ajoutez '`$libdir/passwordcheck`' dans le paramètre `shared_preload_libraries` du fichier `postgresql.conf`, puis redémarrez le serveur.

Vous pouvez adapter ce module à vos besoins en modifiant son code source. Par exemple, vous pouvez utiliser *CrackLib* pour vérifier les mots de passe -- ceci requiert seulement la suppression des commentaires sur deux lignes du `Makefile` et la reconstruction du module. (Nous ne pouvons pas inclure *CrackLib*™ par défaut pour des raisons de licence.) Sans *CrackLib*™, le module impose quelques règles simples sur la force du mot de passe, que vous pouvez modifier ou étendre au besoin.



### Attention

Pour empêcher l'envoi en clair des mots de passe sur le réseau, leur écriture dans les journaux applicatifs ou leur récupération par un administrateur de bases de données, PostgreSQL™ permet à l'utilisateur de fournir des mots de passe déjà chiffrés. Beaucoup de programmes clients utilisent cette fonctionnalité et chiffrent le mot de passe avant de l'envoyer au serveur.

Ceci limite l'utilité du module `passwordcheck` car, dans ce cas, il peut seulement tenter de deviner le mot de passe. Pour cette raison, `passwordcheck` n'est pas recommandé si vos besoins en sécurité sont importants. Il est plus intéressant d'utiliser une méthode d'authentification externe comme GSSAPI (voir Chapitre 20, Authentification).

tion du client) plutôt que de se fier aux mots de passe internes.

Une alternative est de modifier `passwordcheck` pour rejeter les mots de passe pré-chiffrés, mais forcer ainsi les utilisateurs à entrer leurs mots de passe en clair porte son propre lot de problèmes de sécurité.

## F.24. pg\_buffercache

Le module `pg_buffercache` fournit un moyen pour examiner ce qui se passe dans le cache partagé en temps réel.

Ce module propose une fonction C, `pg_buffercache_pages`, qui renvoie un ensemble d'enregistrements, ainsi qu'une vue, `pg_buffercache`, qui englobe la fonction pour une utilisation facilitée.

Par défaut, l'accès public est refusé pour ces deux objets au cas où une faille de sécurité serait présente.

### F.24.1. La vue pg\_buffercache

Voici la définition des colonnes exposées par la vue affichée dans Tableau F.16, « Colonnes de pg\_buffercache » :

Tableau F.16. Colonnes de pg\_buffercache

| Nom                           | Type     | Références                        | Description                                                                  |
|-------------------------------|----------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <code>bufferid</code>         | integer  |                                   | ID, qui va de 1 à <code>shared_buffers</code>                                |
| <code>relfilenode</code>      | oid      | <code>pg_class.relfilenode</code> | Numéro filenode de la relation                                               |
| <code>reltablespace</code>    | oid      | <code>pg_tablespace.oid</code>    | OID du tablespace de la relation                                             |
| <code>reldatabase</code>      | oid      | <code>pg_database.oid</code>      | OID de la base de données de la relation                                     |
| <code>relforknumber</code>    | smallint |                                   | Numéro du fork dans la relation ; voir <code>include/common/relpath.h</code> |
| <code>relblocknumber</code>   | bigint   |                                   | Numéro de page dans la relation                                              |
| <code>isdirty</code>          | boolean  |                                   | Page modifiée ?                                                              |
| <code>usagecount</code>       | smallint |                                   | Compteur d'accès clock-sweep                                                 |
| <code>pinning_backends</code> | integer  |                                   | Nombre de processus serveur en accès sur ce bloc                             |

Il y a une ligne pour chaque tampon dans le cache partagé. Les tampons inutilisés sont affichés avec des champs NULL sauf pour `bufferid`. Les catalogues systèmes partagés sont affichés comme appartenant à la base de données zéro.

Comme le cache est partagé par toutes les bases de données, il y aura des pages de relations n'appartenant pas à la base de données courante. Cela signifie qu'il pourrait y avoir des lignes sans correspondance dans `pg_class`, ou qu'il pourrait y avoir des jointures incorrectes. Si vous essayez une jointure avec `pg_class`, une bonne idée est de restreindre la jointure aux lignes ayant un `reldatabase` égal à l'OID de la base de données actuelle ou à zéro.

Quand la vue `pg_buffercache` est utilisée, les verrous du gestionnaire de tampons sont posés suffisamment longtemps pour copier toutes les données d'état du tampon que la vue affichera. Ceci assure à la vue un ensemble cohérent des résultats tout en évitant un blocage trop important de l'activité des tampons. Néanmoins, cela pourrait avoir un impact sur la performance de la base de données si cette vue est lue fréquemment.

### F.24.2. Affichage en sortie

```
regression=# SELECT c.relname, count(*) AS buffers
 FROM pg_buffercache b INNER JOIN pg_class c
 ON b.relfilenode = pg_relation_filenode(c.oid) AND
 b.reldatabase IN (0, (SELECT oid FROM pg_database
 WHERE datname = current_database()))
 GROUP BY c.relname
```

| ORDER BY 2 DESC<br>LIMIT 10;    |         |
|---------------------------------|---------|
| relname                         | buffers |
| tenk2                           | 345     |
| tenk1                           | 141     |
| pg_proc                         | 46      |
| pg_class                        | 45      |
| pg_attribute                    | 43      |
| pg_class_relname_nsp_index      | 30      |
| pg_proc_proname_args_nsp_index  | 28      |
| pg_attribute_relid_attnam_index | 26      |
| pg_depend                       | 22      |
| pg_depend_reference_index       | 20      |
| (10 rows)                       |         |

## F.24.3. Auteurs

Mark Kirkwood <markir@paradise.net.nz>

Suggestions de conception : Neil Conway <neilc@samurai.com>

Conseils pour le débogage : Tom Lane <tgl@sss.pgh.pa.us>

## F.25. pgcrypto

Le module `pgcrypto` propose des fonctions de cryptographie pour PostgreSQL™.

### F.25.1. Fonctions de hachage généralistes

#### F.25.1.1. `digest()`

```
digest(data text, type text) returns bytea
digest(data bytea, type text) returns bytea
```

Calcule un hachage binaire de `data`. `type` est l'algorithme utilisé. Les algorithmes standards sont `md5` et `sha1`. Si `pgcrypto` a été construit avec OpenSSL, d'autres algorithmes sont disponibles comme le détaille Tableau F.20, « Résumé de fonctionnalités avec et sans OpenSSL ».

Si vous voulez en résultat une chaîne hexadécimale, utilisez `encode()` sur le résultat. Par exemple :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION sha1(bytea) returns text AS $$%
 SELECT encode(digest($1, 'sha1'), 'hex')
$$ LANGUAGE SQL STRICT IMMUTABLE;
```

#### F.25.1.2. `hmac()`

```
hmac(data text, key text, type text) returns bytea
hmac(data bytea, key text, type text) returns bytea
```

Calcule un MAC haché sur `data` avec la clé `key`. `type` est identique à `digest()`.

C'est similaire à `digest()` mais le hachage peut être recalculé en connaissant seulement la clé. Ceci évite le scénario où quelqu'un modifie les données et le hachage en même temps.

Si la clé est plus grosse que le bloc haché, il sera tout d'abord haché puis le résultat sera utilisé comme clé.

### F.25.2. Fonctions de hachage de mot de passe

Les fonctions `crypt()` et `gen_salt()` sont spécialement conçues pour hacher les mots de passe. `crypt()` s'occupe du hachage et `gen_salt()` prépare les paramètres de l'algorithme pour ça.

Les algorithmes de `crypt()` diffèrent des algorithmes de hachage habituels comme MD5 ou SHA1 :

1. Ils sont lents. Comme la quantité de données est petite, c'est le seul moyen de rendre difficile la découverte par la force des mots de passe.
2. Ils incluent une valeur aléatoire appelée *sel* (*salt* en anglais) avec le résultat, pour que les utilisateurs qui ont le même mot de passe puissent avoir des mots de passe chiffrés différents. C'est aussi une défense supplémentaire comme l'inversion de l'algorithme.
3. Ils incluent le type de l'algorithme dans le résultat pour que les mots de passe hachés avec différents algorithmes puissent coexister.
4. Certains s'adaptent. Cela signifie que, une fois que les ordinateurs iront plus vite, vous pourrez configurer l'algorithme pour qu'il soit plus lent, ceci sans introduire d'incompatibilité avec les mots de passe existant.

Tableau F.17, « Algorithmes supportés par `crypt()` » liste les algorithmes supportés par la fonction `crypt()`.

**Tableau F.17. Algorithmes supportés par `crypt()`**

| Algorithme | Longueur maximum du mot de passe | Adaptif ? | Bits sel | Longueur de la sortie | Description                       |
|------------|----------------------------------|-----------|----------|-----------------------|-----------------------------------|
| bf         | 72                               | oui       | 128      | 60                    | Basé sur Blowfish, variante 2a    |
| md5        | unlimited                        | non       | 48       | 34                    | <code>crypt()</code> basé sur MD5 |
| xdes       | 8                                | oui       | 24       | 20                    | DES étendu                        |
| des        | 8                                | non       | 12       | 13                    | <code>crypt</code> original UNIX  |

### F.25.2.1. `crypt()`

```
crypt(password text, salt text) returns text
```

Calcule un hachage de mot de passe (*password*) d'après crypt(3) UN\*X. Lors du stockage d'un nouveau mot de passe, vous devez utiliser la fonction `gen_salt()` pour générer un nouveau sel (*salt*). Lors de la vérification de mot de passe, passez la valeur hachée stockée *salt*, et testez si le résultat correspond à la valeur stockée.

Exemple d'ajout d'un nouveau mot de passe :

```
UPDATE ... SET pswhash = crypt('new password', gen_salt('md5'));
```

Exemple d'authentification :

```
SELECT (pswhash = crypt('entered password', pswhash)) AS pswmatch FROM ... ;
```

Ceci renvoie `true` si le mot de passe saisi est correct.

### F.25.2.2. `gen_salt()`

```
gen_salt(type text [, iter_count integer]) returns text
```

Génère une nouvelle valeur aléatoire sel pour son utilisation avec `crypt()`. La chaîne sel indique aussi à `crypt()` l'algorithme à utiliser.

Le paramètre *type* précise l'algorithme de hachage. Les types acceptés sont : des, xdes, md5 et bf.

Le paramètre *iter\_count* laisse l'utilisateur indiquer le nombre d'itération, pour les algorithmes qui en ont. Plus le nombre est important, plus le hachage du mot de passe prendra du temps, et du coup plus le craquage du mot de passe prendre du temps. Cela étant dit, un nombre trop important rend pratiquement impossible le calcul du hachage. Si le paramètre *iter\_count* est omis, le nombre d'itération par défaut est utilisé. Les valeurs autorisées pour *iter\_count* dépendent de l'algorithme et sont affichées dans Tableau F.18, « Nombre d'itération pour crypt( ) ».

**Tableau F.18. Nombre d'itération pour crypt( )**

| Algorithme | Par défaut | Min | Max      |
|------------|------------|-----|----------|
| xdes       | 725        | 1   | 16777215 |
| bf         | 6          | 4   | 31       |

Pour xdes, il existe une limite supplémentaire qui fait que ce nombre doit être un nombre impair.

Pour utiliser un nombre d'itération approprié, pensez que la fonction crypt DES original a été conçu pour avoir la vitesse de quatre hachages par seconde sur le matériel de l'époque. Plus lent que quatre hachages par secondes casserait probablement la facilité d'utilisation. Plus rapide que cent hachages à la seconde est probablement trop rapide.

Tableau F.19, « Vitesse de l'algorithme de hachage » donne un aperçu de la lenteur relative de différents algorithmes de hachage. La table montre le temps que prendrait le calcul de toutes les combinaisons réalisables pour un mot de passe sur huit caractères, en supposant que le mot de passe contient soit que des lettres minuscules, soit des lettres minuscules et majuscules et des chiffres. Dans les entrées crypt-bf, le nombre après un slash est le paramètre *iter\_count* de gen\_salt.

**Tableau F.19. Vitesse de l'algorithme de hachage**

| Algorithme   | Hachages/sec | Pour [ a-z ]  | Pour [ A-Za-z0-9 ] | Durée par rapport à md5 hash |
|--------------|--------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| crypt-bf / 8 | 1792         | 4 années      | 3927 années        | 100k                         |
| crypt-bf / 7 | 3648         | 2 années      | 1929 années        | 50k                          |
| crypt-bf / 6 | 7168         | 1 année       | 982 années         | 25k                          |
| crypt-bf / 5 | 13504        | 188 années    | 521 années         | 12.5k                        |
| crypt-md5    | 171584       | 15 jours      | 41 années          | 1k                           |
| crypt-des    | 23221568     | 157.5 minutes | 108 jours          | 7                            |
| sha1         | 37774272     | 90 minutes    | 68 jours           | 4                            |
| md5 (hash)   | 150085504    | 22.5 minutes  | 17 jours           | 1                            |

Notes :

- La machine utilisée est un Intel Mobile Core i3.
- Les numéros des algorithmes crypt-des et crypt-md5 sont pris de la sortie du -test de John the Ripper v1.6.38.
- Les nombres hachés md5 font partie de mdcrack 1.2.
- Les nombres sha1 font partie de lcrack-20031130-beta.
- Les nombres crypt-bf sont pris en utilisant le programme simple qui boucle sur 1000 mots de passe de huit caractères. De cette façon, je peux afficher la vitesse avec les différents nombres de tours. Pour référence : john -test affiche 13506 tours/sec pour crypt-bf / 5. (La petite différence dans les résultats est dû au fait que l'implémentation de crypt-bf dans pgcrypto est la même que celle utilisée dans John the Ripper.)

Notez que « tenter toutes les combinaisons » n'est pas un exercice réaliste. Habituellement, craquer les mots de passe se fait avec l'aide de dictionnaires contenant les mots standards et différentes variantes. Donc, même des mots de passe qui ressemblent vaguement à des mots peuvent être craqués plus rapidement que les nombres ci-dessus le suggèrent alors qu'un mot de passe sur six caractères qui ne ressemble pas à un mot pourrait ne pas être craqué.

### F.25.3. Fonctions de chiffrement PGP

Les fonctions implémentent la partie chiffrement du standard OpenPGP (RFC 2440). Les chiffrements à clés symétriques et publiques sont supportés.

Un message PGP chiffré consiste en deux parties ou *paquets* :

- Un paquet contenant la clé de session -- soit une clé symétrique soit une clé publique chiffrée.
- Paquet contenant les données chiffrées avec la clé de session containing data encrypted with the session key.

Lors du chiffrement avec une clé symétrique (par exemple, un mot de passe) :

1. Le mot de passe est haché en utilisant l'algorithme String2Key (S2K). C'est assez similaire à l'algorithme `crypt()` -- lenteur voulue et nombre aléatoire pour le sel -- mais il produit une clé binaire de taille complète.
2. Si une clé de session séparée est demandée, une nouvelle clé sera générée au hasard. Sinon une clé S2K sera utilisée directement en tant que clé de session.
3. Si une clé S2K est à utiliser directement, alors seuls les paramètres S2K sont placés dans le paquet de session. Sinon la clé de session sera chiffrée avec la clé S2K et placée dans le paquet de session.

Lors du chiffrement avec une clé publique :

1. Une nouvelle clé de session est générée au hasard.
2. Elle est chiffrée en utilisant la clé public et placée dans le paquet de session.

Dans les deux cas, les données à chiffrer sont traitées ainsi :

1. Manipulation optionnelle des données : compression, conversion vers UTF-8, conversion de retours à la ligne.
2. Les données sont préfixées avec un bloc d'octets pris au hasard. C'est identique à l'utilisation de *random IV*.
3. Un hachage SHA1 d'un préfixe et de données au hasard est ajouté.
4. Tout ceci est chiffré avec la clé de la session et placé dans la paquet de données.

### F.25.3.1. `pgp_sym_encrypt()`

```
pgp_sym_encrypt(data text, psw text [, options text]) returns bytea
pgp_sym_encrypt_bytea(data bytea, psw text [, options text]) returns bytea
```

Chiffre *data* avec une clé PGP symétrique *psw*. Le paramètre *options* peut contenir des options décrites ci-dessous.

### F.25.3.2. `pgp_sym_decrypt()`

```
pgp_sym_decrypt(msg bytea, psw text [, options text]) returns text
pgp_sym_decrypt_bytea(msg bytea, psw text [, options text]) returns bytea
```

Déchiffre un message PGP chiffré avec une clé symétrique.

Déchiffrer des données bytea avec `pgp_sym_decrypt` est interdit. Ceci a pour but d'éviter la sortie de données de type caractère invalides. Déchiffrer des données textuelles avec `pgp_sym_decrypt_bytea` ne pose pas de problème.

Le paramètre *options* peut contenir les paramètres décrits ci-dessous.

### F.25.3.3. `pgp_pub_encrypt()`

```
pgp_pub_encrypt(data text, key bytea [, options text]) returns bytea
pgp_pub_encrypt_bytea(data bytea, key bytea [, options text]) returns bytea
```

Chiffre *data* avec la clé PGP publique *key*. Avec cette fonction, une clé privée renverra une erreur.

Le paramètre *options* peut contenir des options décrites ci-dessous.

#### F.25.3.4. pgp\_pub\_decrypt()

```
pgp_pub_decrypt(msg bytea, key bytea [, psw text [, options text]]) returns text
pgp_pub_decrypt_bytea(msg bytea, key bytea [, psw text [, options text]]) returns
bytea
```

Déchiffre un message chiffré avec une clé publique. *key* doit être la clé secrète correspondant à la clé publique utilisée pour chiffrer. Si la clé secrète est protégée par un mot de passe, vous devez saisir le mot de passe dans *psw*. S'il n'y a pas de mot de passe mais que vous devez indiquer des options, vous devez saisir un mot de passe vide.

Déchiffrer des données *bytea* avec `pgp_pub_decrypt` est interdit. Ceci a pour but d'éviter la sortie de données de type caractère invalides. Déchiffrer des données textuelles avec `pgp_pub_decrypt_bytea` ne pose pas de problème.

Le paramètre *options* peut contenir des options décrites ci-dessous.

#### F.25.3.5. pgp\_key\_id()

```
pgp_key_id(bytea) returns text
```

`pgp_key_id` extrait l'identifiant de la clé pour une clé PGP publique ou secrète. Ou il donne l'identifiant de la clé utilisé pour chiffrer les données si un message chiffré est fourni.

Elle peut renvoyer deux identifiants de clés spéciaux :

- SYMKEY

Le message est chiffré avec une clé symétrique.

- ANYKEY

La donnée est chiffrée avec une clé publique mais l'identifiant de la clé est effacé. Cela signifie que vous avez besoin d'essayer toutes les clés secrètes pour voir laquelle la déchiffre. `pgcrypto` ne réalise pas lui-même de tels messages.

Notez que des clés différentes peuvent avoir le même identifiant. C'est rare mais normal. L'application client doit alors essayer de déchiffrer avec chacune d'elle pour voir laquelle correspond -- ce qui revient à la gestion de ANYKEY.

#### F.25.3.6. armor(), dearmor()

```
armor(data bytea [, keys text[], values text[]]) returns text
dearmor(data text) returns bytea
```

Ces fonctions enveloppent les données dans une armure ASCII PGP qui est basiquement en Base64 avec CRC et un formatage supplémentaire.

Si les tableaux *keys* et *values* sont précisées, un *entête d'armure* est ajouté au format standard pour chaque paire clé/valeur. Les deux tableaux doivent avoir une seule dimension, et ils doivent avoir la même longueur. Les clés et valeurs ne peuvent pas contenir de caractères non ASCII.

#### F.25.3.7. pgp\_armor\_headers

```
pgp_armor_headers(data text, key out text, value out text) returns setof record
```

`pgp_armor_headers()` extrait les en-têtes d'armure à partir de *data*. La valeur de retour est un ensemble de lignes avec deux colonnes, une clé et une valeur. Si les clés ou valeurs contiennent des caractères non ASCII, ils sont traités avec l'encodage UTF-8.

#### F.25.3.8. Options pour les fonctions PGP

Les options sont nommées de façon similaires à GnuPG. Les valeurs sont fournies après un signe d'égalité ; les options sont sépa-

réées par des virgules. Par exemple :

```
pgp_sym_encrypt(data, psw, 'compress-algo=1, cipher-algo=aes256')
```

Toutes les options en dehors de convert-crlf s'appliquent seulement aux fonctions de chiffrement. Les fonctions de déchiffrement obtiennent des paramètres des données PGP.

Les options les plus intéressantes sont probablement compression-algo et unicode-mode. Le reste doit avoir des valeurs par défaut raisonnables.

#### F.25.3.8.1. cipher-algo

Quel algorithme de chiffrement à utiliser.

Valeurs : bf, aes128, aes192, aes256 (OpenSSL seulement) :

3des, cast5)

Par défaut : aes128

S'applique à : pgp\_sym\_encrypt, pgp\_pub\_encrypt

#### F.25.3.8.2. compress-algo

Algorithme de compression à utiliser. Seulement disponible si PostgreSQL™ a été construit avec zlib.

Valeurs :

0 - sans compression

1 - compression ZIP

2 - compression ZLIB [=ZIP plus meta-data and block-CRC's]

Par défaut : 0

S'applique à : pgp\_sym\_encrypt, pgp\_pub\_encrypt

#### F.25.3.8.3. compress-level

Niveau de compression. Les grands niveaux compressent mieux mais sont plus lents. 0 désactive la compression.

Valeurs : 0, 1-9

Par défaut : 6

S'applique à : pgp\_sym\_encrypt, pgp\_pub\_encrypt

#### F.25.3.8.4. convert-crlf

Précise si \n doit être converti en \r\n lors du chiffrement et \r\n en \n lors du déchiffrement. La RFC 4880 spécifie que les données texte doivent être stockées en utilisant les retours chariot \r\n. Utilisez cette option pour obtenir un comportement respectant la RFC.

Valeurs : 0, 1

Par défaut : 0

S'applique à : pgp\_sym\_encrypt, pgp\_pub\_encrypt, pgp\_sym\_decrypt,  
pgp\_pub\_decrypt

#### F.25.3.8.5. disable-mdc

Ne protège pas les données avec SHA-1. La seule bonne raison pour utiliser cette option est d'avoir une compatibilité avec les anciens produits PGP précédant l'ajout de paquets protégés SHA-1 dans la RFC 4880. Les versions récentes des logiciels de gnupg.org et pgp.com le supportent.

Valeurs : 0, 1  
Par défaut : 0  
S'applique à : pgp\_sym\_encrypt, pgp\_pub\_encrypt

#### F.25.3.8.6. sess-key

Utilise la clé de session séparée. Le chiffrement par clé publique utilise toujours une clé de session séparée, c'est pour le chiffrement de clé symétrique, qui utilise directement par défaut S2K.

Valeurs : 0, 1  
Par défaut : 0  
S'applique à : pgp\_sym\_encrypt

#### F.25.3.8.7. s2k-mode

Algorithme S2K à utiliser.

Valeurs :  
0 - Sans sel. Dangereux !  
1 - Avec sel mais avec un décompte fixe des itérations.  
3 - Décompte variables des itérations.  
Par défaut : 3  
S'applique à : pgp\_sym\_encrypt

#### F.25.3.8.8. s2k-count

Le nombre d'itérations de l'algorithme S2K à utiliser. La valeur doit être comprise entre 1024 et 65011712, valeurs incluses.

Par défaut : Une valeur aléatoire entre 65536 et 253952  
S'applique à : pgp\_sym\_encrypt, seulement avec s2k-mode=3

#### F.25.3.8.9. s2k-digest-algo

Algorithme digest à utiliser dans le calcul S2K.

Valeurs : md5, sha1  
Par défaut : sha1  
S'applique à : pgp\_sym\_encrypt

#### F.25.3.8.10. s2k-cipher-algo

Chiffrement à utiliser pour le chiffrage de la clé de session séparée.

Valeurs : bf, aes, aes128, aes192, aes256  
Par défaut : use cipher-algo  
S'applique à : pgp\_sym\_encrypt

#### F.25.3.8.11. unicode-mode

Sélection de la conversion des données texte à partir de l'encodage interne de la base vers l'UTF-8 et inversement. Si votre base de données est déjà en UTF-8, aucune conversion ne sera réalisée, seules les données seront marquées comme étant en UTF-8. Sans cette option, cela ne se fera pas.

Valeurs : 0, 1

Par défaut : 0  
S'applique à : pgp\_sym\_encrypt, pgp\_pub\_encrypt

### F.25.3.9. Générer des clés PGP avec GnuPG

Pour générer une nouvelle clé :

```
gpg --gen-key
```

Le type de clé préféré est « DSA and Elgamal ».

Pour le chiffrement RSA, vous devez créer soit une clé de signature seulement DSA ou RSA en tant que maître, puis ajouter la sous-clé de chiffrement RSA avec `gpg --edit-key`.

Pour lister les clés :

```
gpg --list-secret-keys
```

Pour exporter une clé publique dans un format armure ASCII :

```
gpg -a --export KEYID > public.key
```

Pour exporter une clé secrète dans un format armure ASCII :

```
gpg -a --export-secret-keys KEYID > secret.key
```

Vous avez besoin d'utiliser la fonction `dearmor()` sur ces clés avant de les passer aux fonctions PGP. Ou si vous gérez des données binaires, vous pouvez supprimer l'option `-a` pour la commande.

Pour plus de détails, voir la page de référence de `gpg`, le livre « *GNU Privacy Handbook* » et d'autres documents sur le site [gnupg.org](http://gnupg.org).

### F.25.3.10. Limites du code PGP

- Pas de support des signatures. Cela signifie aussi qu'on ne peut pas vérifier si la sous-clé de chiffrage appartient bien à la clé maître.
- Pas de support de la clé de chiffrement en tant que clé maître. Cela ne devrait pas être un problème étant donné que cette pratique n'est pas encouragée.
- Pas de support pour plusieurs sous-clés. Ceci peut être un problème car c'est une pratique courante. D'un autre côté, vous ne devez pas utiliser vos clés GPG/PGP habituelles avec `pgcrypto`, mais en créer de nouvelles car l'utilisation est assez différente.

## F.25.4. Fonctions de chiffrement brut (Raw)

Ces fonctions exécutent directement un calcul des données ; ils n'ont pas de fonctionnalités avancées de chiffrement PGP. Du coup, ils ont les problèmes majeurs suivant :

1. Elles utilisent directement la clé de l'utilisateur comme clé de calcul.
2. Elles ne fournissent pas une vérification de l'intégrité pour savoir si les données chiffrées ont été modifiées.
3. Elles s'attendent à ce que les utilisateurs gèrent eux-même tous les paramètres du chiffrement, même IV.
4. Elles ne gèrent pas le texte.

Donc, avec l'introduction du chiffrement PGP, l'utilisation des fonctions de chiffrement brut n'est pas encouragée.

```
encrypt(data bytea, key bytea, type text) returns bytea
decrypt(data bytea, key bytea, type text) returns bytea

encrypt_iv(data bytea, key bytea, iv bytea, type text) returns bytea
decrypt_iv(data bytea, key bytea, iv bytea, type text) returns bytea
```

Chiffrer/déchiffrer les données en utilisant la méthode de calcul spécifiée par *type*. La syntaxe de la chaîne *type* est :

```
algorithm [- mode] [/pad: padding]
```

où *algorithm* fait partie de :

- bf -- Blowfish
- aes -- AES (Rijndael-128)

et *mode* fait partie de :

- cbc -- le bloc suivant dépend du précédent. (par défaut)
- ecb -- chaque bloc est chiffré séparément. (seulement pour les tests)

et *padding* fait partie de :

- pkcs -- les données peuvent avoir n'importe quelle longueur (par défaut)
- none -- les données doivent être des multiples de la taille du bloc de calcul.

Donc, pour exemple, ces derniers sont équivalents :

```
encrypt(data, 'fooz', 'bf')
encrypt(data, 'fooz', 'bf-cbc/pad:pkcs')
```

Dans *encrypt\_iv* et *decrypt\_iv*, le paramètre *iv* est la valeur initiale pour le mode CBC ; elle est ignorée pour ECB. Elle est remplie de zéro pour l'alignement si la taille de données ne correspond à un multiple de la taille du bloc. It defaults to all zeroes in the functions without this parameter.

## F.25.5. Fonctions d'octets au hasard

```
gen_random_bytes(count integer) returns bytea
```

Renvoie *count*) octets pour un chiffrement fort. Il peut y avoir au maximum 1024 octets extrait à un instant t, ceci pour éviter de vider le contenu du générateur de nombres aléatoires.

```
gen_random_uuid() returns uuid
```

Retourne un UUID de version 4 (aléatoire).

## F.25.6. Notes

### F.25.6.1. Configuration

*pgcrypto* se configure lui-même suivant les découvertes du script *configure* principal de PostgreSQL. Les options qui l'affectent sont *--with-zlib* et *--with-openssl*.

Quand il est compilé avec zlib, les fonctions de chiffrement PGP peuvent compresser les données avant chiffrement.

Quand il est compilé avec OpenSSL, plus d'algorithmes seront disponibles. De plus, les fonctions de chiffrement à clé publique seront plus rapides car OpenSSL a des fonctions BIGNUM plus optimisées.

**Tableau F.20. Résumé de fonctionnalités avec et sans OpenSSL**

| Fonctionnalité              | Interne | Avec OpenSSL |
|-----------------------------|---------|--------------|
| MD5                         | oui     | oui          |
| SHA1                        | oui     | oui          |
| SHA224/256/384/512          | oui     | oui (Note 1) |
| D'autres algorithmes digest | non     | oui (Note 2) |
| Blowfish                    | oui     | oui          |
| AES                         | oui     | oui (Note 3) |
| DES/3DES/CAST5              | non     | oui          |
| Raw encryption              | oui     | oui          |
| PGP Symmetric encryption    | oui     | oui          |
| PGP Public-Key encryption   | oui     | oui          |

Notes :

1. Les algorithmes SHA2 ont été ajoutés à OpenSSL version 0.9.8. Pour les anciennes versions, `pgcrypto` utilisera du code interne.
2. Tout algorithme digest qu'OpenSSL supporte est automatiquement choisi. Ce n'est pas possible avec les chiffreurs qui doivent être supportés explicitement.
3. AES est inclus dans OpenSSL depuis la version 0.9.7. Pour les anciennes versions, `pgcrypto` utilisera du code interne.

### F.25.6.2. Gestion des NULL

Comme le standard SQL le demande, toutes les fonctions renvoient NULL si un des arguments est NULL. Cela peut permettre une faille de sécurité si c'est utilisé sans précaution.

### F.25.6.3. Limites de la sécurité

Toutes les fonctions de `pgcrypto` sont exécutées au sein du serveur de bases de données. Cela signifie que toutes les données et les mots de passe sont passés entre `pgcrypto` et l'application client en texte clair. Donc, vous devez :

1. Vous connecter localement ou utiliser des connexions SSL ;
2. Faire confiance à votre administrateur système et de base de données.

Si vous ne le pouvez pas, alors il est préférable de chiffrer directement au sein de l'application client.

L'implémentation ne résiste pas à des *attaques par canal auxiliaire*. Par exemple, le temps requis pour terminer l'exécution d'une fonction de déchiffrement de `pgcrypto` varie suivant les textes de déchiffrement d'une certaine taille.

### F.25.6.4. Lectures intéressantes

- <http://www.gnupg.org/gph/en/manual.html>  
The GNU Privacy Handbook.
- <http://www.openwall.com/crypt/>  
DÉcrit l'algorithme crypt-blowfish.
- <http://www.stack.nl/~galactus/remailers/passphrase-faq.html>  
Comment choisir un bon mot de passe.
- <http://world.std.com/~reinhold/diceware.html>

Idée intéressante pour choisir des mots de passe.

- <http://www.interhack.net/people/cmcurtin/snake-oil-faq.html>

Décrit la bonne et la mauvaise cryptographie.

### F.25.6.5. Références tecyhniques

- <http://www.ietf.org/rfc/rfc4880.txt>  
Format du message OpenPGP.
- <http://www.ietf.org/rfc/rfc1321.txt>  
Algorithme MD5.
- <http://www.ietf.org/rfc/rfc2104.txt>  
HMAC: Keyed-Hashing for Message Authentication.
- <http://www.usenix.org/events/usenix99/provos.html>  
Comparaison des algorithmes crypt-des, crypt-md5 et bcrypt.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Fortuna\\_\(PRNG\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Fortuna_(PRNG))  
Description de Fortuna CSPRNG.
- <http://jlcooke.ca/random/>  
Jean-Luc Cooke Fortuna-based /dev/random driver for Linux.
- <http://kodu.ut.ee/~lipmaa/crypto/>  
Collection de pointeurs sur le chiffrement.

### F.25.7. Auteur

Marko Kreen <markokr@gmail.com>

`pgcrypto` utilise du code provenant des sources suivantes :

| Algorithm            | Auteur                  | Origine du source             |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| DES crypt            | David Burren and others | FreeBSD libcrypt              |
| MD5 crypt            | Poul-Henning Kamp       | FreeBSD libcrypt              |
| Blowfish crypt       | Solar Designer          | www.openwall.com              |
| Blowfish cipher      | Simon Tatham            | PuTTY                         |
| Rijndael cipher      | Brian Gladman           | OpenBSD sys/crypto            |
| Hachage MD5 and SHA1 | WIDE Project            | KAME kame/sys/crypto          |
| SHA256/384/512       | Aaron D. Gifford        | OpenBSD sys/crypto            |
| BIGNUM math          | Michael J. Fromberger   | dartmouth.edu/~sting/sw/imath |

## F.26. pg\_freespacemap

Le module `pg_freespacemap` fournit un moyen pour examiner la carte des espaces libres (*free space map*, FSM). Il fournit une fonction appelée `pg_freespace`, ou plus précisément deux fonctions qui se surchargent. Les fonctions indiquent la valeur enregistrée dans la carte des espaces libres pour une page donnée ou pour toutes les pages de la relation.

Par défaut, l'accès public est retiré sur ces fonctions, au cas où il y aurait des problèmes de sécurité.

### F.26.1. Fonctions

```
pg_freespace(rel regclass IN, blkno bigint IN) returns int2
```

Renvoit la quantité d'espace libre dans la page de la relation, spécifiée par `blkno`, d'après la FSM.

```
pg_freespace(rel regclass IN, blkno OUT bigint, avail OUT int2)
```

Affiche la quantité d'espace libre sur chaque page de la relation suivant la FSM. Un ensemble de lignes du type (`blkno` `bigint`, `avail` `int2`) est renvoyé, une ligne pour chaque page de la relation.

Les valeurs stockées dans la carte des espaces libres ne sont pas exactes. Elles sont arrondies à une précision de 1/256th du BLCKSZ (32 octets pour un BLCKSZ par défaut), et elles ne sont pas parfaitement mises à jour quand des lignes sont insérées et mises à jour.

Pour les index, sont tracées les pages entièrement inutilisées, plutôt que l'espace vide au sein des pages. En conséquence, les valeurs ne sont pas significatives. Elles indiquent simplement si la page est remplie ou vide.



### Note

Note : l'interface a été modifiée en 8.4 pour refléter la nouvelle implémentation de la FSM introduite dans cette version.

## F.26.2. Exemple de sortie

```
postgres=# SELECT * FROM pg_freespace('foo');
 blkno | avail
-----+-----
 0 | 0
 1 | 0
 2 | 0
 3 | 32
 4 | 704
 5 | 704
 6 | 704
 7 | 1216
 8 | 704
 9 | 704
10 | 704
11 | 704
12 | 704
13 | 704
14 | 704
15 | 704
16 | 704
17 | 704
18 | 704
19 | 3648
(20 rows)

postgres=# SELECT * FROM pg_freespace('foo', 7);
 pg_freespace

 1216
(1 row)
```

## F.26.3. Auteur

Version originale par Mark Kirkwood <[markir@paradise.net.nz](mailto:markir@paradise.net.nz)>. Ré-écrit en version 8.4 pour s'adapter à la nouvelle implémentation de la FSM par Heikki Linnakangas <[heikki@enterprisedb.com](mailto:heikki@enterprisedb.com)>

## F.27. pg\_prewarm

Le module `pg_prewarm` fournit un moyen pratique de charger des données des relations dans le cache de données du système d'exploitation ou dans le cache de données de PostgreSQL™.

### F.27.1. Fonctions

```
pg_prewarm(regclass, mode text default 'buffer', fork text default 'main',
 first_block int8 default null,
 last_block int8 default null) RETURNS int8
```

Le premier argument est la relation qui doit être préchargée. Le second est la méthode de préchargement à utiliser, comme décrit plus bas. Le troisième argument correspond au type de fichier à précharger (généralement main). Le quatrième argument est le numéro du premier bloc à précharger (NULL est accepté comme synonyme de zéro). Le cinquième argument correspond au dernier numéro de bloc à précharger (NULL signifie que l'on précharge jusqu'au dernier bloc dans la relation). La valeur renournée correspond au nombre de blocs préchargés.

Il y a trois méthodes de préchargement disponibles. `prefetch` envoie une requête de prélecture asynchrone au système d'exploitation si celui-ci le supporte ou sinon renvoie une erreur. `read` lit l'intervalle de blocs demandé. Contrairement à `prefetch`, toutes les plateformes et options de compilation le supportent, mais cette méthode peut être plus lente. `buffer` lit l'intervalle de blocs demandé pour le charger dans le cache de données de la base.

Il est à noter qu'avec n'importe laquelle de ces méthodes, tenter de précharger plus de blocs qu'il n'est possible de mettre en cache -- par le système d'exploitation en utilisant `prefetch` ou `read`, ou par PostgreSQL™ en utilisant `buffer` -- aura probablement pour effet d'expulser du cache les blocs de numéro inférieur au fur et à mesure que les blocs de numéros supérieurs seront lus. De plus, les données préchargées ne bénéficient d'aucune protection spécifique contre l'éviction du cache. Il est donc possible que d'autres activités du système d'exploitation puissent évincer du cache les données fraîchement préchargées peu après leur lecture. Pour toutes ces raisons, le préchargement est typiquement plus utile au démarrage, quand les caches sont majoritairement vides.

## F.27.2. Auteur

Robert Haas <rhaas@postgresql.org>

## F.28. pgrowlocks

Le module `pgrowlocks` fournit une fonction pour afficher les informations de verrouillage de lignes pour une table spécifiée.

### F.28.1. Aperçu

```
pgrowlocks(text) returns setof record
```

Le paramètre est le nom d'une table. Le résultat est un ensemble d'enregistrements, avec une ligne pour chaque ligne verrouillée dans la table. Les colonnes en sortie sont affichées dans Tableau F.21, « Colonnes de `pgrowlocks` ».

**Tableau F.21. Colonnes de `pgrowlocks`**

| Nom                     | Type                   | Description                                                                                                                                                             |
|-------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>locked_row</code> | <code>tid</code>       | ID de ligne (TID) d'une ligne verrouillée                                                                                                                               |
| <code>locker</code>     | <code>xid</code>       | ID de transaction de la pose du verrou, ou ID multixact dans le cas d'une multi-transaction                                                                             |
| <code>multi</code>      | <code>boolean</code>   | True si le verrou est détenu par une multi-transaction                                                                                                                  |
| <code>xids</code>       | <code>xid[]</code>     | ID de transaction détenant les verrous (plus d'une en cas de multi-transaction)                                                                                         |
| <code>lock_type</code>  | <code>text[]</code>    | Mode de verrouillage des verrous (plus d'un dans le cas d'une multi-transaction), un tableau de Key Share, Share, For No Key Update, No Key Update, For Update, Update. |
| <code>pids</code>       | <code>integer[]</code> | ID de processus des serveurs ayant posé les verrous (plus d'une en cas de multi-transaction)                                                                            |

`pgrowlocks` prend un verrou AccessShareLock pour la table cible et lit chaque ligne une par une pour récupérer les infor-

mations de verrouillage de lignes. Ce n'est pas très rapide pour une grosse table. Notez que :

1. Si la table entière est verrouillée exclusivement par quelqu'un d'autre, `pgrowlocks` sera bloqué.
2. `pgrowlocks` ne garantit pas de produire une image cohérente. Il est possible qu'un nouveau verrou de ligne soit pris ou qu'un ancien verrou soit libéré pendant son exécution.

`pgrowlocks` ne montre pas le contenu des lignes verrouillées. Si vous voulez jeter un œil au contenu de la ligne en même temps, vous pouvez le faire ainsi :

```
SELECT * FROM accounts AS a, pgrowlocks('accounts') AS p
 WHERE p.locked_row = a.ctid;
```

Mais soyez conscient qu'une telle requête sera particulièrement inefficace.

## F.28.2. Exemple d'affichage

```
test=# SELECT * FROM pgrowlocks('t1');
 locked_row | lock_type | locker | multi | xids | pids
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
(0,1) | Shared | 19 | t | {804,805} | {29066,29068}
(0,2) | Shared | 19 | t | {804,805} | {29066,29068}
(0,3) | Exclusive | 804 | f | {804} | {29066}
(0,4) | Exclusive | 804 | f | {804} | {29066}
(4 rows)
```

## F.28.3. Auteur

Tatsuo Ishii

## F.29. pg\_stat\_statements

Le module `pg_stat_statements` fournit un moyen de surveiller les statistiques d'exécution de tous les ordres SQL exécutés par un serveur.

Le module doit être chargé par l'ajout de `pg_stat_statements` à `shared_preload_libraries` dans le fichier de configuration `postgresql.conf` parce qu'il a besoin de mémoire partagée supplémentaire. Ceci signifie qu'il faut redémarrer le serveur pour ajouter ou supprimer le module.

Quand `pg_stat_statements` est chargé, il récupère des statistiques sur toutes les bases de données du serveur. Pour y accéder et les manipuler, le module fournit une vue, `pg_stat_statements`, et les fonctions `pg_stat_statements_reset` et `pg_stat_statements`. Elles ne sont pas disponibles globalement mais peuvent être activées pour une base de données spécifique avec l'instruction `CREATE EXTENSION pg_stat_statements`.

### F.29.1. La vue pg\_stat\_statements

Les statistiques collectées par le module sont rendues disponibles par une vue nommée `pg_stat_statements`. Cette vue contient une ligne pour chaque identifiant de base de données, identifiant utilisateur et identifiant de requête distincts (jusqu'au nombre maximum d'ordres distincts que le module peut surveiller). Les colonnes de la vue sont affichées dans Tableau F.22, « Colonnes de `pg_stat_statements` ».

Tableau F.22. Colonnes de `pg_stat_statements`

| Nom                  | Type   | Référence                    | Description                                                       |
|----------------------|--------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <code>userid</code>  | oid    | <code>pg_authid.oid</code>   | OID de l'utilisateur qui a exécuté l'ordre SQL                    |
| <code>dbid</code>    | oid    | <code>pg_database.oid</code> | OID de la base de données dans laquelle l'ordre SQL a été exécuté |
| <code>queryid</code> | bigint |                              | Code de hachage interne, calculé à partir de l'arbre d'analyse    |

| Nom                       | Type             | Référence | Description                                                                                                                |
|---------------------------|------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           |                  |           | de la requête.                                                                                                             |
| <i>query</i>              | text             |           | Texte de l'ordre SQL représentatif                                                                                         |
| <i>calls</i>              | bigint           |           | Nombre d'exécutions                                                                                                        |
| <i>total_time</i>         | double precision |           | Durée d'exécution de l'instruction SQL, en millisecondes                                                                   |
| <i>min_time</i>           | double precision |           | Durée minimum d'exécution de l'instruction SQL, en millisecondes                                                           |
| <i>max_time</i>           | double precision |           | Durée maximum d'exécution de l'instruction SQL, en millisecondes                                                           |
| <i>mean_time</i>          | double precision |           | Durée moyenne d'exécution de l'instruction SQL, en millisecondes                                                           |
| <i>stddev_time</i>        | double precision |           | Déviation standard de la durée d'exécution de l'instruction SQL, en millisecondes                                          |
| <i>rows</i>               | bigint           |           | Nombre total de lignes renvoyées ou affectées par l'ordre SQL                                                              |
| <i>shared_blk_hit</i>     | bigint           |           | Nombre total de blocs partagés lus dans le cache par l'ordre SQL                                                           |
| <i>shared_blk_read</i>    | bigint           |           | Nombre total de blocs partagés lus sur disque par l'ordre SQL                                                              |
| <i>shared_blk_dirtied</i> | bigint           |           | Nombre total de blocs partagés mis à jour par l'ordre SQL                                                                  |
| <i>shared_blk_written</i> | bigint           |           | Nombre total de blocs partagés écrits sur disque par l'ordre SQL                                                           |
| <i>local_blk_hit</i>      | bigint           |           | Nombre total de blocs locaux lus dans le cache par l'ordre SQL                                                             |
| <i>local_blk_read</i>     | bigint           |           | Nombre total de blocs locaux lus sur disque par l'ordre SQL                                                                |
| <i>local_blk_dirtied</i>  | bigint           |           | Nombre total de blocs locaux mis à jour par l'ordre SQL.                                                                   |
| <i>local_blk_written</i>  | bigint           |           | Nombre total de blocs locaux écrits sur disque par l'ordre SQL                                                             |
| <i>temp_blk_read</i>      | bigint           |           | Nombre total de blocs temporaires lus par l'ordre SQL                                                                      |
| <i>temp_blk_written</i>   | bigint           |           | Nombre total de blocs temporaires écrits par l'ordre SQL                                                                   |
| <i>blk_read_time</i>      | double precision |           | Durée totale du temps passé par l'ordre SQL à lire des blocs, en millisecondes (si track_io_timing est activé, sinon zéro) |
| <i>blk_write_time</i>     | double precision |           | Durée totale du temps passé par l'ordre SQL à écrire des blocs sur disque, en millise-                                     |

| Nom | Type | Référence | Description                                                     |
|-----|------|-----------|-----------------------------------------------------------------|
|     |      |           | condes (si <code>track_io_timing</code> est activé, sinon zéro) |

Pour des raisons de sécurité, les utilisateurs qui ne sont pas super-utilisateurs ne sont pas autorisés à voir la requête SQL et le `queryid` des requêtes exécutées par les autres utilisateurs. Ils peuvent cependant voir les statistiques si la vue a été installée sur leur base de données.

Les requêtes qui disposent d'un plan d'exécution (c'est-à-dire **SELECT**, **INSERT**, **UPDATE**, et **DELETE**) sont combinées en une entrée unique dans `pg_stat_statements` lorsqu'elles ont un plan d'exécution similaire (d'après leur hachage). En substance, cela signifie que deux requêtes seront considérées comme équivalentes si elles sont sémantiquement les mêmes mais disposent de valeurs littérales différentes dans la requête. Les requêtes utilitaires (c'est-à-dire toutes les autres) ne sont considérées comme unique que lorsqu'elles sont égales au caractère près.

Concernant le rendu de la requête SQL fournie par `pg_stat_statements`, il est composé du texte de la première requête dont la valeur de hachage correspond à l'entrée en question. Toutefois, lorsqu'une valeur constante a été ignorée de manière à faire correspondre une requête à cette première requête, la constante est remplacée par `?`. Le reste du texte de la requête est celui de la première requête qui a eu la valeur particulière de hachage `queryid` associée à l'entrée de `pg_stat_statements`.

Dans certains cas, les requêtes SQL avec des textes différents peuvent être fusionnés en une seule entrée `pg_stat_statements`. Normalement, cela n'arrive que pour les requêtes dont la sémantique est équivalente, mais il y a une petite chance que des collisions de l'algorithme de hachage aient pour conséquence la fusion de requêtes sans rapport en une entrée. (Cela ne peut cependant pas arriver pour des requêtes appartenant à des utilisateurs différents ou des bases de données différentes).

Puisque la valeur de hachage `queryid` est calculée sur la représentation de la requête après analyse, l'inverse est également possible : des requêtes avec un texte identique peuvent apparaître comme des entrées séparées, si elles ont des significations différentes en fonction de facteurs externes, comme des réglages de `search_path` différents.

Les programmes utilisant `pg_stat_statements` pourraient préférer utiliser `queryid` (peut-être en association avec `dbid` et `use-rid`) pour disposer d'un identifiant plus stable et plus sûr pour chaque entrée plutôt que le texte de la requête. Cependant, il est important de comprendre qu'il n'y a qu'une garantie limitée sur la stabilité de la valeur de hachage de `queryid`. Puisque l'identifiant est dérivé de l'arbre après analyse, sa valeur est une fonction, entre autres choses, des identifiants d'objet interne apparaissant dans cette représentation. Cela a des implications paradoxales. Par exemple, `pg_stat_statements` considérera deux requêtes apparemment identiques comme distinctes, si elles réfèrent à une table qui a été supprimée et recréée entre l'exécution de ces deux requêtes. Le processus de hachage est également sensible aux différences d'architecture des machines ainsi que d'autres facettes de la plateforme. De plus, il n'est pas sûr de partir du principe que `queryid` restera stable entre des versions majeures de PostgreSQL™.

De manière générale, on peut supposer que les valeurs de `queryid` sont stables et comparables tant que la version de serveur sous-jacente et que les informations de métadonnées du catalogue restent exactement les mêmes. Deux serveurs en réPLICATION à base de rejet de journaux de transactions physique devraient avoir des valeurs de `queryid` identiques pour une même requête. Toutefois, les mécanismes de réPLICATION logique ne garantissent pas de conserver des réPLICATS identiques pour tous les détails entrant en jeu, par conséquent `queryid` ne sera pas un identifiant utile pour accumuler des coûts sur un ensemble de réPLICATS logiques. En cas de doute, il est recommandé de tester directement.

Les textes des requêtes sont conservées dans un fichier texte externe et ne consomment pas de mémoire partagée. De ce fait, même les textes très longs de requêtes peuvent être enregistrés avec succès. Néanmoins, si beaucoup de textes très longs de requêtes sont accumulés, le fichier externe peut devenir suffisamment gros pour ne plus être gérable. Si cela survient, comme méthode de restauration, `pg_stat_statements` peut choisir d'ignorer les textes de requêtes. Dans ce cas, le champ `query` apparaîtra vide sur les lignes de la vue `pg_stat_statements` mais les statistiques associées seront préservées. Si cela arrive, réfléchissez à réduire la valeur du paramètre `pg_stat_statements.max` pour empêcher que cela ne recommence.

## F.29.2. Fonctions

```
pg_stat_statements_reset() returns void
 pg_stat_statements_reset ignore toutes les statistiques collectées jusque-là par pg_stat_statements. Par défaut, cette fonction peut uniquement être exécutée par les super-utilisateurs.
```

```
pg_stat_statements(showtext boolean) returns setof record
```

La vue `pg_stat_statements` est basée sur une fonction également nommée `pg_stat_statements`. Les clients peuvent appeler la fonction `pg_stat_statements` directement, et peuvent en spécifiant `showtext := false` ne pas récupérer le texte de la requête (ce qui veut dire que l'argument OUT qui correspond à la colonne `query` de la vue retournera des NULL). Cette fonctionnalité est prévue pour le support d'outils externes qui pourraient vouloir éviter le surcoût de récupérer de manière répétée les textes des requêtes de longueur indéterminées. De tels outils peuvent à la place eux-mêmes mettre le premier texte de requête récupéré pour chaque entrée, puisque c'est déjà ce que fait `pg_stat_statements` lui-même, et

ensuite récupérer les textes de requêtes uniquement si nécessaire. Puisque le serveur stocke les textes de requête dans un fichier, cette approche pourrait réduire les entrée/sorties physiques pour des vérifications répétées des données de pg\_stat\_statements.

### F.29.3. Paramètres de configuration

`pg_stat_statements.max` (integer)

`pg_stat_statements.max` est le nombre maximum d'ordres tracés par le module (c'est-à-dire le nombre maximum de lignes dans la vue pg\_stat\_statements). Si un nombre supérieur d'ordres SQL distincts a été observé, c'est l'information sur les ordres les moins exécutés qui est ignorée. La valeur par défaut est 5000. Ce paramètre peut uniquement être positionné au démarrage du serveur.

`pg_stat_statements.track` (enum)

`pg_stat_statements.track` contrôle quels sont les ordres comptabilisés par le module. Spécifiez `top` pour suivre les ordres de plus haut niveau (ceux qui sont soumis directement par les clients), `all` pour suivre également les ordres imbriqués (tels que les ordres invoqués dans les fonctions) ou `none` pour désactiver la récupération des statistiques sur les requêtes. La valeur par défaut est `top`. Seuls les super-utilisateurs peuvent changer ce paramétrage.

`pg_stat_statements.track_utility` (boolean)

`pg_stat_statements.track_utility` contrôle si les commandes utilitaires sont tracées par le module. Les commandes utilitaires sont toutes les commandes SQL sauf `SELECT`, `INSERT`, `UPDATE` et `DELETE`. La valeur par défaut est `on`. Seuls les superutilisateurs peuvent modifier cette configuration.

`pg_stat_statements.save` (boolean)

`pg_stat_statements.save` précise s'il faut sauvegarder les statistiques lors des arrêts du serveur. S'il est `off`, alors les statistiques ne sont pas sauvegardées lors de l'arrêt ni rechargées au démarrage du serveur. La valeur par défaut est `on`. Ce paramètre peut uniquement être positionné dans le fichier `postgresql.conf` ou sur la ligne de commande du serveur.

Le module a besoin de mémoire partagée supplémentaire proportionnelle à `pg_stat_statements.max`. Notez que cette mémoire est consommée quand le module est chargé, même si `pg_stat_statements.track` est positionné à `none`.

Ces paramètres doivent être définis dans `postgresql.conf`. Un usage courant pourrait être :

```
postgresql.conf
shared_preload_libraries = 'pg_stat_statements'

pg_stat_statements.max = 10000
pg_stat_statements.track = all
```

### F.29.4. Exemple de sortie

```
bench=# SELECT pg_stat_statements_reset();

$ pgbench -i bench
$ pgbench -c10 -t300 bench

bench=# \x
bench=# SELECT query, calls, total_time, rows, 100.0 * shared_blk_hit /
 nullif(shared_blk_hit + shared_blk_read, 0) AS hit_percent
 FROM pg_stat_statements ORDER BY total_time DESC LIMIT 5;
-[RECORD 1]-----
query | UPDATE pgbench_branches SET bbalance = bbalance + ? WHERE bid = ?
calls | 3000
total_time | 9609.00100000002
rows | 2836
hit_percent | 99.977897000200936
-[RECORD 2]-----
query | UPDATE pgbench_tellers SET tbalance = tbalance + ? WHERE tid = ?
calls | 3000
total_time | 8015.156
rows | 2990
hit_percent | 99.9731126579631345
-[RECORD 3]-----
query | copy pgbench_accounts from stdin
calls | 1
```

```

total_time | 310.624
rows | 100000
hit_percent | 0.30395136778115501520
-[RECORD 4]-----+
query | UPDATE pgbench_accounts SET abalance = abalance + ? WHERE aid = ?;
calls | 3000
total_time | 271.741999999997
rows | 3000
hit_percent | 93.7968855088209426
-[RECORD 5]-----+
query | alter table pgbench_accounts add primary key (aid)
calls | 1
total_time | 81.42
rows | 0
hit_percent | 34.4947735191637631

```

## F.29.5. Auteurs

Takahiro Itagaki <itagaki.takahiro@oss.ntt.co.jp>. La normalisation des requêtes a été ajoutée par Peter Geoghegan <peter@2ndquadrant.com>.

## F.30. pgstattuple

Le module pgstattuple fournit plusieurs fonctions pour obtenir des statistiques au niveau ligne.

### F.30.1. Fonctions

`pgstattuple(text) returns record`

pgstattuple renvoie la longueur physique d'une relation, le pourcentage des lignes « mortes », et d'autres informations. Ceci peut aider les utilisateurs à déterminer si une opération de VACUUM est nécessaire. L'argument est le nom de la relation cible (qui peut être qualifié par le nom du schéma) ou l'OID. Par exemple :

```

test=> SELECT * FROM pgstattuple('pg_catalog.pg_proc');
-[RECORD 1]-----+
table_len | 458752
tuple_count | 1470
tuple_len | 438896
tuple_percent | 95.67
dead_tuple_count | 11
dead_tuple_len | 3157
dead_tuple_percent | 0.69
free_space | 8932
free_percent | 1.95

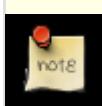
```

Les colonnes en sortie sont décrites dans Tableau F.23, « Colonnes de pgstattuple ».

Tableau F.23. Colonnes de pgstattuple

| Colonne                         | Type                | Description                                   |
|---------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|
| <code>table_len</code>          | <code>bigint</code> | Longueur physique de la relation en octets    |
| <code>tuple_count</code>        | <code>bigint</code> | Nombre de lignes vivantes                     |
| <code>tuple_len</code>          | <code>bigint</code> | Longueur totale des lignes vivantes en octets |
| <code>tuple_percent</code>      | <code>float8</code> | Pourcentage des lignes vivantes               |
| <code>dead_tuple_count</code>   | <code>bigint</code> | Nombre de lignes mortes                       |
| <code>dead_tuple_len</code>     | <code>bigint</code> | Longueur totale des lignes mortes en octets   |
| <code>dead_tuple_percent</code> | <code>float8</code> | Pourcentage des lignes mortes                 |
| <code>free_space</code>         | <code>bigint</code> | Espace libre total en octets                  |

| Colonne             | Type   | Description                   |
|---------------------|--------|-------------------------------|
| <i>free_percent</i> | float8 | Pourcentage de l'espace libre |



## Note

La valeur de la colonne `table_len` sera toujours supérieur à la somme des colonnes `tuple_len`, `dead_tuple_len` et `free_space`. La différence correspond aux données systèmes comme la table de pointeurs vers les lignes (une table par bloc) et aux octets d'alignements permettant de s'assurer que les lignes sont correctement alignées.

`pgstattuple` acquiert seulement un verrou en lecture sur la relation. Donc les relations ne reflètent pas une image instantanée des mises à jour en parallèle peuvent les affecter.

`pgstattuple` juge qu'une ligne est « morte » si `HeapTupleSatisfiesDirty` renvoie false.

`pgstattuple(text) returns record`

Identique à `pgstattuple(regclass)`, sauf que la relation cible est désignée en tant que TEXT. Cette fonction est conservée pour raison de compatibilité ascendante, et sera dépréciée dans une prochaine version.

`pgstatindex(regclass) returns record`

`pgstatindex` renvoie un enregistrement affichant des informations sur un index B-Tree. Par exemple :

```
test=> SELECT * FROM pgstatindex('pg_cast_oid_index');
-[RECORD 1]-----+
version | 2
tree_level | 0
index_size | 16384
root_block_no | 1
internal_pages | 0
leaf_pages | 1
empty_pages | 0
deleted_pages | 0
avg_leaf_density | 54.27
leaf_fragmentation| 0
```

En voici les colonnes:

| Colonne                   | Type    | Description                                     |
|---------------------------|---------|-------------------------------------------------|
| <i>version</i>            | integer | Numéro de version du B-tree                     |
| <i>tree_level</i>         | integer | Niveau de l'arbre pour la page racine           |
| <i>index_size</i>         | bigint  | Taille totale de l'index en octets              |
| <i>root_block_no</i>      | bigint  | Emplacement du bloc racine (0 si aucun)         |
| <i>internal_pages</i>     | bigint  | Nombre de pages « internes » (niveau supérieur) |
| <i>leaf_pages</i>         | bigint  | Nombre de pages feuilles                        |
| <i>empty_pages</i>        | bigint  | Nombre de pages vides                           |
| <i>deleted_pages</i>      | bigint  | Nombre de pages supprimées                      |
| <i>avg_leaf_density</i>   | float8  | Densité moyenne des pages feuilles              |
| <i>leaf_fragmentation</i> | float8  | Fragmentation des pages feuilles                |

L'information `index_size` rapportée correspondra normalement à un bloc de plus que ce qui est indiqué par la formule `internal_pages + leaf_pages + empty_pages + deleted_pages` car elle inclut aussi le bloc de métadonnées de l'index.

Comme pour `pgstattuple`, les résultats sont accumulés page par page, et ne représentent pas forcément une image instantanée de l'index complet.

`pgstatindex(text) returns record`

Identique à `pgstatindex(regclass)`, sauf que l'index cible est spécifié en tant que TEXT. Cette fonction est conservée pour raison de compatibilité ascendante, et sera dépréciée dans une prochaine version.

`pgstatginindex(regclass) returns record`

`pgstatginindex` renvoie un enregistrement montrant les informations sur un index GIN. Par exemple :

```
test=> SELECT * FROM pgstatginindex('test_gin_index');
-[RECORD 1]---+
version | 1
pending_pages | 0
pending_tuples | 0
```

Les colonnes en sortie sont :

| Colonne                     | Type    | Description                               |
|-----------------------------|---------|-------------------------------------------|
| <code>version</code>        | integer | Numéro de version GIN                     |
| <code>pending_pages</code>  | integer | Nombre de pages dans la liste en attente  |
| <code>pending_tuples</code> | bigint  | Nombre de lignes dans la liste en attente |

`pg_relpages(regclass) returns bigint`

`pg_relpages` renvoie le nombre de pages dans la relation.

`pg_relpages(text) returns bigint`

Identique à `pg_relpages(regclass)`, sauf que la relation cible est spécifiée en tant que TEXT. Cette fonction est conservée pour raison de compatibilité ascendante, et sera dépréciée dans une prochaine version.

`pgstattuple_approx(regclass) returns record`

`pgstattuple_approx` est une alternative plus rapide à `pgstattuple` qui retourne des estimations. L'argument est le nom ou l'OID de la relation visée. Par exemple :

```
test=> SELECT * FROM pgstattuple_approx('pg_catalog.pg_proc'::regclass);
-[RECORD 1]-----+
table_len | 573440
scanned_percent | 2
approx_tuple_count | 2740
approx_tuple_len | 561210
approx_tuple_percent | 97.87
dead_tuple_count | 0
dead_tuple_len | 0
dead_tuple_percent | 0
approx_free_space | 11996
approx_free_percent | 2.09
```

Les colonnes en sortie sont décrites dans Tableau F.24, « Colonne de `pgstattuple_approx` ».

Alors que `pgstattuple` effectue toujours un parcours séquentiel complet de la table et renvoie un décompte exact des lignes vivantes et supprimées (et de leur taille) ainsi que de l'espace libre, `pgstattuple_approx` essaie d'éviter un parcours séquentiel complet et retourne un décompte exact des lignes supprimées avec une approximation du nombre de lignes et de la taille des lignes vivantes et de l'espace libre.

Il réalise ceci en sautant les pages qui n'ont que des lignes visibles selon la carte de visibilité (si une page a son bit positionné dans la carte de visibilité, elle est considérée comme ne possédant pas de lignes supprimées). Pour ces pages, il déduit l'espace libre correspondant à partir de la carte des espaces libres, et suppose que le reste de la page est occupé par des lignes vivantes.

Pour les pages qui ne sont pas sautées, il balaie chaque ligne, en enregistrant son existence et sa taille dans les compteurs correspondants, et ajoute l'espace libre de la page. À la fin, il estime le nombre de lignes vivantes en se basant sur le nombre de pages et de lignes visitées (de la même manière que VACUUM estime `pg_class.reltuples`).

Tableau F.24. Colonnes de `pgstattuple_approx`

| Colonne                | Type   | Description                                        |
|------------------------|--------|----------------------------------------------------|
| <code>table_len</code> | bigint | Longueur physique de la relation en octets (exact) |

| Colonne                     | Type   | Description                                            |
|-----------------------------|--------|--------------------------------------------------------|
| <i>scanned_percent</i>      | float8 | Pourcentage parcouru de la table                       |
| <i>approx_tuple_count</i>   | bigint | Nombre de lignes vivantes (estimé)                     |
| <i>approx_tuple_len</i>     | bigint | Longueur totale des lignes vivantes en octets (estimé) |
| <i>approx_tuple_percent</i> | float8 | Pourcentage des lignes vivantes                        |
| <i>dead_tuple_count</i>     | bigint | Nombre de lignes mortes (exact)                        |
| <i>dead_tuple_len</i>       | bigint | Longueur totale des lignes mortes en octets (exact)    |
| <i>dead_tuple_percent</i>   | float8 | Pourcentage des lignes mortes                          |
| <i>approx_free_space</i>    | bigint | Espace libre total en octets (estimé)                  |
| <i>approx_free_percent</i>  | float8 | Pourcentage de l'espace libre                          |

Dans la sortie ci-dessus, l'espace libre indiqué peut ne pas correspondre exactement à la sortie de `pgstattuple` car la carte des espaces libres donne un chiffre exact mais pas à l'octet près.

## F.30.2. Auteurs

Tatsuo Ishii, Satoshi Nagayasu et Abhijit Menon-Sen

## F.31. pg\_trgm

Le module `pg_trgm` fournit des fonctions et opérateurs qui permettent de déterminer des similarités de textes alphanumériques en fonction de correspondances de trigrammes. Il fournit également des classes d'opérateur accélérant les recherches de chaînes similaires.

### F.31.1. Concepts du trigramme (ou trigraphe)

Un trigramme est un groupe de trois caractères consécutifs pris dans une chaîne. Nous pouvons mesurer la similarité de deux chaînes en comptant le nombre de trigrammes qu'elles partagent. Cette idée simple est très efficace pour mesurer la similarité des mots dans la plupart des langues.



#### Note

`pg_trgm` ignore les caractères qui ne forment pas de mots (donc non alphanumériques) lors de l'extraction des trigrammes d'une chaîne de caractères. Chaque mot est considérée avoir deux espaces en préfixe et une espace en suffixe lors de la détermination de l'ensemble de trigrammes contenu dans la chaîne. Par exemple, l'ensemble des trigrammes dans la chaîne « cat » est « c » ('c'), « ca » ('ca'), « cat » et « at » ('at'). L'ensemble de trigrammes dans la chaîne set of trigrams in the string « foo | bar » est « f », « fo », « foo », « oo », « b », « ba », « bar » et « ar ».

## F.31.2. Fonctions et opérateurs

Les fonctions fournies par le module `pg_trgm` sont affichées dans Tableau F.25, « Fonctions de `pg_trgm` » alors que les opérateurs sont indiqués dans Tableau F.26, « Opérateurs de `pg_trgm` ».

Tableau F.25. Fonctions de `pg_trgm`

| Fonction                            | Retour | Description                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>similarity(text, text)</code> | real   | Renvoie un nombre indiquant la similarité des deux arguments. L'échelle du résultat va de zéro (indiquant que les deux chaînes sont complètement différentes) à un (indiquant que les deux chaînes sont identiques). |
| <code>show_trgm(text)</code>        | text[] | Renvoie un tableau de tous les trigrammes d'une chaîne donnée. (En pratique, ceci                                                                                                                                    |

| Fonction                    | Retour | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |        | est peu utile, sauf pour le débogage.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| word_similarity(text, text) | real   | Renvoie un nombre indiquant la similarité de la première chaîne avec le mot le plus similaire de la deuxième chaîne. La fonction recherche dans la deuxième chaîne un mot le plus similaire, pas une sous-chaîne la plus similaire. Le résultat va de zéro (indiquant que les deux chaînes sont complètement différentes) à un (indiquant que la première chaîne est identique à un des mots de la deuxième chaîne). |
| show_limit()                | real   | Renvoie la limite de similarité utilisée par l'opérateur %. Ceci configure la similarité minimale entre deux mots pour qu'ils soient considérés suffisamment proches, par exemple ( <i>obsolète</i> ).                                                                                                                                                                                                               |
| set_limit(real)             | real   | Configure la limite de similarité actuelle utilisée par l'opérateur %. Le limite se positionne entre 0 et 1, elle vaut par défaut 0,3. Renvoie la valeur passée ( <i>obsolète</i> ).                                                                                                                                                                                                                                 |
| text <-> text               | real   | Renvoie la « distance » entre les arguments, qui vaut un moins la valeur de similarity().                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| text <<-> text              | real   | Renvoie la « distance » entre les arguments, qui est équivalente 1 moins la valeur de word_similarity().                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| text <->> text              | real   | Commutateur de l'opérateur <<->.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Tableau F.26. Opérateurs de pg\_trgm

| Opérateur    | Retour  | Description                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| text % text  | boolean | Renvoie true si les arguments ont une similarité supérieure à la limite configurée par pg_trgm.similarity_threshold.                                                                                                                    |
| text <% text | boolean | Renvoie true si son premier argument a un mot similaire dans le deuxième argument et ils ont une similarité qui est supérieure à la limite de similarité du mot courant configurée avec le paramètre pg_trgm.word_similarity_threshold. |
| text %> text | boolean | Commutateur de l'opérateur <%>.                                                                                                                                                                                                         |

### F.31.3. Paramètres GUC

`pg_trgm.similarity_threshold (real)`

Configure la limite actuelle de similarité utilisée par l'opérateur %. La limite doit se situer entre 0 et 1 (la valeur par défaut est 0,3).

`pg_trgm.word_similarity_threshold (real)`

Configure la limite actuelle de similarité utilisée par les opérateurs <%> et %>. La limite doit être comprise entre 0 et 1 (la valeur par défaut est 0,6).

### F.31.4. Support des index

Le module `pg_trgm` fournit des classes d'opérateurs pour les index GiST et GIN qui vous permettent de créer un index sur une colonne de type `text` dans le but d'accélérer les recherches de similarité. Ces types d'index supportent les opérateurs de similarité décrits ci-dessus et supportent de plus les recherches basées sur des trigrammes pour les requêtes `LIKE`, `ILIKE`, `~` et `~*`. (Ces index ne supportent pas les opérateurs d'égalité ou de comparaison simple, donc vous pouvez aussi avoir besoin d'un index B-tree).

Exemple :

```
CREATE TABLE test_trgm (t text);
CREATE INDEX trgm_idx ON test_trgm USING GIST (t gist_trgm_ops);
```

ou

```
CREATE INDEX trgm_idx ON test_trgm USING GIN (t gin_trgm_ops);
```

À ce point, vous aurez un index sur la colonne `t` que vous pouvez utiliser pour une recherche de similarité. Une requête typique est :

```
SELECT t, similarity(t, 'word') AS sml
 FROM test_trgm
 WHERE t % 'word'
 ORDER BY sml DESC, t;
```

Ceci renverra toutes les valeurs dans la colonne texte qui sont suffisamment similaire à `word`, triées de la meilleure correspondance à la pire. L'index sera utilisé pour accélérer l'opération même sur un grand ensemble de données.

Une variante de la requête ci-dessus est

```
SELECT t, t <-> 'word' AS dist
 FROM test_trgm
 ORDER BY dist LIMIT 10;
```

Ceci peut être implémenté assez efficacement par des index GiST, mais pas par des index GIN. Cela battrà généralement la première formulation quand seulement un petit nombre de correspondances proches est demandé.

De plus, vous pouvez utiliser un index sur la colonne `t` pour la similarité de mot. Par exemple :

```
SELECT t, word_similarity('word', t) AS sml
 FROM test_trgm
 WHERE 'word' <% t
 ORDER BY sml DESC, t;
```

Ceci renverra toutes les valeurs dans la colonne de type texte qui ont un mot suffisamment similaire à `word`, triées de la meilleure correspondance à la pire. L'index sera utilisé pour en faire une opération rapide même sur de très gros ensembles de données.

Une variante de la requête ci-dessus est :

```
SELECT t, 'word' <<-> t AS dist
 FROM test_trgm
 ORDER BY dist LIMIT 10;
```

Ceci peut être implémenté assez efficacement par des index GiST, mais pas par des index GIN.

À partir de PostgreSQL™ 9.1, ces types d'index supportent aussi les recherches d'index pour `LIKE` et `ILIKE`, par exemple

```
SELECT * FROM test_trgm WHERE t LIKE '%foo%bar';
```

La recherche par index fonctionne par extraction des trigrammes à partir de la chaîne recherchée puis en les recherchant dans l'index. Plus le nombre de trigrammes dans la recherche est important, plus efficace sera la recherche. Contrairement à des recherches basées sur les B-tree, la chaîne de recherche ne doit pas avoir un signe de pourcentage sur le côté gauche.

À partir de PostgreSQL™ 9.3, ces types d'index supportent aussi les recherches dans l'index pour les correspondances

d'expressions rationnelles (opérateurs ~ et ~\*). Par exemple

```
SELECT * FROM test_trgm WHERE t ~ '(foo|bar)';
```

La recherche dans l'index fonctionne en extrayant les trigrammes de l'expression rationnelles et en les recherchant dans l'index. Plus il est possible d'extraire de trigrammes de l'expression rationnelle, plus la recherche dans l'index sera efficace. Contrairement aux recherches dans un B-tree, la chaîne de recherche n'a pas besoin d'être fixe à gauche.

Pour les recherches LIKE ainsi que les recherches dans des expressions rationnelles, gardez en tête qu'un motif sans trigramme extractible sera la cause d'un parcours complet de l'index.

Le choix d'un indexage GiST ou GIN dépend des caractéristiques relatives de performance qui sont discutées ailleurs.

### F.31.5. Intégration à la recherche plein texte

La correspondance de trigramme est un outil très utile lorsqu'il est utilisé en conjonction avec un index plein texte. En particulier, il peut aider à la reconnaissance des mots mal orthographiés (ou tout simplement mal saisis), mots pour lesquels le mécanisme de recherche plein texte ne pourra pas faire une reconnaissance.

La première étape est la génération d'une table auxiliaire contenant tous les mots uniques dans les documents :

```
CREATE TABLE words AS SELECT word FROM
 ts_stat('SELECT to_tsvector('''simple''', bodytext) FROM documents');
```

où documents est une table qui a un champ texte *bodytext* où nous voulons faire nos recherches. La raison de l'utilisation de la configuration simple avec la fonction *to\_tsvector*, au lieu d'une configuration spécifique à la langue, est que nous voulons une liste des mots originaux.

Ensuite, nous créons un index trigramme sur la colonne word :

```
CREATE INDEX words_idx ON words USING GIN(word gin_trgm_ops);
```

Maintenant, une requête **SELECT** similaire à l'exemple précédent peut être utilisée pour suggérer des mots dans les termes de la recherche de l'utilisateur. Un test utile supplémentaire vient à demander que les mots sélectionnés soient aussi d'une longueur similaire au mot mal orthographié.



#### Note

Comme la table words a été générée comme une table statique, séparée, il sera nécessaire de la régénérer périodiquement pour qu'elle reste raisonnablement à jour avec la collection des documents. Qu'elle soit exactement identique en permanence n'est habituellement pas nécessaire.

### F.31.6. Références

*Site de développement de GiST*

*Site de développement de TSearch2*

### F.31.7. Auteurs

Oleg Bartunov <oleg@sai.msu.su>, Moscou, Université de Moscou, Russie

Teodor Sigaev <teodor@sigaev.ru>, Moscou, Delta-Soft Ltd., Russie

Alexander Korotkov <a.korotkov@postgrespro.ru>, Moscou, Postgres Professional, Russie

Documentation : Christopher Kings-Lynne

Ce module est sponsorisé par Delta-Soft Ltd., Moscou, Russie.

## F.32. pg\_visibility

Le module pg\_visibility fournit la possibilité d'examiner la visibility map (VM) et les informations de visibilité au niveau

bloc d'une table. Il fournit aussi des fonctions permettant de vérifier l'intégrité d'une visibility map et de forcer sa reconstruction.

Trois bits différents sont utilisés pour enregistrer des informations sur la visibilité au niveau des blocs. L'octet totalement-visible (all-visible) de la visibility map indique que chaque ligne d'un bloc donné d'une relation est visible pour toute transaction courante et future. L'octet totalement-figé (all-frozen) de la visibility map indique que chaque ligne du bloc est figée, c'est-à-dire qu'aucun vacuum n'aura besoin de modifier le bloc tant qu'une ligne n'est pas insérée, mise à jour, supprimée ou verrouillée dans ce bloc. Le bit PD\_ALL\_VISIBLE dans l'en-tête de page a la même signification que l'octet totalement-visible de la visibility map, mais il est stocké au sein du bloc plutôt que dans une structure de donnée séparée. Ces deux bits seront normalement identiques, mais le bit de niveau de bloc peut parfois rester défini pendant que la visibility map est purgée lors de la récupération suite à un crash ; ou ils peuvent être différents suite à un changement survenant après que pg\_visibility ait examiné la visibility map et avant qu'il ait examiné le bloc donnée. Tout événement causant une corruption de données peut aussi un désaccord sur ces trois bits.

Les fonctions qui affichent les informations concernant le bit PD\_ALL\_VISIBLE sont plus beaucoup plus coûteuses que celles qui consultent uniquement la visibility map. En effet, elles doivent lire les blocs de données des relations plutôt que de ne s'intéresser qu'à la visibility map (qui est bien plus petite). Les fonctions qui vérifient les blocs de données de la relation sont aussi très coûteuses.

## F.32.1. Fonctions

`pg_visibility_map(relation regclass, blkno bigint, all_visible OUT boolean, all_frozen OUT boolean) renvoie un enregistrement`

Renvoie tous les octets complètement visibles et complètement figés de la visibility map pour un bloc donné pour une relation donnée.

`pg_visibility(relation regclass, blkno bigint, all_visible OUT boolean, all_frozen OUT boolean, pd_all_visible OUT boolean) returns setof record`

Renvoie tous les octets complètement visibles et complètement figés de la visibility map pour un bloc donné pour une relation donnée ainsi que l'octet PD\_ALL\_VISIBLE pour le bloc.

`pg_visibility_map(relation regclass, blkno OUT bigint, all_visible OUT boolean, all_frozen OUT boolean) returns setof record`

Renvoie tous les octets complètement visibles et complètement figés de la visibility map pour un bloc donné pour une relation donnée.

`pg_visibility(relation regclass, blkno OUT bigint, all_visible OUT boolean, all_frozen OUT boolean, pd_all_visible OUT boolean) returns setof record`

Renvoie tous les octets complètement visibles et complètement figés de la visibility map pour un bloc donné pour une relation donnée, ainsi que l'octet PD\_ALL\_VISIBLE pour le bloc.

`pg_visibility_map_summary(relation regclass, all_visible OUT bigint, all_frozen OUT bigint) returns setof record`

Renvoie le nombre de pages complètement visibles ainsi que le nombre de pages complètement figées de la relation, en concordance avec la visibility map.

`pg_check_frozen(relation regclass, t_ctid OUT tid) returns setof tid`

Renvoie le TID (identifiant de ligne) des lignes non gelées présentes dans les pages marquées complètement figés dans la visibility map. Si cette fonction renvoie un ensemble non vide de TID, la visibility map est corrompue.

`pg_check_visible(relation regclass, t_ctid OUT tid) returns setof tid`

Renvoie les TID (identifiants de lignes) de tous les enregistrements qui ne sont pas all-visible enregistrés dans des pages marquées all-visible dans la visibility map. Si cette fonction renvoie un ensemble non vide, la visibility map est corrompue.

`pg_truncate_visibility_map(relation regclass) returns void`

Tronque la visibility map de la relation indiquée. Cette fonction est utile si vous pensez que la visibility map de cette relation est corrompue et que vous souhaitez forcer sa reconstruction. Le premier **VACUUM** exécuté sur cette relation après l'exécution de cette fonction parcourera chaque bloc de la relation et reconstruira la visibility map. (Tant que cela ne sera pas fait, les requêtes traiteront la visibility map comme ne contenant que des zéros.)

Par défaut, ces fonctions ne sont exécutables que par des superutilisateurs.

## F.32.2. Auteur

Robert Haas <rhaas@postgresql.org>

## F.33. postgres\_fdw

Le module `postgres_fdw` fournit le wrapper de données distantes `postgres_fdw`, dont le but est de donner accès à des données enregistrées dans des serveurs PostgreSQL™ externes.

Les fonctionnalités proposées par ce module sont à peu près les mêmes que celles proposées par le module `dblink`. Mais `postgres_fdw` fournit une syntaxe plus transparente et respectant les standards pour l'accès à des tables distantes. Elle peut aussi donner de meilleures performances dans beaucoup de cas.

Pour préparer un accès distant en utilisant `postgres_fdw`:

1. Installez l'extension `postgres_fdw` en utilisant `CREATE EXTENSION(7)`.
2. Créez un objet serveur distant en utilisant `CREATE SERVER(7)`, pour représenter chaque base distante à laquelle vous souhaitez vous connecter. Indiquez les informations de connexions, sauf `user` et `password`, comme options de l'objet serveur.
3. Créez une correspondance d'utilisateur avec `CREATE USER MAPPING(7)` pour chaque utilisateur de la base que vous voulez autoriser à accéder à un serveur distant. Indiquez le nom et le mot de passe de l'utilisateur distant avec les options `user` et `password` de la correspondance d'utilisateur.
4. Créez une table distante avec `CREATE FOREIGN TABLE(7)` ou `IMPORT FOREIGN SCHEMA(7)` pour chaque table distante que vous voulez utiliser. Les colonnes de la table distante doit correspondre aux colonnes de la table sur le serveur distant. Néanmoins, vous pouvez utiliser un nom de table et des noms de colonne différents de ceux de la table sur le serveur distant si vous indiquez les bons noms de colonne en options de la table distante.

Maintenant, vous avez seulement besoin de **SELECT** sur la table distante pour accéder aux données de la table du serveur distant. Vous pouvez aussi modifier la table sur le serveur distant en utilisant les commandes **INSERT**, **UPDATE** et **DELETE**. (Bien sûr, l'utilisateur utilisé pour la connexion au serveur distant doit avoir le droits de faire tout cela.)

Notez que `postgres_fdw` n'a pour l'instant pas de support pour les instructions **INSERT** avec une clause `ON CONFLICT DO UPDATE`. Néanmoins, la clause `ON CONFLICT DO NOTHING` est supporté, si la spécification de l'index unique est omise.

Il est généralement recommandé que les colonnes d'une table distante soient déclarées avec exactement les mêmes types de données et le même collationnement que celles utilisées pour les colonnes référencées dans le table du serveur distant. Bien que `postgres_fdw` est actuellement assez lâche sur les conversions de type de données, des anomalies sémantiques surprenantes peuvent survenir quand les types ou les collationnements ne correspondent pas dans le cas où le serveur distant interprète légèrement différemment les clauses `WHERE`.

Notez qu'une table distante peut être déclarée avec moins de colonnes ou avec les colonnes dans un ordre différent. La correspondance des colonnes sur la table du serveur distant se fait par nom, et non pas par position.

## F.33.1. Options FDW de `postgres_fdw`

### F.33.1.1. Options de connexions

Un serveur distant utilisant le wrapper de données distantes `postgres_fdw` peut avoir les mêmes options que celles acceptées par `libpq` dans les chaînes de connexion comme décrit dans Section 32.1.2, « Mots clés de la chaîne de connexion ». Cependant, ces options ne sont pas autorisées :

- `user` et `password` (spécifiez-les au niveau de la correspondance d'utilisateur)
- `client_encoding` (ceci est configuré automatiquement à partir de l'encodage du serveur local)
- `fallback_application_name` (toujours configuré à `postgres_fdw`)

Seuls les superutilisateurs peuvent se connecter à un serveur distant sans authentification par mot de passe. Donc spécifiez toujours l'option `password` pour les correspondances d'utilisateur appartenant aux utilisateurs simples.

### F.33.1.2. Options pour le nom de l'objet

Ces options peuvent être utilisées pour contrôler les noms utilisés dans les requêtes SQL envoyées au serveur PostgreSQL™ distant. Ces options sont nécessaires lorsqu'une table distante est créée avec des noms différents de ceux de la table du serveur distant.

#### `schema_name`

Cette option, qui peut être indiquée pour une table distante, donne le nom du schéma à utiliser pour la table du serveur distant. Si cette option est omise, le nom du schéma de la table distante est utilisé.

#### `table_name`

Cette option, qui peut être indiquée pour une table distante, donne le nom de la table à utiliser pour la table du serveur distant. Si cette option est omise, le nom de la table distante est utilisé.

#### `column_name`

Cette option, qui peut être indiquée pour une colonne d'une table distante, donne le nom de la colonne à utiliser pour la co-

lonne de la table du serveur distant. Si cette option est omise, le nom de la colonne de la table distante est utilisé.

### F.33.1.3. Options d'estimation du coût

`postgres_fdw` récupère des données distantes en exécutant des requêtes sur des serveurs distants. Idéalement, le coût estimé du parcours d'une table distante devrait être celui occasionné par le parcours de la table sur le serveur distant, et un supplément causé par la communication entre le serveur local et le serveur distant. Le moyen le plus fiable d'obtenir une telle estimation est de demander au serveur distant, puis d'ajouter quelque chose pour le supplément. Pour des requêtes simples, cela ne vaut pas le coût d'une requête supplémentaire vers le serveur distant. Donc `postgres_fdw` propose les options suivantes pour contrôler la façon dont l'estimation de coût est faite :

#### `use_remote_estimate`

Cette option, qui peut être indiquée pour une table distante ou pour un serveur distant, contrôle si `postgres_fdw` exécute des commandes **EXPLAIN** distantes pour obtenir les estimations de coût. Une configuration sur la table distante surcharge celle sur le serveur, mais seulement pour cette table. La valeur par défaut est `false`.

#### `fdw_startup_cost`

Cette option, qui peut être indiquée pour un serveur distant, est une valeur numérique qui est ajoutée au coût de démarrage estimé de tout parcours de table distante sur ce serveur. Cela représente le coût supplémentaire causé par l'établissement d'une connexion, l'analyse et la planification de la requête du côté du serveur distant, etc. La valeur par défaut est 100.

#### `fdw_tuple_cost`

Cette option, qui peut être indiquée pour un serveur distant, est une valeur numérique qui est utilisée comme coût supplémentaire par ligne pour les parcours de la table distante sur ce serveur. Cela représente le coût supplémentaire associé au transfert de données entre les serveurs. Vous pouvez augmenter ou réduire ce nombre pour refléter les latences réseau vers le serveur distant. La valeur par défaut est 0.01.

Quand `use_remote_estimate` est vrai, `postgres_fdw` obtient le nombre de lignes et les estimations de coût à partir du serveur distant. Il ajoute `fdw_startup_cost` et `fdw_tuple_cost` aux estimations de coût. Quand `use_remote_estimate` est faux, `postgres_fdw` réalise le décompte local des lignes ainsi que l'estimation de coût, puis ajoute `fdw_startup_cost` et `fdw_tuple_cost` aux estimations de coût. Cette estimation locale a peu de chances d'être précise sauf si des copies locales des statistiques de la table distante sont disponibles. Exécuter `ANALYZE(7)` sur la table distante permet de mettre à jour les statistiques locales ; cela exécute un parcours sur la table distante, puis calcule et enregistre les statistiques comme si la table était locale. Garder des statistiques locales peut être utile pour réduire la surcharge de planification par requête pour une table distante mais, si la table distante est fréquemment mise à jour, les statistiques locales seront rapidement obsolètes.

### F.33.1.4. Options d'exécution à distance

Par défaut, seules les clauses `WHERE` utilisant des opérateurs et des fonctions intégrés sont considérées pour une exécution sur le serveur distant. Les clauses impliquant des fonctions non intégrées sont vérifiées localement une fois les lignes récupérées. Si ces fonctions sont disponibles sur le serveur distant et peuvent produire les mêmes résultats que localement, les performances peuvent être améliorées en envoyant ces clauses `WHERE` pour une exécution distante. Ce comportement peut être contrôlé en utilisant l'option suivante :

#### `extensions`

Cette option est une liste de noms d'extensions PostgreSQL™, séparés par des virgules, installées dans des versions compatibles sur les serveurs local et distant. Les fonctions et opérateurs immutables et appartenant à une extension listée seront considérées pour une exécution sur le serveur distant. Cette option peut seulement être spécifiée sur les serveurs distants, et non pas par table.

Lors de l'utilisation de l'option `extensions`, *il est de la responsabilité de l'utilisateur* que les extensions listées existent bien et se comportent de façon identique sur les serveurs local et distant. Dans le cas contraire, les requêtes pourraient échouer ou se comporter de façon inattendue.

#### `fetch_size`

Cette option indique le nombre de lignes que `postgres_fdw` doit récupérer à chaque opération de lecture. Cette option est disponible au niveau serveur et table. Une configuration spécifiée sur une table surcharge celle du serveur. La valeur par défaut est 100.

### F.33.1.5. Options de mise à jour

Par défaut, toutes les tables distantes utilisant `postgres_fdw` sont supposées comme étant modifiables. Cela peut se surcharger en utilisant l'option suivante :

**updatable**

Cette option contrôle si `postgres_fdw` autorise les tables distantes à être modifiées en utilisant les commandes **INSERT**, **UPDATE** et **DELETE**. Cette option est utilisable sur une table distante ou sur un serveur distant. La configuration de cette option au niveau table surcharge celle au niveau serveur. La valeur par défaut est `true`.

Bien sûr, si la table distante n'est pas modifiable, une erreur surviendra malgré tout. L'utilisation de cette option permet principalement que l'erreur soit renvoyée localement, sans avoir à tenter l'exécution sur le serveur distant. Notez néanmoins que les vues `information_schema` indiqueront que la table distante est modifiable ou pas, suivant la configuration de cette option, et donc sans vérification du serveur distant.

### F.33.1.6. Options d'import

`postgres_fdw` est capable d'importer les définitions des tables distantes en utilisant **IMPORT FOREIGN SCHEMA**(7). Cette commande crée les définitions des tables distantes sur le serveur local, correspondant aux tables et vues présentes sur le serveur distant. Si les tables distantes à importer ont des colonnes de type défini par des utilisateurs, le serveur local doit avoir des types compatibles de même nom.

Le comportement de l'import est personnalisable avec les options suivantes (à fournir à la commande **IMPORT FOREIGN SCHEMA**) :

**import\_collate**

Cette option contrôle si les options `COLLATE` d'une colonne sont inclus dans les définitions des tables distantes importées à partir d'un serveur distant. La valeur par défaut est `true`. Vous pourriez avoir besoin de la désactiver si le serveur distant possède un ensemble de noms de collation différent de celui du serveur local, ce qui risque d'être le cas s'il utilise un autre système d'exploitation.

**import\_default**

Cette option contrôle si les expressions `DEFAULT` d'une colonne sont incluses dans les définitions des tables distantes importées d'un serveur distant. La valeur par défaut est `false`. Si vous activez cette option, faites attention au fait que les valeurs par défaut pourraient être calculées différemment sur le serveur local et sur le serveur distant ; par exemple, `nextval()` est une source habituelle de problèmes. La commande **IMPORT** échouera si une expression par défaut importée utilise une fonction ou un opérateur qui n'existe pas localement.

**import\_not\_null**

Cette option contrôle si les contraintes `NOT NULL` des colonnes sont incluses dans les définitions des tables distantes importées à partir d'un serveur distant. La valeur par défaut est `true`.

Notez que les contraintes autres que `NOT NULL` ne seront jamais importées des tables distantes. Bien que PostgreSQL™ supporte les contraintes `CHECK` sur les tables distantes, rien n'existe pour les importer automatiquement à cause du risque qu'une expression de contrainte puisse être évaluée différemment entre les serveurs local et distant. Toute incohérence du comportement d'une contrainte `CHECK` pourrait amener des erreurs difficile à détecter dans l'optimisation des requêtes. Donc, si vous souhaitez importer les contraintes `CHECK`, vous devez le faire manuellement et vous devez vérifier la sémantique de chaque contrainte avec attention. Pour plus de détails sur le traitement des contraintes `CHECK` sur les tables distantes, voir **CREATE FOREIGN TABLE**(7).

### F.33.2. Gestion des connexions

`postgres_fdw` établit une connexion au serveur distant lors de la première requête qui utilise une table distante associée avec le serveur distant. La connexion est conservée et réutilisée pour les requêtes suivants de la même session. Néanmoins, si plusieurs identités d'utilisateur (correspondances d'utilisateur) sont utilisées pour accéder au serveur distant, une connexion est établie pour chaque correspondance d'utilisateur.

### F.33.3. Gestion des transactions

Lorsqu'une requête référence des tables sur un serveur distant, `postgres_fdw` ouvre une transaction sur le serveur distant si une transaction n'est pas déjà ouverte pour la transaction locale en cours. La transaction distante est validée ou annulée suivant que la transaction locale est validée ou annulée. Les points de sauvegardes sont gérés de la même façon en créant les points de sauvegarde correspondants.

La transaction distante utilise le niveau d'isolation `SERIALIZABLE` quand la transaction locale a le niveau `SERIALIZABLE`. Dans les cas contraires, elle utilise le niveau `REPEATABLE READ`. Ce choix assure que, si une requête réalise plusieurs parcours de table sur le serveur distant, elle obtiendra des résultats cohérents pour tous les parcours. Une conséquence est que les requêtes successives à l'intérieur d'une seule transaction verront les mêmes données provenant du serveur distant, même si des mises à jour sont réalisées en même temps avec l'activité standard du serveur. Ce comportement serait attendue de toute façon si la transaction locale utilise le niveau d'isolation `SERIALIZABLE` ou `REPEATABLE READ` mais elle pourrait surprendre pour une transaction

locale en niveau READ COMMITTED. Une prochaine version de PostgreSQL™ pourrait modifier ce comportement.

### F.33.4. Optimisation des requêtes distantes

`postgres_fdw` tente d'optimiser les requêtes distantes pour réduire la quantité de données transférées depuis les serveurs distants. Cela se fait en envoyant les clauses WHERE au serveur distant pour exécution, et en ne récupérant que les colonnes nécessaires pour la requête courante. Pour réduire le risque de mauvaise exécution des requêtes, les clauses WHERE ne sont pas envoyées au serveur distant sauf si elles utilisent seulement des types de données, opérateurs et fonctions intégrées ou appartenant à une extension listée dans l'option extensions du serveur distant. Les opérateurs et fonctions dans ce type de clause doivent aussi être IMMUTABLE. Pour une requête UPDATE ou DELETE, `postgres_fdw` tente d'optimiser l'exécution de la requête en envoyant la requête complète au serveur distant s'il n'existe pas de clauses WHERE pouvant être envoyées au serveur distant, pas de jointures locales pour la requête, pas de triggers BEFORE ou AFTER au niveau ligne sur la table cible, et pas de contraintes CHECK OPTION pour les vues parentes. Dans un UPDATE, les expressions à affecter aux colonnes cibles doivent seulement utiliser les types de données intégrées, les opérateurs ou les fonctions IMMUTABLE pour réduire le risque de mauvaise exécution de la requête.

Quand `postgres_fdw` rencontre une jointure entre des tables externes sur le même serveur distant, il envoie la jointure entière au serveur distant, sauf s'il pense qu'il sera plus efficace de récupérer les lignes de chaque table individuellement ou si les références de table sont sujet à des correspondances d'utilisateur différentes. Lors de l'envoi des clauses JOIN, il prend les mêmes précautions que mentionnées ci-dessus pour les clauses WHERE.

La requête envoyée au serveur distant pour exécution peut être examinée en utilisant EXPLAIN VERBOSE.

### F.33.5. Environnement d'exécution de requêtes distantes

Dans les sessions distantes ouvertes par `postgres_fdw`, le paramètre search\_path est configuré à pg\_catalog, pour que seuls les objets internes soient visibles, sauf utilisant d'un nom de schéma. Ceci n'est pas un problème pour les requêtes générées par `postgres_fdw` lui-même car il fournit toujours ce type de qualification. Néanmoins, cela peut se révéler problématique pour les fonctions exécutées sur le serveur distant via des triggers ou des règles sur les tables distantes. Par exemple, si une table distante est en fait une vue, toute fonction utilisée dans cette vue sera exécutée avec le chemin de recherche restreint. Il est recommandé de qualifier tous les noms dans ce type de fonctions ou de leur attacher une option SET search\_path (voir CREATE FUNCTION(7)) pour établir le chemin de recherche attendu.

De même, `postgres_fdw` établie une configuration des sessions distantes pour les paramètres TimeZone, datestyle, IntervalStyle et extra\_float\_digits. Elles sont généralement moins problématiques que search\_path, mais peuvent être gérées avec des options SET si le besoin s'en fait sentir.

Il n'est pas recommandé de surcharger ce comportement en modifiant la configuration de la session pour ces paramètres. Cela peut être la cause d'un mauvais fonctionnement de `postgres_fdw`.

### F.33.6. Compatibilité entre versions

`postgres_fdw` peut être utilisé avec les serveurs distants de version 8.3 et ultérieures. En lecture seule, il est possible d'aller aussi loin que la 8.1. Néanmoins, une limitation est que `postgres_fdw` assume généralement que les fonctions et opérateurs internes immutables sont sûrs pour être envoyés au serveur distant pour exécution s'ils apparaissent dans une clause WHERE de la table distante. Du coup, une fonction interne ajoutée depuis la sortie du serveur distant pourrait être envoyée pour exécution, résultant en un message d'erreur indiquant que la fonction n'existe pas (« function does not exist ») ou une erreur similaire. Ce type d'échec peut être contourné en réécrivant la requête, par exemple en embarquant la table distance dans un sous-SELECT avec OFFSET 0 comme optimisation, et plaçant la fonction ou l'opérateur problématique en dehors du sous-SELECT.

### F.33.7. Exemples

Voici un exemple de création d'une table distante avec `postgres_fdw`. Tout d'abord, il faut installer l'extension :

```
CREATE EXTENSION postgres_fdw;
```

Ensuite, il faut créer un serveur distant avec CREATE SERVER(7). Dans cet exemple, nous souhaitons nous connecter à un serveur PostgreSQL™ sur l'hôte 192.83.123.89 écoutant sur le port 5432. La base de données sur le serveur distant sur laquelle la connexion est faite s'appelle foreign\_db :

```
CREATE SERVER foreign_server
 FOREIGN DATA WRAPPER postgres_fdw
 OPTIONS (host '192.83.123.89', port '5432', dbname 'foreign_db');
```

Une correspondance d'utilisateur, définie avec CREATE USER MAPPING(7), est également nécessaire pour identifier le rôle qui sera utilisé sur le serveur distant :

```
CREATE USER MAPPING FOR local_user
 SERVER foreign_server
 OPTIONS (user 'foreign_user', password 'password');
```

Il est maintenant possible de créer une table distante avec CREATE FOREIGN TABLE(7). Dans cet exemple, nous souhaitons accéder à la table nommée some\_schema.some\_table sur le serveur distant. Le nom local pour celle-ci sera foreign\_table :

```
CREATE FOREIGN TABLE foreign_table (
 id integer NOT NULL,
 data text
)
 SERVER foreign_server
 OPTIONS (schema_name 'some_schema', table_name 'some_table');
```

Il est essentiel que les types de données et autres propriétés des colonnes déclarées dans **CREATE FOREIGN TABLE** correspondent à la vraie table distante. Les noms des colonnes doivent également correspondre, à moins que des options column\_name soient attachées aux colonnes individuelles pour montrer comment elles sont nommées sur la table distante. Dans de nombreux cas, l'utilisation de IMPORT FOREIGN SCHEMA(7) est préférable à la construction manuelle des tables distantes.

## F.33.8. Auteur

Shigeru Hanada <shigeru.hanada@gmail.com>

## F.34. seg

Ce module code le type de données seg pour représenter des segments de ligne ou des intervalles de nombres à virgule flottante. seg peut représenter l'incertitude des points extrêmes d'un intervalle, ce qui le rend particulièrement utile pour représenter des mesures de laboratoires.

### F.34.1. Explications

La géométrie des mesures est habituellement plus complexe qu'un point dans un continuum numérique. Une mesure est habituellement un segment de ce continuum avec des limites non définissables. Les mesures apparaissent comme des intervalles à cause de ce côté incertain et du hasard, ainsi qu'à cause du fait que la valeur mesurée peut naturellement être un intervalle indiquant certaines conditions comme une échelle de température pour la stabilité d'une protéine.

En utilisant le bon sens, il apparaît plus agréable de stocker de telles données sous la forme d'intervalle, plutôt que sous la forme d'une paire de nombres. En pratique, c'est même plus efficace dans la plupart des applications.

En allant plus loin, le côté souple des limites suggère que l'utilisation des types de données numériques traditionnels amène en fait une certaine perte d'informations. Pensez à ceci : votre instrument lit 6.50, et vous saisissez cette valeur dans la base de données. Qu'obtenez-vous en la récupérant ? Regardez :

```
test=> select 6.50 :: float8 as "pH";
pH

6.5
(1 row)
```

Dans le monde des mesures, 6.50 n'est pas identique à 6.5. La différence pourrait même être critique. Les personnes ayant réalisé l'expérience écrivent habituellement (et publient) les chiffres qu'ils connaissent. 6.50 est en fait un intervalle incertain compris dans un intervalle plus grand et encore plus incertain, 6.5, le point central étant (probablement) la seule fonctionnalité commune qu'ils partagent. Nous ne voulons pas que de telles différences de données apparaissent de façon identique.

La conclusion ? il est agréable d'avoir un type de données spécial qui peut enregistrer les limites d'un intervalle avec une précision variable arbitraire. Variable dans le sens où chaque élément de données enregistre sa propre précision.

Vérifiez ceci :

```
test=> select '6.25 .. 6.50'::seg as "pH";
 pH

6.25 .. 6.50
(1 row)
```

## F.34.2. Syntaxe

La représentation externe d'un intervalle se forme en utilisant un ou deux nombres à virgule flottante joint par l'opérateur d'échelle (`..` ou `...`). Sinon, il peut être spécifié comme un point central plus ou moins une déviation. Des indicateurs optionnels (`<`, `>` et `~`) peuvent aussi être stockés. (Néanmoins, ces indicateurs sont ignorés par la logique interne.) Tableau F.27, « Représentations externes de seg » donne un aperçu des représentations autorisées ; Tableau F.28, « Exemples d'entrées valides de type seg » montre quelques exemples.

Dans Tableau F.27, « Représentations externes de seg », `x`, `y` et `delta` dénotent des nombres à virgule flottante. `x` et `y`, mais pas `delta`, peuvent être précédés par un indicateur de certitude :

**Tableau F.27. Représentations externes de seg**

|                           |                                                               |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <code>x</code>            | Valeur seule (intervalle de longueur zéro)                    |
| <code>x .. y</code>       | Intervalle de <code>x</code> à <code>y</code>                 |
| <code>x (+-) delta</code> | Intervalle de <code>x - delta</code> à <code>x + delta</code> |
| <code>x ..</code>         | Intervalle ouvert avec une limite inférieure <code>x</code>   |
| <code>.. x</code>         | Intervalle ouvert avec une limite supérieure <code>x</code>   |

**Tableau F.28. Exemples d'entrées valides de type seg**

|                             |                                                                                                                                                               |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>5.0</code>            | Crée un segment de longueur zéro (un point si vous préférez)                                                                                                  |
| <code>~5.0</code>           | Crée un segment de taille nulle et enregistre <code>~</code> dans les données. <code>~</code> est ignoré par les opérations seg mais conservé en commentaire. |
| <code>&lt;5.0</code>        | Crée un point à 5.0. <code>&lt;</code> est ignoré mais conservé en commentaire.                                                                               |
| <code>&gt;5.0</code>        | Crée un point à 5.0. <code>&gt;</code> est ignoré mais conservé en commentaire.                                                                               |
| <code>5(+-)0.3</code>       | Crée un intervalle <code>4.7 .. 5.3</code> . Notez que la notation <code>(+ -)</code> n'est pas conservée.                                                    |
| <code>50 ..</code>          | Tout ce qui supérieur ou égal à 50                                                                                                                            |
| <code>.. 0</code>           | Tout ce qui est inférieur ou égal à 0                                                                                                                         |
| <code>1.5e-2 .. 2E-2</code> | Crée un intervalle <code>0.015 .. 0.02</code>                                                                                                                 |
| <code>1 ... 2</code>        | Identifie à <code>1 ... 2</code> , ou <code>1 .. 2</code> , ou <code>1 . 2</code> (les espaces autour de l'opérateur d'échelle sont ignorés)                  |

Comme `...` est largement utilisé dans les sources de données, il est autorisé comme autre orthographe possible de `...` Malheureusement, ceci crée une ambiguïté pour l'analyseur : la limite supérieure dans `0 ... 23` est 23 ou 0.23. Ceci se résout en réclamant au moins un chiffre avant le point décimal dans tous les nombres de type seg.

Comme vérification, seg rejette les intervalles dont la limite inférieure est supérieure à la limite supérieure, par exemple `5 .. 2`.

## F.34.3. Précision

Les valeurs seg sont stockés en interne sous la forme de paires de nombres en virgule flottante de 32 bits. Cela signifie que les nombres avec plus de sept chiffres significatifs sont tronqués.

Les nombres avec moins ou avec exactement sept chiffres significatifs conservent leur précision originale. C'est-à-dire que, si votre requête renvoie `0.00`, vous serez sûr que les zéros qui suivent ne sont pas des conséquences du formatage : elles reflètent la précision de la donnée originale. Le nombre de zéro au début n'affectent pas la précision : deux chiffres significatifs sont considérés pour la valeur `0.0067`.

## F.34.4. Utilisation

Le module `seg` inclut une classe d'opérateur pour les index GiST dans le cas des valeurs `seg`. Les opérateurs supportés par la classe d'opérateur GiST sont shown in Tableau F.29, « Opérateurs GiST du type Seg ».

**Tableau F.29. Opérateurs GiST du type Seg**

| Opérateur                             | Description                                                                                                                          |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>[a, b] &lt;&lt; [c, d]</code>   | [a, b] est entièrement à gauche de [c, d]. Autrement dit, [a, b] << [c, d] est vérifié si $b < c$                                    |
| <code>[a, b] &gt;&gt; [c, d]</code>   | [a, b] est entièrement à droite de [c, d]. Autrement dit, [a, b] >> [c, d] est vérifié si $a > d$                                    |
| <code>[a, b] &amp;&lt; [c, d]</code>  | Couvre une partie ou est à gauche de -- Cela se lit mieux de cette façon « ne s'étend pas à droite de ». C'est vrai quand $b <= d$ . |
| <code>[a, b] &amp;&gt; [c, d]</code>  | Couvre une partie ou est à droite de -- Cela se lit mieux de cette façon « ne s'étend pas à gauche de ». C'est vrai quand $a >= c$ . |
| <code>[a, b] = [c, d]</code>          | Identique à -- Les segments [a, b] et [c, d] sont identiques, autrement dit $a == b$ et $c == d$ .                                   |
| <code>[a, b] &amp;&amp; [c, d]</code> | Les segments [a, b] et [c, d] se chevauchent en partie.                                                                              |
| <code>[a, b] @&gt; [c, d]</code>      | Le segment [a, b] contient le segment [c, d], autrement dit $a <= c$ et $b >= d$                                                     |
| <code>[a, b] &lt;@ [c, d]</code>      | Le segment [a, b] est contenu dans [c, d], autrement dit $a >= c$ et $b <= d$ .                                                      |

(Avant PostgreSQL 8.2, les opérateurs de contenance `@>` et `<@` étaient appelés respectivement `@` et `~`. Ces noms sont toujours disponibles mais sont déclarés obsolètes et seront supprimés un jour. Notez que les anciens noms sont inversés par rapport à la convention suivie par les types de données géométriques !)

Les opérateurs B-tree standard sont aussi fournis, par exemple :

| Opérateur                       | Description    |
|---------------------------------|----------------|
| <code>[a, b] &lt; [c, d]</code> | Plus petit que |
| <code>[a, b] &gt; [c, d]</code> | Plus grand que |

Ces opérateurs n'ont pas vraiment de sens sauf en ce qui concerne le tri. Ces opérateurs comparent en premier (a) à (c) et, s'ils sont égaux, comparent (b) à (d). Cela fait un bon tri dans la plupart des cas, ce qui est utile si vous voulez utiliser ORDER BY avec ce type.

## F.34.5. Notes

Pour des exemples d'utilisation, voir les tests de régression `sql/seg.sql`.

Le mécanisme qui convertit `(+-)` en échelles standards n'est pas entièrement précis pour déterminer le nombre de chiffres significatifs pour les limites. Par exemple, si vous ajoutez un chiffre supplémentaire à la limite basse si l'intervalle résultat inclut une puissance de dix :

```
postgres=> select '10(+-)1'::seg as seg;
 seg

9.0 .. 11 -- should be: 9 .. 11
```

La performance d'un index R-tree peut dépendre largement de l'ordre des valeurs en entrée. Il pourrait être très utile de trier la table en entrée sur la colonne `seg` ; voir le script `sort-segments.pl` pour un exemple.

## F.34.6. Crédits

Auteur original : Gene Selkov, Jr. <[selkovjr@mcs.anl.gov](mailto:selkovjr@mcs.anl.gov)>, Mathematics and Computer Science Division, Argonne Na-

tional Laboratory.

Mes remerciements vont principalement au professeur Joe Hellerstein (<http://db.cs.berkeley.edu/jmh/>) pour avoir élucidé l'idée centrale de GiST (<http://gist.cs.berkeley.edu/>). Mes remerciements aussi aux développeurs de PostgreSQL pour m'avoir permis de créer mon propre monde et de pouvoir y vivre sans perturbation. Argonne Lab et le département américain de l'énergie ont aussi toute ma gratitude pour les années de support dans ma recherche sur les bases de données.

## F.35. sepgsql

`sepgsql` est un module chargeable ajoutant le support des contrôles d'accès par label basé sur la politique de sécurité de SELinux™.



### Avertissement

L'implémentation actuelle a des limitations importantes et ne force pas le contrôle d'accès pour toutes les actions. Voir Section F.35.7, « Limitations ».

### F.35.1. Aperçu

Ce module s'intègre avec SELinux™ pour fournir une couche de vérification de sécurité supplémentaire qui va au-delà de ce qui est déjà fourni par PostgreSQL™. De la perspective de SELinux™, ce module permet à PostgreSQL™ de fonctionner comme un gestionnaire d'objet en espace utilisateur. Chaque accès à une table ou à une fonction initié par une requête DML sera vérifié par rapport à la politique de sécurité du système. Cette vérification est en plus des vérifications de droits SQL habituels effectuées par PostgreSQL™.

Les décisions de contrôle d'accès de SELinux™ sont faites en utilisant les labels de sécurité qui sont représentés par des chaînes comme `system_u:object_r:sepgsql_table_t:s0`. Chaque décision de contrôle d'accès implique deux labels : celui de l'utilisateur tentant de réaliser l'action et celui de l'objet sur lequel l'action est réalisée. Comme ces labels peuvent être appliqués sur tout type d'objet, les décisions de contrôle d'accès pour les objets stockés dans la base peuvent être (et avec ce module, sont) sujets au même critère général utilisé pour les objets de tout type (par exemple les fichiers). Ce concept a pour but de permettre la mise en place d'une politique centralisée pour protéger l'information quelque soit la façon dont l'information est stockée.

L'instruction SECURITY LABEL(7) permet d'affecter un label de sécurité à un objet de la base de données.

### F.35.2. Installation

`sepgsql` peut seulement être utilisé sur Linux™ 2.6.28 ou ultérieur, avec SELinux™ activé. Il n'est pas disponible sur les autres plateformes. Vous aurez aussi besoin de `libselinux`™ ou ultérieur et de `selinux-policy`™ 2.1.10 ou ultérieur (même si certaines distributions peuvent proposer les règles nécessaires dans des versions antérieures de politique).

La commande `sestatus` vous permet de vérifier le statut de SELinux™. Voici un affichage standard :

```
$ sestatus
SELinux status: enabled
SELinuxfs mount: /selinux
Current mode: enforcing
Mode from config file: enforcing
Policy version: 24
Policy from config file: targeted
```

Si SELinux™ est désactivé ou non installé, vous devez tout d'abord configurer ce produit avant d'utiliser ce module.

Pour construire ce module, ajoutez l'option `--with-selinux` dans votre commande `configure` lors de la compilation de PostgreSQL. Assurez-vous que le RPM `libselinux-devel` est installé au moment de la construction.

Pour utiliser ce module, vous devez ajouter `sepgsql` dans le paramètre `shared_preload_libraries` du fichier `postgresql.conf`. Le module ne fonctionnera pas correctement s'il est chargé d'une autre façon. Une fois que le module est chargé, vous devez exécuter `sepgsql.sql` dans chaque base de données. Cela installera les fonctions nécessaires à la gestion des labels de sécurité et affectera des labels initiaux de sécurité.

Voici un exemple montrant comment initialiser un répertoire de données avec les fonctions `sepgsql` et les labels de sécurité installés. Ajustez les chemins de façon approprié pour que cela corresponde à votre installation :

```
$ export PGDATA=/path/to/data/directory
$ initdb
```

```
$ vi $PGDATA/postgresql.conf
modifiez
 #shared_preload_libraries = '' # (change requires restart)
en
 shared_preload_libraries = 'sepgsql' # (change requires restart)
$ for DBNAME in template0 template1 postgres; do
 postgres --single -F -c exit_on_error=true $DBNAME \
 </usr/local/pgsql/share/contrib/sepgsql.sql >/dev/null
done
```

Notez que vous pourriez voir les notifications suivantes, suivant la combinaison de versions particulières de libselinux™ et de selinux-policy™.

```
/etc/selinux/targeted-contexts/sepgsql_contexts: line 33 has invalid object type
db_blobs
/etc/selinux/targeted-contexts/sepgsql_contexts: line 36 has invalid object type
db_language
/etc/selinux/targeted-contexts/sepgsql_contexts: line 37 has invalid object type
db_language
/etc/selinux/targeted-contexts/sepgsql_contexts: line 38 has invalid object type
db_language
/etc/selinux/targeted-contexts/sepgsql_contexts: line 39 has invalid object type
db_language
/etc/selinux/targeted-contexts/sepgsql_contexts: line 40 has invalid object type
db_language
```

Ces messages ne sont graves et peuvent être ignorés sans conséquence.

Si le processus d'installation se termine sans erreur, vous pouvez commencer à lancer le serveur normalement.

### F.35.3. Tests de régression

Dû à la nature de SELinux™, exécuter les tests de régression pour sepgsql nécessite quelques étapes de configuration supplémentaires, certaines se faisant en tant qu'utilisateur root. Les tests de régression ne seront pas exécutés par une commande `make check` ou `make installcheck` ordinaire ; vous devez faire la configuration puis appeler le script de test manuellement. Les tests s'exécuteront dans le répertoire `contrib/sepgsql` du répertoire des sources de PostgreSQL, préalablement configuré. Bien que cela nécessite un arbre de construction, les tests sont conçus pour être exécutés par un serveur déjà installé, donc comparable à `make installcheck`, et non pas `make check`.

Tout d'abord, configurez sepgsql dans une base de données fonctionnelle d'après les instructions comprises dans Section F.35.2, « Installation ». Notez que l'utilisateur du système d'exploitation doit être capable de se connecter à la base de données en tant que superutilisateur sans authentification par mot de passe.

Ensuite, construisez et installez le paquet de politique pour les tests de régression. Le fichier `sepgsql-regtest` est un paquet de politique à but spécial. Il fournit un ensemble de règles à autoriser pendant les tests de régression. Il doit être construit à partir du fichier source de politique `sepgsql-regtest.te`, ce qui se fait en utilisant `make` avec un fichier Makefile fourni par SELinux. Vous aurez besoin de localiser le Makefile approprié sur votre système ; le chemin affiché ci-dessous est seulement un exemple. Une fois construit, installez ce paquet de politique en utilisant la commande `semodule`, qui charge les paquets de politique fournis dans le noyau. Si ce paquet est correctement installé, `semodule -l` doit lister `sepgsql-regtest` comme un paquet de politique disponible :

```
$ cd ../../contrib/sepgsql
$ make -f /usr/share/selinux/devel/Makefile
$ sudo semodule -u sepgsql-regtest.pp
$ sudo semodule -l | grep sepgsql
sepgsql-regtest 1.07
```

Pour des raisons de sécurité, les règles de `sepgsql-regtest` ne sont pas activées par défaut. Le paramètre `sepgsql_regression_test_mode` active les règles pour le lancement des tests de régression. Il peut être activé en utilisant la commande `setsebool` :

```
$ sudo setsebool sepgsql_regression_test_mode on
$ getsebool sepgsql_regression_test_mode
```

Ensuite, vérifiez que votre shell est exécuté dans le domaine `unconfined_t` :

```
$./test_sepgsql
```

Ce script tentera de vérifier que vous avez fait correctement toutes les étapes de configuration, puis il lancera les tests de régression du module `sepgsql`.

Une fois les tests terminés, il est recommandé de désactiver le paramètre `sepgsql_regression_test_mode` :

```
$ sudo setsebool sepgsql_regression_test_mode off
```

Vous pouvez préférer supprimer complètement la politique `sepgsql-regtest` :

```
$ sudo semodule -r sepgsql-regtest
```

## F.35.4. Paramètres GUC

`sepgsql.permissive` (boolean)

Ce paramètre active `sepgsql` pour qu'il fonctionne en mode permissif, quelque soit la configuration du système. La valeur par défaut est `off`. Ce paramètre est configurable dans le fichier `postgresql.conf` et sur la ligne de commande.

Quand ce paramètre est activé, `sepgsql` fonctionne en mode permissif, même si SELinux fonctionne en mode forcé. Ce paramètre est utile principalement pour des tests.

`sepgsql.debug_audit` (boolean)

Ce paramètre active l'affichage de messages d'audit quelque soit la configuration de la politique. La valeur par défaut est `off`, autrement dit les messages seront affichés suivant la configuration du système.

La politique de sécurité de SELinux a aussi des règles pour contrôler la trace des accès. Par défaut, les violations d'accès sont tracées, contrairement aux accès autorisés.

Ce paramètre force l'activation de toutes les traces, quelque soit la politique du système.

## F.35.5. Fonctionnalités

### F.35.5.1. Classes d'objet contrôlé

Le modèle de sécurité SELinux décrit toutes les règles de contrôle d'accès comme des relations entre une entité sujet (habituellement le client d'une base) et une entité objet (tel que l'objet base de données). Les deux sont identifiés par un label de sécurité. Si un accès à un objet sans label est tenté, l'objet est traité comme si le label `unlabeled_t` lui est affecté.

Actuellement, `sepgsql` autorise l'affectation de label de sécurité aux schémas, tables, colonnes, séquences, vues et fonctions. Quand `sepgsql` est en cours d'utilisation, des labels de sécurité sont automatiquement affectés aux objets de la base au moment de leur création. Ce label est appelé un label de sécurité par défaut et est configuré par la politique de sécurité du système, qui prend en entrée le label du créateur, le label affecté à l'objet parent du nouvel objet et en option le nom de l'objet construit.

Un nouvel objet base de données hérite en gros du label de sécurité de l'objet parent, sauf quand la politique de sécurité a des règles spéciales, connues sous le nom de règles de transition, auquel cas un label différent est affecté. Pour les schémas, l'objet parent est la base de données ; pour les tables, séquences, vues et fonctions, il s'agit du schéma ; pour les colonnes, il s'agit de la table.

### F.35.5.2. Droits DML

Pour les tables, `db_table:select`, `db_table:insert`, `db_table:update` ou `db_table:delete` sont vérifiés pour toutes les tables cibles référencées, suivant l'ordre de l'instruction. De plus, `db_table:select` est aussi vérifié pour toutes les tables qui contiennent des colonnes référencées dans la clause `WHERE` ou `RETURNING`, comme source de données d'un `UPDATE`, et ainsi de suite.

Les droits au niveau colonne seront aussi vérifiés pour chaque colonne référencée. `column_db:select` est vérifié sur les co-

lignes lues en utilisant `SELECT`, mais aussi celles référencées dans d'autres instructions DML ; `column_db:update` ou `column_db:insert` sera aussi vérifié pour les colonnes modifiées par `UPDATE` ou `INSERT`.

Bien sûr, il vérifie aussi `db_column:update` ou `db_column:insert` sur la colonne en cours de modification par `UPDATE` ou `INSERT`.

Par exemple :

```
UPDATE t1 SET x = 2, y = md5sum(y) WHERE z = 100;
```

Ici, `column_db:update` sera vérifié pour `t1.x` car elle est mise à jour, `column_db:{select update}` sera vérifié pour `t1.y` car elle est à la fois mise à jour et référencée, et `column_db:select` sera vérifié pour `t1.z` car elle est référencée. `db_table:{select update}` vérifiera aussi la table.

Pour les séquences, `db_sequence:get_value` est vérifié quand nous référençons un objet séquence en utilisant `SELECT` ; néanmoins, notez que nous ne vérifions pas les droits d'exécution sur les fonctions correspondantes, par exemple `lastval()`.

Pour les vues, `db_view:expand` devrait être vérifié, et ensuite tous les autres droits des objets dus à l'aplatissement de la vue, individuellement.

Pour les fonctions, `db_procedure:{execute}` sera vérifié quand un utilisateur essaie d'exécuter une fonction dans une requête ou en utilisant l'appel « fast-path ». Si cette fonction est déclarée comme étant de confiance, il vérifie aussi le droit `db_procedure:{entrypoint}` pour s'assurer qu'il peut s'exécuter comme un point d'entrée d'une procédure de confiance.

Pour accéder à tout objet d'un schéma, le droit `db_schema:search` est requis sur le schéma contenant l'objet. Quand un objet est référencé sans le nom du schéma, les schémas qui n'ont pas ce droit ne seront pas recherchés (exactement le même comportement que l'absence du droit `USAGE` sur le schéma). Si une qualification explicite du schéma est présent, une erreur surviendra si l'utilisateur n'a pas le droit requis sur le schéma nommé.

Le client doit être autorisé à accéder à toutes les tables et colonnes référencées, même si elles proviennent de vues qui ont été aplatis, pour pouvoir appliquer des règles de contrôles d'accès cohérentes indépendamment de la manière dont le contenu des tables est référencé.

Le système des droits de la base, par défaut, autorise les superutilisateurs de la base à modifier les catalogues systèmes en utilisant des commandes DML, et de référencer ou modifier les tables TOAST. Ces opérations sont interdites quand `sepgsql` est activé.

### F.35.5.3. Droits DDL

SELinux™ définit plusieurs droits pour contrôler les opérations standards pour chaque type d'objet : création, modification, suppression et changement du label de sécurité. De plus, certains types d'objet ont des droits spéciaux pour contrôler leur opérations caractéristiques : ajout ou suppression d'entrées dans un schéma particulier.

Créer un objet de bases de données nécessite le droit `create`. SELinux™ acceptera ou refusera ce droit en se basant sur le label de sécurité du client et sur le label de sécurité proposé pour le nouvel objet. Dans certains cas, des droits supplémentaires sont demandés :

- `CREATE DATABASE(7)` requiert en plus le droit `setattr` pour la base de données source ou modèle.
- Créer un schéma requiert en plus le droit `add_name` sur le schéma parent.
- Créer une table requiert en plus le droit de créer chaque colonne de la table, tout comme si chaque colonne de la table était un objet séparé de haut-niveau.
- Créer une fonction marquée `LEAKPROOF` requiert en plus le droit `install`. (Ce droit est aussi vérifié quand `LEAKPROOF` est configuré pour une fonction existante.)

Quand la commande `DROP` est exécutée, `drop` sera vérifié sur l'objet qui doit être supprimé. Permissions will be also checked for objects dropped indirectly via `CASCADE`. Deletion of objects contained within a particular schema (tables, views, sequences and procedures) additionally requires `remove_name` on the schema.

Quand la commande `ALTER` est exécutée, `setattr` sera vérifié sur l'objet en cours de modification pour chaque type d'objet, sauf pour les objets sous-jacents comme les index ou les triggers d'une table. Pour ces derniers, les droits sont vérifiés sur l'objet parent. Dans certains cas, des droits supplémentaires sont réclamés :

- Déplacer un objet vers un nouveau schéma réclame en plus le droit `remove_name` sur l'ancien schéma et le droit `add_name` sur le nouveau schéma.
- Configurer l'attribut `LEAKPROOF` sur une fonction requiert le droit `install`.

- Utiliser SECURITY LABEL(7) sur un objet requiert en plus le droit `relabelfrom` pour l'objet en conjonction avec son ancien label et le droit `relabelto` pour l'objet en conjonction avec son nouveau label. (Dans les cas où plusieurs fournisseurs de label sont installés et que l'utilisateur essaie de configurer un label de sécurité mais qui est géré par SELinux™, seul `setattr` peut être vérifié ici. Cela ne peut pas se faire actuellement à cause des restrictions de l'implémentation.)

#### F.35.5.4. Procédures de confiance

Les procédures de confiance sont similaires aux fonctions dont la sécurité est définie à la création ou aux commandes set-uid. SELinux™ propose une fonctionnalité qui permet d'autoriser un code de confiance à s'exécuter en utilisant un label de sécurité différent de celui du client, généralement pour donner un accès hautement contrôlé à des données sensibles (par exemple, des lignes peuvent être omises ou la précision des valeurs stockées peut être réduite). Que la fonction agisse ou pas comme une procédure de confiance est contrôlé par son label de sécurité et la politique de sécurité du système d'exploitation. Par exemple :

```
postgres=# CREATE TABLE customer (
 cid int primary key,
 cname text,
 credit text
);
CREATE TABLE
postgres=# SECURITY LABEL ON COLUMN customer.credit
 IS 'system_u:object_r:sepgsql_secret_table_t:s0';
SECURITY LABEL
postgres=# CREATE FUNCTION show_credit(int) RETURNS text
 AS 'SELECT regexp_replace(credit, '')[0-9]+$', ''-xxxx'', ''g''
 FROM customer WHERE cid = $1'
 LANGUAGE sql;
CREATE FUNCTION
postgres=# SECURITY LABEL ON FUNCTION show_credit(int)
 IS 'system_u:object_r:sepgsql_trusted_proc_exec_t:s0';
SECURITY LABEL
```

Les opérations ci-dessus doivent être réalisées par un utilisateur administrateur.

```
postgres=# SELECT * FROM customer;
ERROR: SELinux: security policy violation
postgres=# SELECT cid, cname, show_credit(cid) FROM customer;
 cid | cname | show_credit
-----+-----+
 1 | taro | 1111-2222-3333-xxxx
 2 | hanako | 5555-6666-7777-xxxx
(2 rows)
```

Dans ce cas, un utilisateur standard ne peut pas faire référence à `customer.credit` directement mais une procédure de confiance comme `show_credit` lui permet d'afficher le numéro de carte de crédit des clients, avec quelques chiffres masqués.

#### F.35.5.5. Transitions de domaine dynamique

Il est possible d'utiliser la fonctionnalité de transition de domaine dynamique de SELinux pour basculer le label de sécurité du processus client, le domaine client, vers un nouveau contexte, s'il s'avère que c'est autorisé par la politique de sécurité. Le domaine client a besoin du droit `setcurrent` ainsi que du droit `dyntransition` de l'ancien domaine vers le nouveau domaine.

Les transitions de domaine dynamique doivent être considérées avec attention car elles permettent aux utilisateurs de basculer leur label, et du coup leur droits, quand ils le souhaitent, plutôt que (dans le cas d'une procédure de confiance) lorsque c'est demandé par le système. Du coup, le droit `dyntransition` est seulement considéré sûr quand il est utilisé pour basculer vers un domaine avec un plus petit ensemble de droits que le domaine original. Par exemple :

```
regression=# select sepgsql_getcon();
 sepgsql_getcon

unconfined_u:unconfined_r:unconfined_t:s0-s0:c0.c1023
(1 row)

regression=# SELECT
```

```

sepgsql_setcon('unconfined_u:unconfined_r:unconfined_t:s0-s0:c1.c4');
sepgsql_setcon

t
(1 row)

regression=# SELECT
sepgsql_setcon('unconfined_u:unconfined_r:unconfined_t:s0-s0:c1.c1023');
ERROR: SELinux: security policy violation

```

Dans l'exemple ci-dessus, nous sommes autorisés à basculer du gros intervalle MCS `c1.c1023` vers l'intervalle `c1.c4` beaucoup plus petit. Par contre, la bascule inverse est interdite.

Une combinaison de transition de domaine dynamique et de procédure de confiance permet un cas d'utilisation intéressant qui correspond au cycle de vie typique d'un processus pour un logiciel de pooling de connexions. Même si votre pooler de connexions n'est pas autorisé à exécuter la plupart des commandes SQL, vous pouvez l'autoriser à basculer le label de sécurité du client en utilisant la fonction `sepgsql_setcon()` à l'intérieur d'une procédure de confiance. Après cela, cette session aura les droits de l'utilisateur cible plutôt que ceux du pooler de connexions. Le pooler de connexions peut ensuite annuler le changement du label de sécurité en utilisant de nouveau `sepgsql_setcon()` avec l'argument `NULL`, encore une fois en l'appelant à partir d'une procédure de confiance avec les droits appropriés. Le point ici est que seule la procédure de confiance a réellement le droit de modifier le label de sécurité en cours et ne le fait que si autorisé. Bien sûr, pour un traitement sécurisé, le stockage des autorisations (table, définition de procédure, ou autres) doit être protégé des accès non autorisés.

### F.35.6. Divers

Nous rejetons la commande `LOAD(7)` car tout module chargé pourrait facilement court-circuiter la politique de sécurité.

## F.35.6. Fonctions Sepgsql

Tableau F.30, « Fonctions Sepgsql » affiche la liste des fonctions disponibles.

**Tableau F.30. Fonctions Sepgsql**

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>sepgsql_getcon()</code> returns <code>text</code>           | Renvoie le domaine client, le label de sécurité actuel du client.                                                                                                                                                                                    |
| <code>sepgsql_setcon(text)</code> returns <code>bool</code>       | Bascule le domaine client de la session actuelle sur un autre domaine, si cela est autorisé par la politique de sécurité. Cette fonction accepte aussi <code>NULL</code> en entrée comme demande de transaction vers le domaine original du client.  |
| <code>sepgsql_mcstrans_in(text)</code> returns <code>text</code>  | Traduit l'intervalle MLS/MCS donné en un format brut si le démon <code>mcstrans</code> est en cours d'exécution.                                                                                                                                     |
| <code>sepgsql_mcstrans_out(text)</code> returns <code>text</code> | Traduit l'intervalle MCS/MCS brut donné en son format qualifié si le démon <code>mcstrans</code> est en cours d'exécution.                                                                                                                           |
| <code>sepgsql_restorecon(text)</code> returns <code>bool</code>   | Configure les labels de sécurité initiaux pour tous les objets à l'intérieur de la base de données actuelle. L'argument peut être <code>NULL</code> ou le nom d'un <code>specfile</code> à utiliser comme alternative du fichier système par défaut. |

### F.35.7. Limitations

#### Droits DDL

Dû aux restrictions d'implémentations, certaines opérations DDL ne vérifient pas les droits.

#### Droits DCL

Dû aux restrictions d'implémentations, les droits DCL ne vérifient pas les droits.

#### Contrôle d'accès au niveau ligne

PostgreSQL™ propose le contrôle d'accès au niveau ligne. Cependant, `sepgsql` ne le supporte pas.

#### Canaux cachés

`sepgsql` n'essaie pas de cacher l'existence d'un objet particulier, même si l'utilisateur n'est pas autorisé à y accéder. Par exemple, nous pouvons inférer l'existence d'un objet invisible suite à un conflit de clé primaire, à des violations de clés étran-

gées et ainsi de suite, même si nous ne pouvons pas accéder au contenu de ces objets. L'existence d'une table secrète ne peut pas être caché. Nous ne faisons que verrouiller l'accès à son contenu.

## F.35.8. Ressources externes

### *SE-PostgreSQL Introduction*

Cette page wiki fournit un bref aperçu, le concept de la sécurité, l'architecture, l'administration et les fonctionnalités futures.

### *Fedora SELinux User Guide*

Ce document fournit une connaissance large pour administrer SELinux™ sur vos systèmes. Il cible principalement Fedora mais n'y est pas limité.

### *Fedora SELinux FAQ*

Ce document répond aux questions fréquemment posées sur SELinux™. Il cible principalement Fedora mais n'y est pas limité.

## F.35.9. Auteur

KaiGai Kohei <kaigai@ak.jp.nec.com>

## F.36. spi

Le module spi fournit plusieurs exemples fonctionnels d'utilisation de SPI et des déclencheurs. Bien que ces fonctions aient un intérêt certain, elles sont encore plus utiles en tant qu'exemples à modifier pour atteindre ses propres buts. Les fonctions sont suffisamment généralistes pour être utilisées avec une table quelconque, mais la création d'un déclencheur impose que les noms des tables et des champs soient précisés (comme cela est décrit ci-dessous).

Chaque groupe de fonctions décrits ci-dessous est fourni comme une extension installable séparément.

### F.36.1. refint -- fonctions de codage de l'intégrité référentielle

`check_primary_key()` et `check_foreign_key()` sont utilisées pour vérifier les contraintes de clé étrangère. (Cette fonctionnalité est dépassée depuis longtemps par le mécanisme interne, mais le module conserve un rôle d'exemple.)

`check_primary_key()` vérifie la table de référence. Pour l'utiliser, on crée un déclencheur BEFORE INSERT OR UPDATE qui utilise cette fonction sur une table référençant une autre table. En arguments du déclencheur, on trouve : le nom de la colonne de la table référençant qui forme la clé étrangère, le nom de la table référencée et le nom de la colonne de la table référencée qui forme la clé primaire/unique. Il peut y avoir plusieurs colonnes. Pour gérer plusieurs clés étrangères, on crée un déclencheur pour chaque référence.

`check_foreign_key()` vérifie la table référencée. Pour l'utiliser, on crée un déclencheur BEFORE DELETE OR UPDATE qui utilise cette fonction sur une table référencée par d'autres tables. En arguments du déclencheur, on trouve : le nombre de tables référençant pour lesquelles la fonction réalise la vérification, l'action à exécuter si une clé de référence est trouvée (cascade -- pour supprimer une ligne qui référence, restrict -- pour annuler la transaction si des clés de référence existent, setnull -- pour initialiser les champs des clés référençant à NULL), les noms des colonnes de la table surveillées par le déclencheur, colonnes qui forment la clé primaire/unique, puis le nom de la table référençant et les noms des colonnes (répétés pour autant de tables référençant que cela est précisé par le premier argument). Les colonnes de clé primaire/unique doivent être marquées NOT NULL et posséder un index d'unicité.

Il y a des exemples dans `refint.example`.

### F.36.2. timetravel -- fonctions de codage du voyage dans le temps

Dans le passé, PostgreSQL™ disposait d'une fonctionnalité de voyage dans le temps, permettant de conserver l'heure d'insertion et de suppression de chaque ligne. Ce comportement peut être émulé en utilisant ces fonctions. Pour les utiliser, il faut ajouter deux champs de type abstime à la table pour stocker le moment où une ligne a été insérée (`start_date`) et le moment où elle a été modifiée/supprimée (`stop_date`) :

```
CREATE TABLE mytab (
 ...
 start_date abstime,
 stop_date abstime
 ...
);
```

Le nom des colonnes n'a aucune importance, mais dans ce chapitre, elles sont nommées start\_date et stop\_date.

À l'insertion d'une nouvelle ligne, start\_date doit normalement être initialisée à l'heure courante et stop\_date à infinity. Le déclencheur substitue automatiquement ces valeurs si les données insérées sont NULL pour ces colonnes. L'insertion de données explicitement non-NULL dans ces colonnes n'intervient qu'au rechargeement de données sauvegardées.

Les lignes pour lesquelles stop\_date vaut infinity sont des lignes « actuellement valides », et peuvent être modifiées. Les lignes dont stop\_date est fini ne peuvent plus être modifiées -- le déclencheur les protège. (Pour les modifier, il est nécessaire de désactiver le voyage dans le temps comme indiqué ci-dessous.)

Pour une ligne modifiable en mise à jour, seul stop\_date est modifié (positionné à l'heure courante) et une nouvelle ligne avec la donnée modifiée est insérée. Pour cette nouvelle ligne, start\_date est positionné à l'heure courante et stop\_date à infinity.

Une suppression ne supprime pas réellement la ligne mais positionne stop\_date à l'heure courante.

Pour trouver les lignes « actuellement valides », on ajoute la clause stop\_date = 'infinity' dans la condition WHERE de la requête. (Cela peut se faire au travers d'une vue.) De façon similaire, une requête peut être exécutée sur les lignes valides à un moment du passé si des conditions adéquates sont posées sur start\_date et stop\_date.

`timetravel()` est la fonction déclencheur générique associée à ce fonctionnement. On crée un déclencheur BEFORE INSERT OR UPDATE OR DELETE qui utilise cette fonction pour chaque table sur laquelle la fonctionnalité de voyage dans le temps est activée. Le déclencheur accepte deux arguments : les noms réels des colonnes start\_date et stop\_date. La fonction accepte jusqu'à trois arguments optionnels qui doivent faire référence à des colonnes de type text. Le déclencheur stocke le nom de l'utilisateur courant dans la première de ces colonnes lors d'un INSERT, dans la seconde lors d'un UPDATE et dans la troisième lors un DELETE.

`set_timetravel()` permet d'activer et de désactiver la fonctionnalité de voyage dans le temps pour une table. `set_timetravel('ma_table', 1)` l'active pour la table `ma_table`. `set_timetravel('ma_table', 0)` la désactive pour la table `ma_table`. Dans les deux cas, l'ancien statut est rapporté. Quand elle est désactivée, les colonnes start\_date et stop\_date peuvent être librement modifiées. Le statut actif/inactif est local à la session courante -- toute session commence avec cette fonctionnalité activée sur toutes les tables.

`get_timetravel()` renvoie l'état de la fonctionnalité du voyage dans le temps pour une table sans le modifier.

Il y a un exemple dans `timetravel.example`.

### F.36.3. autoinc -- fonctions pour l'incrémentation automatique d'un champ

`autoinc()` est un déclencheur qui stocke la prochaine valeur d'une séquence dans un champ de type integer. Cela recouvre quelque peu la fonctionnalité interne de la colonne « serial », mais ce n'est pas strictement identique : `autoinc()` surcharge les tentatives de substitution d'une valeur différente pour ce champ lors des insertions et, optionnellement, peut aussi être utilisé pour incrémenter le champ lors des mises à jour.

Pour l'utiliser, on crée un déclencheur BEFORE INSERT (ou en option BEFORE INSERT OR UPDATE) qui utilise cette fonction. Le déclencheur accepte deux arguments : le nom de la colonne de type integer à modifier et le nom de la séquence qui fournit les valeurs. (En fait, plusieurs paires de noms peuvent être indiquées pour actualiser plusieurs colonnes.)

Un exemple est fourni dans `autoinc.example`.

### F.36.4. insert\_username -- fonctions pour tracer les utilisateurs qui ont modifié une table

`insert_username()` est un déclencheur qui stocke le nom de l'utilisateur courant dans un champ texte. C'est utile pour savoir quel est le dernier utilisateur à avoir modifié une ligne particulière d'une table.

Pour l'utiliser, on crée un déclencheur BEFORE INSERT et/ou UPDATE qui utilise cette fonction. Le déclencheur prend pour seul argument le nom de la colonne texte à modifier.

Un exemple est fourni dans `insert_username.example`.

### F.36.5. moddatetime -- fonctions pour tracer la date et l'heure de la dernière modification

`moddatetime()` est un déclencheur qui stocke la date et l'heure de la dernière modification dans un champ de type timestamp. C'est utile pour savoir quand a eu lieu la dernière modification sur une ligne particulière d'une table.

Pour l'utiliser, on crée un déclencheur BEFORE UPDATE qui utilise cette fonction. Le déclencheur prend pour seul argument le nom de la colonne de type à modifier. La colonne doit être de type timestamp ou timestamp with time zone.

Un exemple est fourni dans `moddate/time.example`.

## F.37. `sslinfo`

Le module `sslinfo` fournit des informations sur le certificat SSL que le client actuel a fourni lors de sa connexion à PostgreSQL™. Le module est inutile (la plupart des fonctions renvoient NULL) si la connexion actuelle n'utilise pas SSL.

Cette extension ne se construira pas du tout sauf si l'installation était configurée avec `--with-openssl`.

### F.37.1. Fonctions

`ssl_is_used()` returns boolean

Renvoie TRUE si la connexion actuelle au serveur utilise SSL.

`ssl_version()` returns text

Renvoie le nom du protocole utilisé pour la connexion SSL (c'est-à-dire SSLv2, SSLv3 ou TLSv1).

`ssl_cipher()` returns text

Renvoie le nom du chiffrement utilisé pour la connexion SSL (par exemple DHE-RSA-AES256-SHA).

`ssl_client_cert_present()` returns boolean

Renvoie TRUE si le client actuel a présenté un certificat client SSL au serveur. (Le serveur pourrait être configuré pour réclamer un certificat client.)

`ssl_client_serial()` returns numeric

Renvoie un numéro de série du certificat actuel du client. La combinaison du numéro de série de certificat et du créateur du certificat garantit une identification unique du certificat (mais pas son propriétaire -- le propriétaire doit régulièrement changer ses clés et obtenir de nouveaux certifications à partir du créateur).

Donc, si vous utilisez votre propre CA et autorisez seulement les certificats de ce CA par le serveur, le numéro de série est le moyen le plus fiable (bien que difficile à retenir) pour identifier un utilisateur.

`ssl_client_dn()` returns text

Renvoie le sujet complet du certificat actuel du client, convertissant des données dans l'encodage actuel de la base de données. Nous supposons que si vous utilisez des caractères non ASCII dans le noms des certificats, votre base de données est capable de représenter ces caractères aussi. Si votre bases de données utilise l'encodage SQL\_ASCII, les caractères non ASCII seront représentés par des séquences UTF-8.

Le résultat ressemble à ceci : /CN=Somebody /C=Some country/O=Some organization.

`ssl_issuer_dn()` returns text

Renvoie le nom complet du créateur du certificat actuel du client, convertissant les données caractères dans l'encodage actuel de la base de données. Les conversions d'encodage sont gérées de la même façon que pour `ssl_client_dn`.

La combinaison de la valeur en retour de cette fonction avec le numéro de série du certificat identifie de façon unique le certificat.

Cette fonction est réellement utile si vous avez plus d'un certificat d'un CA de confiance dans le fichier `root.crt` de votre serveur, ou si ce CA a envoyé quelques certificats intermédiaires d'autorité.

`ssl_client_dn_field(fieldname text)` returns text

Cette fonction renvoie la valeur du champ spécifié dans le sujet du certificat, ou NULL si le champ n'est pas présent. Les noms du champ sont des constantes de chaîne qui sont converties dans des identificateurs d'objet ASN1 en utilisant la base de données des objets OpenSSL. Les valeurs suivantes sont acceptables :

```
commonName (alias CN)
surname (alias SN)
name
givenName (alias GN)
countryName (alias C)
localityName (alias L)
stateOrProvinceName (alias ST)
organizationName (alias O)
organizationUnitName (alias OU)
title
description
initials
postalCode
```

```
streetAddress
generationQualifier
description
dnQualifier
x500UniqueIdentifier
pseudonym
role
emailAddress
```

Tous ces champs sont optionnels, sauf *commonName*. L'inclusion des champs dépend entièrement de la politique de votre CA. Par contre, la signification des champs est strictement définie par les standards X.500 et X.509, donc vous ne pouvez pas leur donner des significations arbitraires.

`ssl_issuer_field(fieldname text) returns text`

Identique à `ssl_client_dn_field`, mais pour le créateur du certificat, plutôt que pour le sujet du certificat.

`ssl_extension_info() returns setof record`

Fournit des informations sur les extensions des certificats clients : nom de l'extension, valeur de l'extension, et s'il s'agit d'une extension critique.

## F.37.2. Auteur

Victor Wagner <[vitus@cryptocom.ru](mailto:vitus@cryptocom.ru)>, Cryptocom LTD

Dmitry Voronin <[carriingfate92@yandex.ru](mailto:carriingfate92@yandex.ru)>

E-Mail du groupe de développement Cryptocom OpenSSL : <[openssl@cryptocom.ru](mailto:openssl@cryptocom.ru)>

## F.38. tablefunc

Le module `tablefunc` inclut plusieurs fonctions permettant de renvoyer des tables (c'est-à-dire plusieurs lignes). Ces fonctions sont utiles directement et comme exemples sur la façon d'écrire des fonctions C qui renvoient plusieurs lignes.

### F.38.1. Fonctions

Tableau F.31, « Fonctions `tablefunc` » montre les fonctions fournies par le module `tablefunc`.

Tableau F.31. Fonctions `tablefunc`

| Fonction                                                          | Retour                              | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>normal_rand(int numvals, float8 mean, float8 stddev)</code> | <code>setof float8</code>           | Renvoie un ensemble de valeurs <code>float8</code> normalement distribuées                                                                                                                                                                                                                              |
| <code>crosstab(text sql)</code>                                   | <code>setof record</code>           | Renvoie une « table pivot » contenant les noms des lignes ainsi que <i>N</i> colonnes de valeur, où <i>N</i> est déterminé par le type de ligne spécifié par la requête appelant                                                                                                                        |
| <code>crosstabN(text sql)</code>                                  | <code>setof table_crosstab_N</code> | Produit une « table pivot » contenant les noms des lignes ainsi que <i>N</i> colonnes de valeurs. <code>crosstab2</code> , <code>crosstab3</code> et <code>crosstab4</code> sont prédefinies mais vous pouvez créer des fonctions <code>crosstabN</code> supplémentaires de la façon décrite ci-dessous |
| <code>crosstab(text source_sql, text category_sql)</code>         | <code>setof record</code>           | Produit une « table pivot » avec les colonnes des valeurs spécifiées par une autre requête                                                                                                                                                                                                              |
| <code>crosstab(text sql, int N)</code>                            | <code>setof record</code>           | Version obsolète de <code>crosstab(text)</code> . Le paramètre <i>N</i> est ignoré car le nombre de colonnes de valeurs est toujours déterminé par la requête appelante                                                                                                                                 |
| <code>connectby(text relname, text</code>                         | <code>setof record</code>           | Produit une représentation d'une structure                                                                                                                                                                                                                                                              |

| Fonction                                                                                                       | Retour | Description           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------|
| keyid_fld, text parent_keyid_fld [, text orderby_fld ], text start_with, int max_depth [, text branch_delim ]) |        | hiérarchique en arbre |

### F.38.1.1. `normal_rand`

```
normal_rand(int numvals, float8 mean, float8 stddev) returns setof float8
```

`normal_rand` produit un ensemble de valeurs distribuées au hasard (distribution gaussienne).

*numvals* est le nombre de valeurs que la fonction doit renvoyer. *mean* est la moyenne de la distribution normale des valeurs et *stddev* est la déviation standard de la distribution normale des valeurs.

Par exemple, cet appel demande 1000 valeurs avec une moyenne de 5 et une déviation standard de 3 :

```
test=# SELECT * FROM normal_rand(1000, 5, 3);
 normal_rand

 1.56556322244898
 9.10040991424657
 5.36957140345079
 -0.369151492880995
 0.283600703686639
 .
 .
 .
 4.82992125404908
 9.71308014517282
 2.49639286969028
(1000 rows)
```

### F.38.1.2. `crosstab(text)`

```
crosstab(text sql)
crosstab(text sql, int N)
```

La fonction `crosstab` est utilisée pour créer un affichage « pivot » où les données sont listées de gauche à droite plutôt que de haut en bas. Par exemple, avec ces données

```
row1 val11
row1 val12
row1 val13
...
row2 val21
row2 val22
row2 val23
...
```

l'affiche ressemble à ceci

```
row1 val11 val12 val13 ...
row2 val21 val22 val23 ...
...
```

La fonction `crosstab` prend un paramètre texte qui est une requête SQL produisant des données brutes formatées de la façon

habituelle et produit une table avec un autre formatage.

Le paramètre `sql` est une instruction SQL qui produit l'ensemble source des données. Cette instruction doit renvoyer une colonne `row_name`, une colonne `category` et une colonne `value`. `N` est un paramètre obsolète, ignoré quand il est fourni (auparavant, il devait correspondre au nombre de colonnes de valeurs en sortie, mais maintenant ceci est déterminé par la requête appelant).

Par exemple, la requête fournie peut produire un ensemble ressemblant à ceci :

| row_name | cat  | value |
|----------|------|-------|
| row1     | cat1 | val1  |
| row1     | cat2 | val2  |
| row1     | cat3 | val3  |
| row1     | cat4 | val4  |
| row2     | cat1 | val5  |
| row2     | cat2 | val6  |
| row2     | cat3 | val7  |
| row2     | cat4 | val8  |

La fonction `crosstab` déclare renvoyer un setof record, donc les noms et types réels des colonnes doivent être définis dans la clause `FROM` de l'instruction **SELECT** appelante. Par exemple : statement, for example:

```
SELECT * FROM crosstab('...') AS ct(row_name text, category_1 text, category_2 text);
```

Cet exemple produit un ensemble ressemblant à ceci :

| row_name | category_1 | category_2 |
|----------|------------|------------|
| row1     | val1       | val2       |
| row2     | val5       | val6       |

La clause `FROM` doit définir la sortie comme une colonne `row_name` (du même type que la première colonne du résultat de la requête SQL) suivie par `N` colonnes `value` (tous du même type de données que la troisième colonne du résultat de la requête SQL). Vous pouvez configurer autant de colonnes de valeurs en sortie que vous voulez. Les noms des colonnes en sortie n'ont pas d'importance en soi.

La fonction `crosstab` produit une ligne en sortie pour chaque groupe consécutif de lignes en entrée avec la même valeur `row_name`. Elle remplit les colonnes de `value`, de gauche à droite, avec les champs `value` provenant de ces lignes. S'il y a moins de lignes dans un groupe que de colonnes `value` en sortie, les colonnes supplémentaires sont remplies avec des valeurs `NULL` ; s'il y a trop de ligne, les colonnes en entrée supplémentaires sont ignorées.

En pratique, la requête SQL devrait toujours spécifier `ORDER BY 1, 2` pour s'assurer que les lignes en entrée sont bien ordonnées, autrement dit que les valeurs de même `row_name` sont placées ensemble et son correctement ordonnées dans la ligne. Notez que `crosstab` ne fait pas attention à la deuxième colonne du résultat de la requête ; elle est là pour permettre le tri, pour contrôler l'ordre dans lequel les valeurs de la troisième colonne apparaissent dans la page.

Voici un exemple complet :

```
CREATE TABLE ct(id SERIAL, rowid TEXT, attribute TEXT, value TEXT);
INSERT INTO ct(rowid, attribute, value) VALUES('test1','att1','val1');
INSERT INTO ct(rowid, attribute, value) VALUES('test1','att2','val2');
INSERT INTO ct(rowid, attribute, value) VALUES('test1','att3','val3');
INSERT INTO ct(rowid, attribute, value) VALUES('test1','att4','val4');
INSERT INTO ct(rowid, attribute, value) VALUES('test2','att1','val5');
INSERT INTO ct(rowid, attribute, value) VALUES('test2','att2','val6');
INSERT INTO ct(rowid, attribute, value) VALUES('test2','att3','val7');
INSERT INTO ct(rowid, attribute, value) VALUES('test2','att4','val8');

SELECT *
FROM crosstab(
 'select rowid, attribute, value
 from ct'
```

```

 where attribute = ''att2'' or attribute = ''att3''
 order by 1,2')
AS ct(row_name text, category_1 text, category_2 text, category_3 text);

row_name | category_1 | category_2 | category_3
-----+-----+-----+-----
test1 | val2 | val3 |
test2 | val6 | val7 |
(2 rows)

```

Vous pouvez toujours éviter d'avoir à écrire une clause FROM pour définir les colonnes en sortie, en définissant une fonction cross-tab personnalisée qui a le type de ligne désiré en sortie en dur dans sa définition. Ceci est décrit dans la prochaine section. Une autre possibilité est d'embarquer la clause FROM requise dans la définition d'une vue.



### Note

Voir aussi la commande `\crosstabview` dans psql. Elle fournit des fonctionnalités similaires à `crosstab()`.

#### F.38.1.3. `crosstabN(text)`

```
crosstabN(text sql)
```

Les fonctions `crosstabN` sont des exemples de configuration de fonctions d'emballage pour la fonction généraliste `crosstab`. Cela vous permet de ne pas avoir à écrire les noms et types des colonnes dans la requête `SELECT` appelante. Le module `tablefunc` inclut `crosstab2`, `crosstab3` et `crosstab4`, dont les types de ligne en sortie sont définis ainsi :

```

CREATE TYPE tablefunc_crosstab_N AS (
 row_name TEXT,
 category_1 TEXT,
 category_2 TEXT,
 .
 .
 .
 category_N TEXT
);

```

Du coup, ces fonctions peuvent être utilisées directement quand la requête en entrée produit des colonnes `row_name` et `value` de type `text`, et que vous voulez 2, 3 ou 4 colonnes de valeur en sortie. Autrement, elles se comportent exactement la fonction `crosstab` décrite précédemment.

L'exemple de la section précédente pourrait aussi fonctionner ainsi :

```

SELECT *
FROM crosstab3(
 'select rowid, attribute, value
 from ct
 where attribute = ''att2'' or attribute = ''att3''
 order by 1,2');

```

Ces fonctions sont fournies principalement comme exemples. Vous pouvez créer vos propres types de retour et fonctions basées sur la fonction `crosstab()`. Il existe deux façons de le faire :

- Créer un type composite décrivant les colonnes désirées en sortie, similaire aux exemples disponibles dans le fichier `contrib/tablefunc/tablefunc--1.0.sql`. Ensuite, définir un nom de fonction unique acceptant un paramètre de type `text` et renvoyant `setof nom_de_votre_type`, mais renvoyant à la fonction C `crosstab`. Par exemple, si votre source de données produit des noms de ligne qui sont de type `text`, et des valeurs qui sont de type `float8`, et que vous voulez cinq colonnes de valeurs :

```
CREATE TYPE my_crosstab_float8_5_cols AS (
```

```

 my_row_name text,
 my_category_1 float8,
 my_category_2 float8,
 my_category_3 float8,
 my_category_4 float8,
 my_category_5 float8
) ;

CREATE OR REPLACE FUNCTION crosstab_float8_5_cols(text)
RETURNS setof my_crosstab_float8_5_cols
AS '$libdir/tablefunc','crosstab' LANGUAGE C STABLE STRICT;

```

- Utiliser des paramètres OUT pour définir implicitement le type en retour. Le même exemple pourrait s'écrire ainsi :

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION crosstab_float8_5_cols(
 IN text,
 OUT my_row_name text,
 OUT my_category_1 float8,
 OUT my_category_2 float8,
 OUT my_category_3 float8,
 OUT my_category_4 float8,
 OUT my_category_5 float8)
RETURNS setof record
AS '$libdir/tablefunc','crosstab' LANGUAGE C STABLE STRICT;

```

#### F.38.1.4. `crosstab(text, text)`

```
crosstab(text source_sql, text category_sql)
```

La limite principale de la forme à un paramètre de `crosstab` est qu'elle traite toutes les valeurs d'un groupe de la même façon, en insérant chaque valeur dans la première colonne disponible. Si vous voulez les colonnes de valeur correspondant à des catégories spécifiques de données, et que certains groupes n'ont pas de données pour certaines des catégories, alors cela ne fonctionne pas. La forme à deux paramètres de la fonction `crosstab` gère ce cas en fournissant une liste explicite des catégories correspondant aux colonnes en sortie.

`source_sql` est une instruction SQL qui produit l'ensemble source des données. Cette instruction doit renvoyer une colonne `row_name`, une colonne `category` et une colonne `value`. Elle pourrait aussi avoir une ou plusieurs colonnes « extra ». La colonne `row_name` doit être la première. Les colonnes `category` et `value` doivent être les deux dernières colonnes, dans cet ordre. Toutes les colonnes entre `row_name` et `category` sont traitées en « extra ». Les colonnes « extra » doivent être les mêmes pour toutes les lignes avec la même valeur `row_name`.

Par exemple, `source_sql` produit un ensemble ressemblant à ceci :

```
SELECT row_name, extra_col, cat, value FROM foo ORDER BY 1;

row_name extra_col cat value
-----+-----+-----+
row1 extra1 cat1 val1
row1 extra1 cat2 val2
row1 extra1 cat4 val4
row2 extra2 cat1 val5
row2 extra2 cat2 val6
row2 extra2 cat3 val7
row2 extra2 cat4 val8
```

`category_sql` est une instruction SQL qui produit l'ensemble des catégories. Cette instruction doit renvoyer seulement une colonne. Cela doit produire au moins une ligne, sinon une erreur sera générée. De plus, cela ne doit pas produire de valeurs dupliquées, sinon une erreur sera aussi générée. `category_sql` doit ressembler à ceci :

```
SELECT DISTINCT cat FROM foo ORDER BY 1;
 cat
```

```

cat1
cat2
cat3
cat4
```

La fonction `crosstab` déclare renvoyer setof record, donc les noms et types réels des colonnes en sortie doivent être définis dans la clause FROM de la requête `SELECT` appelante, par exemple :

```
SELECT * FROM crosstab('...', '...')
AS ct(row_name text, extra text, cat1 text, cat2 text, cat3 text, cat4 text);
```

Ceci produira un résultat ressemblant à ceci :

| row_name | extra  | <== value columns ==> |      |      |      |
|----------|--------|-----------------------|------|------|------|
|          |        | cat1                  | cat2 | cat3 | cat4 |
| row1     | extra1 | val1                  | val2 |      | val4 |
| row2     | extra2 | val5                  | val6 | val7 | val8 |

La clause FROM doit définir le bon nombre de colonnes en sortie avec les bon types de données. S'il y a  $N$  colonnes dans le résultat de la requête `source_sql`, les  $N-2$  premiers d'entre eux doivent correspondre aux  $N-2$  premières colonnes en sortie. Les colonnes restantes en sortie doivent avoir le type de la dernière colonne du résultat de la requête. The remaining output columns `source_sql`, et il doit y en avoir autant que de lignes dans le résultat de la requête `category_sql`.

La fonction `crosstab` produit une ligne en sortie pour chaque groupe consécutif de lignes en entrée avec la même valeur `row_name`. La colonne en sortie `row_name` ainsi que toutes colonnes « extra » sont copiées à partir de la première ligne du groupe. Les colonnes `value` en sortie sont remplies avec les champs `value` à partir des lignes ayant une correspondance avec des valeurs `category`. Si la `category` d'une ligne ne correspond pas à une sortie de la requête `category_sql`, sa `value` est ignorée. Les colonnes en sortie dont la catégorie correspondante est absente de toute ligne en entrée du groupe sont remplies avec des valeurs NULL.

En pratique, la requête `source_sql` doit toujours spécifier ORDER BY 1 pour s'assurer que les valeurs du même `row_name` sont assemblées. Néanmoins, l'ordre des catégories dans un groupe n'est pas important. De plus, il est essentiel que l'ordre du résultat de la requête `category_sql` corresponde à l'ordre des colonnes spécifiées en sortie.

Voici deux exemples complets :

```
create table sales(year int, month int, qty int);
insert into sales values(2007, 1, 1000);
insert into sales values(2007, 2, 1500);
insert into sales values(2007, 7, 500);
insert into sales values(2007, 11, 1500);
insert into sales values(2007, 12, 2000);
insert into sales values(2008, 1, 1000);

select * from crosstab(
 'select year, month, qty from sales order by 1',
 'select m from generate_series(1,12) m'
) as (
 year int,
 "Jan" int,
 "Feb" int,
 "Mar" int,
 "Apr" int,
 "May" int,
 "Jun" int,
 "Jul" int,
 "Aug" int,
 "Sep" int,
 "Oct" int,
 "Nov" int,
 "Dec" int
```

```
);
year | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2007 | 1000 | 1500 | | | | | 500 | | | | 1500 | 2000
2008 | 1000 | | | | | | | | | | |
(2 rows)
```

```
CREATE TABLE cth(rowid text, rowdt timestamp, attribute text, val text);
INSERT INTO cth VALUES('test1','01 March 2003','temperature','42');
INSERT INTO cth VALUES('test1','01 March 2003','test_result','PASS');
INSERT INTO cth VALUES('test1','01 March 2003','volts','2.6987');
INSERT INTO cth VALUES('test2','02 March 2003','temperature','53');
INSERT INTO cth VALUES('test2','02 March 2003','test_result','FAIL');
INSERT INTO cth VALUES('test2','02 March 2003','test_startdate','01 March 2003');
INSERT INTO cth VALUES('test2','02 March 2003','volts','3.1234');

SELECT * FROM crosstab
(
 'SELECT rowid, rowdt, attribute, val FROM cth ORDER BY 1',
 'SELECT DISTINCT attribute FROM cth ORDER BY 1'
)
AS
(
 rowid text,
 rowdt timestamp,
 temperature int4,
 test_result text,
 test_startdate timestamp,
 volts float8
);
rowid | rowdt | temperature | test_result | test_startdate
| volts
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
test1 | Sat Mar 01 00:00:00 2003 | 42 | PASS |
| 2.6987
test2 | Sun Mar 02 00:00:00 2003 | 53 | FAIL | Sat Mar 01 00:00:00
2003 | 3.1234
(2 rows)
```

Vous pouvez créer des fonctions prédéfinies pour éviter d'avoir à écrire les noms et types des colonnes en résultat dans chaque requête. Voir les exemples dans la section précédente. La fonction C sous-jacente pour cette forme de crosstab est appelée `crosstab_hash`.

### F.38.1.5. connectby

```
connectby(text relname, text keyid_fld, text parent_keyid_fld
 [, text orderby_fld], text start_with, int max_depth
 [, text branch_delim])
```

La fonction `connectby` réalise un affichage de données hiérarchiques stockées dans une table. La table doit avoir un champ clé qui identifie de façon unique les lignes et un champ clé qui référence le parent de chaque ligne. `connectby` peut afficher le sous-arbre à partir de n'importe quelle ligne.

Tableau F.32, « Paramètres `connectby` » explique les paramètres.

**Tableau F.32. Paramètres `connectby`**

| Paramètre                     | Description                |
|-------------------------------|----------------------------|
| <code>relname</code>          | Nom de la relation source  |
| <code>keyid_fld</code>        | Nom du champ clé           |
| <code>parent_keyid_fld</code> | Nom du champ clé du parent |

| Paramètre           | Description                                                                |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <i>orderby_fld</i>  | Nom du champ des autres relations (optionnel)                              |
| <i>start_with</i>   | Valeur de la clé de la ligne de début                                      |
| <i>max_depth</i>    | Profondeur maximum pour la descente, ou zéro pour une profondeur illimitée |
| <i>branch_delim</i> | Chaîne pour séparer les clés des branches (optionnel)                      |

Les champs clé et clé du parent peuvent être de tout type mais ils doivent être du même type. Notez que la valeur *start\_with* doit être saisi comme une chaîne de caractères, quelque soit le type du champ clé.

La fonction `connectby` déclare renvoyer un setof record, donc les noms et types réels des colonnes en sortie doivent être définis dans la clause FROM de l'instruction **SELECT** appelante, par exemple :

```
SELECT * FROM connectby('connectby_tree', 'keyid', 'parent_keyid', 'pos', 'row2',
0, '~')
 AS t(keyid text, parent_keyid text, level int, branch text, pos int);
```

Des deux premières colonnes en sortie sont utilisées pour la clé de la ligne en cours et la clé de son parent ; elles doivent correspondre au type du champ clé de la table. La troisième colonne est la profondeur de l'arbre est doit être du type integer. Si un paramètre *branch\_delim* est renseigné, la prochaine colonne en sortie est l'affichage de la branche et doit être de type text. Enfin, si le paramètre *orderby\_fld* est renseigné, la dernière colonne en sortie est un numéro de série et doit être de type integer.

La colonne « branch » en sortie affiche le chemin des clés utilisé pour atteindre la ligne actuelle. Les clés sont séparées par la chaîne *branch\_delim* spécifiée. Si l'affichage des branches n'est pas voulu, omettez le paramètre *branch\_delim* et la colonne branche dans la liste des colonnes en sortie. and the branch column in the output column list.

Si l'ordre des relations du même parent est important, incluez le paramètre *orderby\_fld* pour indiquer par quel champ ordonner les relations. Ce champs doit être de tout type de données triable. La liste des colonnes en sortie doit inclure une colonne numéro de série de type integer si, et seulement si, *orderby\_fld* est spécifiée.

Les paramètres représentant table et noms de champs sont copiés tels quel dans les requêtes SQL que `connectby` génère en interne. Du coup, ajoutez des guillemets doubles si les noms utilisent majuscules et minuscules ou s'ils contiennent des caractères spéciaux. Vous pouvez aussi avoir besoin de qualifier le nom de la table avec le nom du schéma.

Dans les grosses tables, les performances seront faibles sauf si un index est créé sur le champ clé parent.

Il est important que la chaîne *branch\_delim* n'apparaisse pas dans les valeurs des clés, sinon `connectby` pourrait rapporter des erreurs de récursion infinie totalement erronées. Notez que si *branch\_delim* n'est pas fourni, une valeur par défaut ~ est utilisé pour des raisons de détection de récursion.

Voici un exemple :

```
CREATE TABLE connectby_tree(keyid text, parent_keyid text, pos int);

INSERT INTO connectby_tree VALUES('row1',NULL, 0);
INSERT INTO connectby_tree VALUES('row2','row1', 0);
INSERT INTO connectby_tree VALUES('row3','row1', 0);
INSERT INTO connectby_tree VALUES('row4','row2', 1);
INSERT INTO connectby_tree VALUES('row5','row2', 0);
INSERT INTO connectby_tree VALUES('row6','row4', 0);
INSERT INTO connectby_tree VALUES('row7','row3', 0);
INSERT INTO connectby_tree VALUES('row8','row6', 0);
INSERT INTO connectby_tree VALUES('row9','row5', 0);

-- with branch, without orderby_fld (order of results is not guaranteed)
SELECT * FROM connectby('connectby_tree', 'keyid', 'parent_keyid', 'row2', 0, '~')
 AS t(keyid text, parent_keyid text, level int, branch text);
keyid | parent_keyid | level | branch
-----+-----+-----+-----
row2 | | 0 | row2
row4 | row2 | 1 | row2~row4
row6 | row4 | 2 | row2~row4~row6
row8 | row6 | 3 | row2~row4~row6~row8
row5 | row2 | 1 | row2~row5
```

```

row9 | row5 | 2 | row2~row5~row9
(6 rows)

-- without branch, without orderby_fld (order of results is not guaranteed)
SELECT * FROM connectby('connectby_tree', 'keyid', 'parent_keyid', 'row2', 0)
AS t(keyid text, parent_keyid text, level int);
keyid | parent_keyid | level
-----+-----+-----+
row2 | | 0
row4 | row2 | 1
row6 | row4 | 2
row8 | row6 | 3
row5 | row2 | 1
row9 | row5 | 2
(6 rows)

-- with branch, with orderby_fld (notice that row5 comes before row4)
SELECT * FROM connectby('connectby_tree', 'keyid', 'parent_keyid', 'pos', 'row2', 0,
'~')
AS t(keyid text, parent_keyid text, level int, branch text, pos int);
keyid | parent_keyid | level | branch | pos
-----+-----+-----+-----+-----+
row2 | | 0 | row2 | 1
row5 | row2 | 1 | row2~row5 | 2
row9 | row5 | 2 | row2~row5~row9 | 3
row4 | row2 | 1 | row2~row4 | 4
row6 | row4 | 2 | row2~row4~row6 | 5
row8 | row6 | 3 | row2~row4~row6~row8 | 6
(6 rows)

-- without branch, with orderby_fld (notice that row5 comes before row4)
SELECT * FROM connectby('connectby_tree', 'keyid', 'parent_keyid', 'pos', 'row2', 0)
AS t(keyid text, parent_keyid text, level int, pos int);
keyid | parent_keyid | level | pos
-----+-----+-----+-----+
row2 | | 0 | 1
row5 | row2 | 1 | 2
row9 | row5 | 2 | 3
row4 | row2 | 1 | 4
row6 | row4 | 2 | 5
row8 | row6 | 3 | 6
(6 rows)

```

## F.38.2. Auteur

Joe Conway

## F.39. tcn

Le module `tcn` fournit une fonction trigger qui notifie les processus en écoute de changement sur toutes les tables sur lesquelles elle est attachée. Elle doit être utilisée dans un trigger AFTER et FOR EACH ROW.

Un seul paramètre peut être fourni à la fonction dans une instruction CREATE TRIGGER et il est optionnel. S'il est fourni, il sera utilisé comme nom de canal pour les notifications. S'il est omis, `tcn` sera utilisé comme nom de canal.

Le contenu des notifications consiste en le nom de la table, une lettre pour indiquer le type d'opération réalisée, et des paires nom de colonne/valeur pour les colonnes de la clé primaire. Chaque partie est séparée de la suivante par une virgule. Pour faciliter l'analyse en utilisant des expressions rationnelles, les noms de tables et de colonnes sont toujours entourés de guillemets doubles et les valeurs sont toujours entourées de guillemets simples. Les guillemets à l'intérieur sont doublés.

Voici un bref exemple d'utilisation de cette extension :

```

test=# create table tcndata
test-# (
test(# a int not null,
test(# b date not null,
test(# c text,

```

```

test(# primary key (a, b)
test(#);
CREATE TABLE
test=# create trigger tcndata_tcn_trigger
test-# after insert or update or delete on tcndata
test-# for each row execute procedure triggered_change_notification();
CREATE TRIGGER
test=# listen tcn;
LISTEN
test=# insert into tcndata values (1, date '2012-12-22', 'one'),
test-# (1, date '2012-12-23', 'another'),
test-# (2, date '2012-12-23', 'two');
INSERT 0 3
Asynchronous notification "tcn" with payload ""tcndata",I,"a"='1','b"='2012-12-22'"'
received from server process with PID 22770.
Asynchronous notification "tcn" with payload ""tcndata",I,"a"='1','b"='2012-12-23'"'
received from server process with PID 22770.
Asynchronous notification "tcn" with payload ""tcndata",I,"a"='2','b"='2012-12-23'"'
received from server process with PID 22770.
test=# update tcndata set c = 'uno' where a = 1;
UPDATE 2
Asynchronous notification "tcn" with payload ""tcndata",U,"a"='1','b"='2012-12-22'"'
received from server process with PID 22770.
Asynchronous notification "tcn" with payload ""tcndata",U,"a"='1','b"='2012-12-23'"'
received from server process with PID 22770.
test=# delete from tcndata where a = 1 and b = date '2012-12-22';
DELETE 1
Asynchronous notification "tcn" with payload ""tcndata",D,"a"='1','b"='2012-12-22'"'
received from server process with PID 22770.

```

## F.40. test\_decoding

test\_decoding est un exemple de plugin de sortie pour le décodage logique. Il ne fait rien de particulièrement utile, mais peut servir comme point de départ pour créer votre propre décodeur.

test\_decoding reçoit les journaux de transaction à travers les mécanismes de décodage logique, et les décode sous forme de représentation au format texte des opérations effectuées.

La sortie typique de ce plugin, utilisé sur l'interface de décodage logique SQL, serait :

```

postgres=# SELECT * FROM pg_logical_slot_get_changes('test_slot', NULL, NULL,
'include-xids', '0');
 location | xid | data
-----+-----+-----
 0/16D30F8 | 691 | BEGIN
 0/16D32A0 | 691 | table public.data: INSERT: id[int4]:2 data[text]:'arg'
 0/16D32A0 | 691 | table public.data: INSERT: id[int4]:3 data[text]:'demo'
 0/16D32A0 | 691 | COMMIT
 0/16D32D8 | 692 | BEGIN
 0/16D3398 | 692 | table public.data: DELETE: id[int4]:2
 0/16D3398 | 692 | table public.data: DELETE: id[int4]:3
 0/16D3398 | 692 | COMMIT
(8 rows)

```

## F.41. tsearch2

Le module tsearch2 fournit une compatibilité ascendante pour la fonctionnalité de recherche plein texte avec les applications qui ont utilisé tsearch2 avant que la recherche plein texte ne soit intégré au cœur de PostgreSQL™ dans la version 8.3.

### F.41.1. Problèmes de portabilité

Bien que les fonctionnalités de recherche plein texte intégrées au moteur sont basées sur tsearch2 et sont largement similaires à ce dernier, il existe un grand nombre de petites différences qui créent des problèmes de portabilités pour les applications existantes :

- Certains noms de fonctions ont été changés, par exemple `rank` en `ts_rank`. Le remplacement du module `tsearch2` fournit des alias utilisant les anciens noms.
- Les types de données et les fonctions de recherche existent tous dans le schéma système `pg_catalog`. Dans une installation utilisant `tsearch2`, ces objets auraient été créé dans le schéma `public` bien que certains utilisateurs ont choisi de les placer dans un schéma propre. Les références explicites de schéma échoueront donc dans tous les cas. Le remplacement du module `tsearch2` fournit des objets qui sont stockés dans `public` (ou un autre schéma si nécessaire) pour que les références en question fonctionnent.
- Le concept d'« analyseur courant » et de « dictionnaire courant » n'existe pas dans les fonctionnalités intégrées. Seule la configuration courante est disponible (via le paramètre `default_text_search_config`). Bien que l'analyseur courant et le dictionnaire courant étaient seulement utilisés par les fonctions de débogage, ceci pourrait être un obstacle de portage dans certains cas. Le module de remplacement `tsearch2` émule ces variables d'état et fournit des fonctions de compatibilité ascendante pour leur initialisation et leur récupération.

Il existe des problèmes qui ne sont pas adressés par le module de remplacement `tsearch2`, ce qui réclamera des modifications dans le code des applications :

- L'ancienne fonction trigger `tsearch2` permettait l'utilisation d'une liste d'arguments indiquant le nom des fonctions à appeler sur la donnée de type texte avant la conversion au format `tsvector`. Ceci a été supprimé car c'est une faille de sécurité. Il n'était pas possible de garantir que la fonction appelée était celle qui était voulue. L'approche recommandée si la donnée doit être traitée avant d'être indexée est d'écrire un trigger personnalisé qui fait le boulot lui-même.
- Les informations sur la configuration de la recherche plein texte ont été déplacées dans les catalogues système qui sont vraiment différents des tables utilisées par `tsearch2`. Toutes applications qui examinent ou modifient ces tables ont besoin d'être modifiées.
- Si une application a utilisé des configurations personnalisées de recherche plein texte, ces dernières devront être revues pour être placées dans les catalogues système en utilisant les nouvelles commandes SQL de configuration de la recherche plein texte. Le module de remplacement `tsearch2` offre un peu de support pour cela en permettant le chargement des anciennes tables de configuration de `tsearch2` avec PostgreSQL™ 8.3. (Sans ce module, il n'est pas possible de charger les données de configuration car les valeurs des colonnes `regprocedure` ne peuvent utiliser des fonctions.) Bien que ces tables de configuration ne *font* vraiment rien, au moins leur contenu sera disponible à la consultation lors de la configuration d'une configuration personnalisée dans 8.3.
- Les anciennes fonctions `reset_tsearch()` et `get_covers()` ne sont pas supportées.
- Le module de remplacement `tsearch2` ne définit pas d'alias d'opérateurs, se reposant entièrement sur les opérateurs internes. Ceci pose un problème seulement si une application utilise les noms d'opérateurs en les qualifiant du schéma, ce qui est très rare.

## F.41.2. Convertir une installation pré-8.3

La façon recommandée de mettre à jour une installation pré-8.3 qui utilise `tsearch2` est :

1. Faire une sauvegarde de l'ancienne installation de la façon habituelle, mais en s'assurant de ne pas utiliser l'option `-c` (option `--clean`) de `pg_dump` et `pg_dumpall`.
2. Dans la nouvelle installation, créez une ou plusieurs bases de données vides et installez le module de remplacement `tsearch2` dans chaque base qui utilise la recherche plein texte. Ceci doit être fait *avant* le chargement des données ! Si votre ancienne installation a placé les objets de `tsearch2` dans un autre schéma que `public`, assurez-vous d'ajuster la commande **CREATE EXTENSION** pour que les objets de remplacement soient créés dans ce même schéma.
3. Rechargez la sauvegarde. Il y aura quelques erreurs dûes à la restauration impossible d'objets du `tsearch2` original. Ces erreurs peuvent être ignorées mais cela signifie que vous ne pouvez pas restaurer la sauvegarde dans une transaction complète (autrement dit, vous ne pouvez pas utiliser l'option `-1` de `pg_restore`).
4. Examinez le contenu des tables de configuration restaurées de `tsearch2` (`pg_ts_cfg` et ainsi de suite), et créez les configurations internes de recherche plein texte nécessaire. Vous pouvez supprimer les anciennes tables de configuration une fois que vous avez extrait toutes les informations utiles.
5. Testez votre application.

Plus tard, si vous le souhaitez, vous pourrez renommer les références de l'application aux alias des objets internes pour que vous

puissez éventuellement déinstaller le module de remplacement `tsearch2`.

### F.41.3. Références

*Site de développement de Tsearch2*

## F.42. `tsm_system_rows`

Le module `tsm_system_rows` fournit la méthode d'échantillonage de table `SYSTEM_ROWS`, qui peut être utilisé dans la clause `TABLESAMPLE` d'une commande `SELECT(7)`.

Cette méthode d'échantillonnage accepte un argument de type entier correspondant au nombre maximum de lignes à lire. L'échantillon résultant contiendra toujours ce nombre exact de lignes, sauf si la table ne contient pas suffisamment de lignes, auquel cas la table entière est sélectionnée.

Comme la méthode interne `SYSTEM`, `SYSTEM_ROWS` réalise un échantillonnage au niveau des blocs de table, si bien que l'échantillonnage n'est pas complètement aléatoire mais peut être sensible à un effet de regroupement (*clustering*), surtout si un petit nombre de lignes est demandé.

`SYSTEM_ROWS` ne supporte pas la clause `REPEATABLE`.

### F.42.1. Exemples

Voici un exemple de sélection d'un échantillon d'une table avec `SYSTEM_ROWS`. Il faut tout d'abord installer l'extension :

```
CREATE EXTENSION tsm_system_rows;
```

Puis vous pouvez l'utiliser dans une commande `SELECT`, par exemple :

```
SELECT * FROM ma_table TABLESAMPLE SYSTEM_ROWS(100);
```

Cette commande renverra un échantillon de 100 lignes depuis la table `ma_table` (sauf si la table contient moins de 100 lignes visibles, auquel cas toutes les lignes sont renvoyées).

## F.43. `tsm_system_time`

Le module `tsm_system_time` fournit la méthode d'échantillonage de table `SYSTEM_TIME`, qui peut être utilisé par la clause `TABLESAMPLE` d'une commande `SELECT(7)`.

Cette méthode d'échantillonnage d'une table accepte un unique argument, de type nombre à virgule flottante, correspondant au nombre maximum de millisecondes passé à lire la table. Ceci vous donne un contrôle direct sur la durée de la requête, au prix d'une taille d'échantillon difficile à prédire. Ce résultat contiendra autant de lignes qu'il a été possible d'en lire pendant la durée spécifiée, sauf si la table a pu être lue entièrement avant.

De la même façon que la méthode interne `SYSTEM`, `SYSTEM_TIME` réalise un échantillonnage au niveau des blocs de table, si bien que l'échantillonnage n'est pas complètement aléatoire mais peut être sensible à un effet de regroupement (*clustering*), surtout si un petit nombre de lignes est sélectionné.

`SYSTEM_TIME` ne supporte pas la clause `REPEATABLE`.

### F.43.1. Exemples

Voici un exemple de sélection d'un échantillon d'une table avec `SYSTEM_TIME`. Il faut tout d'abord installer l'extension :

```
CREATE EXTENSION tsm_system_time;
```

Puis vous pouvez l'utiliser dans une commande `SELECT`, par exemple :

```
SELECT * FROM ma_table TABLESAMPLE SYSTEM_TIME(1000);
```

Cette commande renverra autant de lignes de `ma_table` qu'il a pu en lire en une seconde (1000 millisecondes). Bien sûr, si toute la table peut être lue en moins d'une seconde, toutes les lignes seront renvoyées.

## F.44. `unaccent`

`unaccent` est un dictionnaire de recherche plein texte qui supprime les accents d'un lexème. C'est un dictionnaire de filtre, ce qui signifie que sa sortie est passée au prochain dictionnaire (s'il y en a un), contrairement au comportement normal des dictionnaires.

Cela permet le traitement des accents pour la recherche plein texte.

L'implémentation actuelle d'unaccent ne peut pas être utilisée comme un dictionnaire de normalisation pour un dictionnaire thesaurus.

## F.44.1. Configuration

Le dictionnaire unaccent accepte les options suivantes :

- RULES est le nom de base du fichier contenant la liste des règles de traduction. Ce fichier doit être stocké dans le répertoire \$SHAREDIR/tsearch\_data/ (\$SHAREDIR étant le répertoire des données partagées de PostgreSQL™). Son nom doit se terminer avec l'extension .rules (qui ne doit pas être inclus dans le paramètre RULES).

Le fichier des règles a le format suivant :

- Chaque ligne représente une règle de traduction, consistant en un caractère avec accent, suivi d'un caractère sans accent. Le premier est traduit avec le second. Par exemple :

```
À A
Á A
Â A
Ã A
Ä A
Å A
Æ AE
```

Les deux caractères doivent être séparés par des espaces blancs, et tout espace blanc au début et à la fin d'une ligne est ignoré.

- Sinon, si seulement un caractère est donné sur une ligne, les occurrences de ce caractère sont supprimées. Ceci est utile dans les langues où les accents sont représentés par des caractères séparés.
- Actuellement, chaque caractère peut être une chaîne ne contenant pas d'espace blanc, pour que les dictionnaires unaccent puissent être utilisés pour d'autres types de substitutions de sous-chaînes au delà des suppressions de signes diacritiques.
- Comme avec d'autres fichiers de configuration de la recherche plein texte avec PostgreSQL™, le fichier de règles doit être stocké dans l'encodage UTF-8. Les données sont automatiquement traduites dans l'encodage courant de la base de données lors du chargement. Toute ligne contenant des caractères non traduisibles est ignorée silencieusement, de façon à ce que les fichiers de règles puissent contenir des règles qui ne sont pas applicables dans l'encodage courant.

Un exemple plus complet, qui est directement utile pour les langages européens, se trouve dans unaccent.rules, qui est installé dans le répertoire \$SHAREDIR/tsearch\_data/ une fois le module unaccent installé. Ce fichier de règles traduit les caractères avec accent vers le même caractère sans accent. Il étend aussi les ligatures en une série équivalente de caractères simples (par exemple, Æ devient AE).

## F.44.2. Utilisation

Installer l'extension unaccent crée un modèle de recherche de texte appelé unaccent et un dictionnaire basé sur ce modèle, appelé lui-même unaccent. Le dictionnaire unaccent a le paramètre par défaut RULES='unaccent', qui le rend directement utilisable avec le fichier standard unaccent.rules. Si vous le souhaitez, vous pouvez modifier le paramètre. Par exemple :

```
ma_base=# ALTER TEXT SEARCH DICTIONARY unaccent (RULES='mes_regles');
```

Vous pouvez aussi créer des nouveaux dictionnaires basés sur le modèle.

Pour tester le dictionnaire, vous pouvez essayer la requête suivante :

```
ma_base=# select ts_lexize('unaccent', 'Hôtel');
ts_lexize

{Hotel}
(1 row)
```

Voici un exemple montrant comment installer le dictionnaire unaccent dans une configuration de recherche plein texte :

```

ma_base=# CREATE TEXT SEARCH CONFIGURATION fr (COPY = french);
ma_base=# ALTER TEXT SEARCH CONFIGURATION fr
 ALTER MAPPING FOR hword, hword_part, word
 WITH unaccent, french_stem;
ma_base=# select to_tsvector('fr','Hôtels de la Mer');
 to_tsvector

 'hotel':1 'mer':4
(1 row)

ma_base=# select to_tsvector('fr','Hôtel de la Mer') @@ to_tsquery('fr','Hotels');
?column?

 t
(1 row)
ma_base=# select ts_headline('fr','Hôtel de la Mer',to_tsquery('fr','Hotels'));
 ts_headline

 Hôtelde la Mer
(1 row)

```

### F.44.3. Fonctions

La fonction `unaccent()` supprime les accents d'une chaîne de caractères donnée. Il utilise un dictionnaire de type `unaccent` mais il peut être utilisé en dehors du contexte normal de la recherche plein texte.

```
unaccent([dictionary,] string) returns text
```

Si l'argument `dictionary` est omis, `unaccent` est supposé.

```

SELECT unaccent('unaccent','Hôtel');
SELECT unaccent('Hôtel');
```

## F.45. uuid-ossp

Le module `uuid-ossp` fournit des fonctions qui permettent de créer des identifiants uniques universels (UUIDs) à l'aide d'algorithme standard. Ce module fournit aussi des fonctions pour produire certaines constantes UUID spéciales.

### F.45.1. Fonctions de `uuid-ossp`

Tableau F.33, « Fonctions pour la génération d'UUID » montre les fonctions disponibles pour générer des UUIDs. Les standards en question, ITU-T Rec. X.667, ISO/IEC 9834-8:2005 et RFC 4122, spécifient quatre algorithmes pour produire des UUID identifiés par les numéros de version 1, 3, 4 et 5. (Il n'existe pas d'algorithme version 2.) Chacun de ces algorithmes peut convenir pour un ensemble différent d'applications.

**Tableau F.33. Fonctions pour la génération d'UUID**

| Fonction                                            | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>uuid_generate_v1()</code>                     | Cette fonction crée un UUID version 1. Ceci implique l'adresse MAC de l'ordinateur et un horodatage. Les UUID de ce type révèlent l'identité de l'ordinateur qui a créé l'identifiant et l'heure de création de cet identifiant, ce qui peut ne pas convenir pour certaines applications sensibles à la sécurité. |
| <code>uuid_generate_v1mc()</code>                   | Cette fonction crée un UUID version 1, mais utilise une adresse MAC multicast à la place de la vraie adresse de l'ordinateur.                                                                                                                                                                                     |
| <code>uuid_generate_v3(namespace uuid, name)</code> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| Fonction                                      | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| text)                                         | <p>Cette fonction crée un UUID version 3 dans l'espace de nom donné en utilisant le nom indiqué en entrée. L'espace de nom doit être une des constantes spéciales produites par les fonctions <code>uuid_ns_*</code>( ) indiquées dans Tableau F.34, « Fonctions renvoyant des constantes UUID ». (En théorie, cela peut être tout UUID.) Le nom est un identifiant dans l'espace de nom sélectionné.</p> <p>Par exemple :</p> <pre>SELECT   uuid_generate_v3(uuid_ns_url(),   'http://www.postgresql.org');</pre> <p>Le paramètre name sera haché avec MD5, donc la version claire ne peut pas être récupérée à partir de l'UUID généré. La génération des UUID par cette méthode ne comprend aucun élément au hasard ou dépendant de l'environnement et est du coup reproductible.</p> |
| <code>uuid_generate_v4()</code>               | Cette fonction crée un UUID version 4 qui est entièrement réalisé à partir de nombres aléatoires.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <code>uuid_generate_v5(namespace text)</code> | Cette fonction crée un UUID version 5 qui fonctionne comme un UUID version 3 sauf que SHA-1 est utilisé comme méthode de hachage. La version 5 devrait être préférée à la version 3 car SHA-1 est considéré plus sécurisé que MD5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

**Tableau F.34. Fonctions renvoyant des constantes UUID**

|                             |                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>uuid_nil()</code>     | Une constante UUID « nil », qui ne correspond pas à un UUID réel.                                                                                                     |
| <code>uuid_ns_dns()</code>  | Constante désignant l'espace de nom pour les UUID.                                                                                                                    |
| <code>uuid_ns_url()</code>  | Constante désignant l'espace de nom URL pour les UUID.                                                                                                                |
| <code>uuid_ns_oid()</code>  | Constante désignant l'espace de nom des identifiants d'objets ISO pour les UUIDs. (Ceci aboutit aux OID ASN.1, mais n'a pas de relation avec les OID de PostgreSQL™.) |
| <code>uuid_ns_x500()</code> | Constante désignant l'espace de nom « X.500 distinguished name » (DN) pour les UUID.                                                                                  |

## F.45.2. Construire `uuid-ossp`

Historiquement, ce module dépendant de la bibliothèque OSSP UUID, d'où provient le nom de ce module. Bien que la bibliothèque OSSP UUID soit toujours disponible sur <http://www.ossp.org/pkg/lib/uuid/>, elle n'est pas correctement maintenue, et devient de plus en plus difficile à porter vers de nouvelles plateformes. `uuid-ossp` peut maintenant être construit sans la bibliothèque OSSP sur certaines plateformes. Sur FreeBSD, NetBSD et certains dérivés BSD, les fonctions de création UUID sont incluses dans la bibliothèque `libc`. Sur Linux, OS X et quelques autres plateformes, les fonctions convenables sont fournies avec la bibliothèque `libuuid`, qui vient à l'origine du projet `e2fsprogs` (bien que sur les Linux modernes, il est considéré comme faisant partie de `util-linux-ng`). Lors de l'appel à `configure`, spécifiez `--with-uuid=bsd` pour utiliser les fonctions BSD ou `--with-uuid=e2fs` pour utiliser la `libuuid` de `e2fsprogs` ou encore `--with-uuid=ossp` pour utiliser la bibliothèque OSSP UUID. More than one of these libraries might be available on a particular machine, so `configure` does not automatically choose one.

**Note**

If you only need randomly-generated (version 4) UUIDs, consider using the `gen_random_uuid()` function from the pgcrypto module instead.

**F.45.3. Auteur**

Peter Eisentraut <[peter\\_e@gmx.net](mailto:peter_e@gmx.net)>

**F.46. xml2**

Le module `xml2` fournit des fonctionnalités pour les requêtes XPath et pour XSLT.

**F.46.1. Notice d'obsolescence**

À partir de PostgreSQL™ 8.3, les fonctionnalités XML basées sur le standard SQL/XML sont dans le cœur du serveur. Cela couvre la vérification de la syntaxe XML et les requêtes XPath, ce que fait aussi ce module (en dehors d'autres choses) mais l'API n'est pas du tout compatible. Il est prévu que ce module soit supprimé dans une future version de PostgreSQL pour faire place à une nouvelle API standard, donc vous êtes encouragés à convertir vos applications. Si vous trouvez que des fonctionnalités de ce module ne sont pas disponibles dans un format adéquat avec la nouvelle API, merci d'expliquer votre problème sur la liste <[pgsql-hackers@postgresql.org](mailto:pgsql-hackers@postgresql.org)> pour que ce problème soit corrigé.

**F.46.2. Description des fonctions**

Tableau F.35, « Fonctions » montre les fonctions fournies par ce module. Ces fonctions fournissent une analyse XML et les requêtes XPath. Tous les arguments sont du type `text`, ce n'est pas affiché pour que ce soit plus court.

**Tableau F.35. Fonctions**

| Fonction                                                     | Retour              | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>xml_is_well_formed(document)</code>                    | <code>bool</code>   | Ceci analyse un document fourni comme argument au format <code>text</code> et renvoie true si le document est du XML bien formé (notez qu'avant PostgreSQL 8.2, cette fonction était appelée <code>xml_valid()</code> ). C'est un mauvais nom car un document bien formé n'est pas forcément un document valide en XML. L'ancien nom est toujours disponible mais est obsolète.)                            |
| <code>xpath_string(document, query)</code>                   | <code>text</code>   | Ces fonctions évaluent la requête XPath à partir du document fourni, et convertie le résultat dans le type spécifié.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <code>xpath_number(document, query)</code>                   | <code>float4</code> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <code>xpath_bool(document, query)</code>                     | <code>bool</code>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <code>xpath_nodeset(document, query, toptag, itemtag)</code> | <code>text</code>   | Cette fonction évalue la requête sur le document et enveloppe le résultat dans des balises XML. Si le résultat a plusieurs valeurs, la sortie ressemblera à ceci :<br><br><pre>&lt;toptag&gt; &lt;itemtag&gt;Valeur 1 qui pourrait être un fragment XML&lt;/itemtag&gt; &lt;itemtag&gt;Valeur 2....&lt;/itemtag&gt; &lt;/toptag&gt;</pre> <p>Si <code>toptag</code> et/ou <code>itemtag</code> sont des</p> |

| Fonction                                | Retour | Description                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |        | chaînes vides, la balise adéquate est omise.                                                                                                             |
| xpath_nodeset(document, query)          | text   | Comme xpath_nodeset(document,query,toptag,itemtag) mais le résultat omet les balises.                                                                    |
| xpath_nodeset(document, query, itemtag) | text   | Comme xpath_nodeset(document,query,toptag,itemtag) mais le résultat omet les balises.                                                                    |
| xpath_list(document, query, separator)  | text   | Cette fonction renvoie plusieurs valeurs séparées par le caractère indiqué, par exemple Valeur 1,Valeur 2,Valeur 3 si le séparateur est une virgule (,). |
| xpath_list(document, query)             | text   | Ceci est un emballage de la fonction ci-dessus avec la virgule comme séparateur.                                                                         |

### F.46.3. xpath\_table

```
xpath_table(text key, text document, text relation, text xpaths, text criteria)
returns setof record
```

xpath\_table est une fonction SRF qui évalue un ensemble de requêtes XPath sur chaque ensemble de documents et renvoie les résultats comme une table. Le champ de clé primaire de la table des documents est renvoyé comme première colonne des résultats pour que les résultats puissent être utilisés dans des jointures. Les paramètres sont décrits dans Tableau F.36, « Paramètres de xpath\_table ».

Tableau F.36. Paramètres de xpath\_table

| Paramètre | Description                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| key       | Le nom du champ de la clé primaire (« key »). C'est simplement le champ à utiliser comme première colonne de la table en sortie, autrement dit celle qui identifie l'enregistrement (voir la note ci-dessous sur les valeurs multiples). |
| document  | Le nom du champ contenant le document XML.                                                                                                                                                                                               |
| relation  | Le nom de la table ou de la vue contenant les documents.                                                                                                                                                                                 |
| xpaths    | Une ou plusieurs expressions XPath séparées par des                                                                                                                                                                                      |
| criteria  | Le contenu de la clause WHERE. Elle doit être spécifiée, donc utilisez true ou 1=1 si vous voulez traiter toutes les lignes de la relation.                                                                                              |

Ces paramètres (en dehors des chaînes XPath) sont simplement substitués dans une instruction SELECT, donc vous avez de la flexibilité. L'instruction est celle qui suit :

```
SELECT <key>, <document> FROM <relation> WHERE <criteria>
```

Donc les paramètres peuvent être *tout* ce qui est valide dans ces emplacements particuliers. Le résultat de ce SELECT a besoin de renvoyer exactement deux colonnes (ce qu'il fera sauf si vous essayez d'indiquer plusieurs champs pour la clé ou le document). Cette approche simpliste implique que vous validiez avant tout valeur fournie par un utilisateur pour éviter les attaques par injection de code SQL.

La fonction doit être utilisée dans une expression FROM avec une clause AS pour indiquer les colonnes en sortie. Par exemple :

```
SELECT * FROM
xpath_table('article_id',
 'article_xml',
 'articles',
 '/article/author|/article/pages|/article/title',
 'date_entered > ''2003-01-01'''')
AS t(article_id integer, author text, page_count integer, title text);
```

La clause AS définit les noms et types des colonnes de la table en sortie. La première est le champ « key » et le reste correspond à la requête XPath. S'il y a plus de requêtes XPath que de colonnes résultats, les requêtes supplémentaires seront ignorées. S'il y a plus de colonnes résultats que de requêtes XPath, les colonnes supplémentaires seront NULL.

Notez que cet exemple définit la colonne résultat page\_count en tant qu'entier (integer). La fonction gère en interne les représentations textes, donc quand vous dites que vous voulez un entier en sortie, il prendra la représentation texte du résultat XPath et utilisera les fonctions en entrée de PostgreSQL pour la transformer en entier (ou tout type que la clause AS réclame). Vous obtiendrez une erreur s'il ne peut pas le faire -- par exemple si le résultat est vide -- donc rester sur du texte est préférable si vous pensez que vos données peuvent poser problème.

L'instruction SELECT n'a pas besoin d'être un SELECT \*. Elle peut référencer les colonnes par nom ou les joindre à d'autres tables. La fonction produit une table virtuelle avec laquelle vous pouvez réaliser toutes les opérations que vous souhaitez (c'est-à-dire agrégation, jointure, tri, etc.) Donc nous pouvons aussi avoir :

```
SELECT t.title, p.fullname, p.email
FROM xpath_table('article_id', 'article_xml', 'articles',
 '/article/title|/article/author/@id',
 'xpath_string(article_xml,''/article/@date'') > ''2003-03-20'''')
AS t(article_id integer, title text, author_id integer),
tblPeopleInfo AS p
WHERE t.author_id = p.person_id;
```

comme exemple plus compliqué. Bien sûr, vous pouvez placer tout ceci dans une vue pour une utilisation plus simple.

#### F.46.3.1. Résultats à plusieurs valeurs

La fonction xpath\_table suppose que les résultats de chaque requête XPath ramènent plusieurs valeurs, donc le nombre de lignes renvoyées par la fonction pourrait ne pas être le même que le nombre de documents en entrée. La première ligne renvoyée contient le premier résultat de chaque requête, la deuxième le second résultat de chaque requête. Si une des requêtes a moins de valeur que les autres, des valeurs NULL seront renvoyées.

Dans certains cas, un utilisateur saura qu'une requête XPath renverra seulement un seul résultat, peut-être un identifiant unique de document) -- si elle est utilisée avec une requête XPath renvoyant plusieurs résultats, le résultat sur une ligne apparaîtra seulement sur la première ligne du résultat. La solution à cela est d'utiliser le champ clé pour une jointure avec une requête XPath. Comme exemple :

```
CREATE TABLE test (
 id int PRIMARY KEY,
 xml text
);

INSERT INTO test VALUES (1, '<doc num="C1">
<line num="L1"><a>12<c>3</c></line>
<line num="L2"><a>1122<c>33</c></line>
</doc>');

INSERT INTO test VALUES (2, '<doc num="C2">
<line num="L1"><a>111222<c>333</c></line>
<line num="L2"><a>111222<c>333</c></line>
</doc>');

SELECT * FROM
xpath_table('id','xml','test',
 '/doc/@num|/doc/line/@num|/doc/line/a|/doc/line/b|/doc/line/c',
```

```

 'true')
AS t(id int, doc_num varchar(10), line_num varchar(10), val1 int4, val2 int4,
val3 int4)
WHERE id = 1 ORDER BY doc_num, line_num

id | doc_num | line_num | val1 | val2 | val3
---+-----+-----+-----+-----+
1 | C1 | L1 | 1 | 2 | 3
1 | | L2 | 11 | 22 | 33

```

Pour obtenir doc\_num sur chaque ligne, la solution est d'utiliser deux appels à `xpath_table` et joindre les résultats :

```

SELECT t.* , i.doc_num FROM
xpath_table('id', 'xml', 'test',
 '/doc/line/@num|/doc/line/a|/doc/line/b|/doc/line/c',
 'true')
AS t(id int, line_num varchar(10), val1 int4, val2 int4, val3 int4),
xpath_table('id', 'xml', 'test', '/doc/@num', 'true')
AS i(id int, doc_num varchar(10))
WHERE i.id=t.id AND i.id=1
ORDER BY doc_num, line_num;

id | line_num | val1 | val2 | val3 | doc_num
---+-----+-----+-----+-----+
1 | L1 | 1 | 2 | 3 | C1
1 | L2 | 11 | 22 | 33 | C1
(2 rows)

```

## F.46.4. Fonctions XSLT

Les fonctions suivantes sont disponibles si libxslt est installé.

### F.46.4.1. `xslt_process`

```
xslt_process(text document, text stylesheet, text paramlist) returns text
```

Cette fonction applique la feuille de style XSLT au document et renvoie le résultat transformé. Le paramètre `paramlist` est une liste de paramètres à utiliser dans la transformation, spécifiée sous la forme 'a=1,b=2'. Notez que l'analyse des paramètres est simpliste : les valeurs des paramètres ne peuvent pas contenir de virgules !

Il existe aussi une version de `xslt_process` à deux paramètres qui ne passe pas de paramètres pour la transformation.

## F.46.5. Auteur

John Gray <jgray@azuli.co.uk>

Le développement de ce module a été sponsorisé par Torchbox Ltd. ([www.torchbox.com](http://www.torchbox.com)) Il utilise la même licence BSD que PostgreSQL.

---

# Annexe G. Programmes supplémentaires fournis

Cette annexe et la précédente contiennent des informations sur les modules disponibles dans le répertoire `contrib` de la distribution PostgreSQL™. Voir Annexe F, Modules supplémentaires fournis pour plus d'informations sur la section `contrib` en général et sur les extensions et plug-ins serveurs disponibles spécifiquement dans `contrib`.

Cette annexe couvre les programmes outils disponibles dans `contrib`. Une fois installés, soit à partir des sources soit à partir du système de gestion des paquets, ils sont disponibles dans le répertoire `bin` de l'installation PostgreSQL™ et peuvent être utilisés comme n'importe quel autre programme.

## G.1. Applications clients

Cette section couvre les applications clients PostgreSQL™ du répertoire `contrib`. Elles peuvent être exécutées n'importe où, indépendamment du serveur hôte de la base de données. Voir aussi Applications client de PostgreSQL pour des informations sur les applications clients qui font partie du cœur de PostgreSQL™.

## Nom

oid2name — résoudre les OID et les noms de fichiers dans le répertoire des données de PostgreSQL™

## Synopsis

`oid2name [option...]`

## Description

oid2name est un outil qui aide les administrateurs à examiner la structure des fichiers utilisée par PostgreSQL. Pour l'utiliser, vous devez être connaitre la structure de fichiers utilisée de la base de données. Elle est décrite dans Chapitre 65, Stockage physique de la base de données.



### Note

Le nom « oid2name » est historique, et est maintenant plutôt contradictoire car la plupart du temps, quand vous l'utiliserez, vous aurez besoin de connaître les numéros filenode des tables (qui sont le nom des fichiers visibles dans les répertoires des bases de données). Assurez-vous de bien comprendre la différence entre les OID des tables et leur filenode !

oid2name se connecte à une base de données cible et extrait OID, filenode, et/ou nom de table. Vous pouvez aussi afficher les OID des bases et des tablespaces.

## Options

oid2name accepte les arguments suivants en ligne de commande :

- f *filenode***  
affiche des informations sur la table identifiée par *filenode*
- i**  
inclus les index et séquences dans la liste
- o *oid***  
affiche des informations sur la table d'OID *oid*
- q**  
ommet les en-têtes (utile pour scripter)
- s**  
affiche les OID des tablespaces
- S**  
inclus les objets systèmes (ceux compris dans les schémas `information_schema`, `pg_toast` et `pg_catalog`)
- t *motif\_nom\_table***  
affiche des informations sur les tables dont le nom correspond au motif *motif\_nom\_table*
- V, --version**  
Affiche la version d'oid2name, puis quitte.
- x**  
affiche plus d'informations sur chaque objet affiché : nom du tablespace, nom du schéma et OID
- ?, --help**  
Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de oid2name, puis quitte.

oid2name accepte aussi les arguments suivants sur la ligne de commande, en tant que paramètres de connexion :

- d *nom\_base***  
base de données où se connecter
- H *hôte***  
hôte du serveur de base de données
- p *port***

port du serveur de base de données

**-U nom\_utilisateur**

nom d'utilisateur pour la connexion

**-P mot\_de\_passe**

mot de passe (obsolète -- placer cette information sur la ligne de commande introduit un risque de sécurité)

Pour afficher des tables spécifiques, sélectionnez les tables à afficher en utilisant **-o**, **-f** et/ou **-t**. **-o** prend un OID, **-f** prend un filenode, et **-t** prend un nom de table (en fait, c'est un modèle de type LIKE, donc vous pouvez utiliser **foo%** par exemple). Vous pouvez utiliser autant d'options que vous le souhaitez, et la liste incluera tous les objets en se basant sur chaque options. Mais notez que ces options peuvent seulement afficher des objets appartenant à la base de données indiquée par l'option **-d**.

Si vous n'utilisez pas **-o**, **-f** et **-t**, mais que vous passez l'option **-d**, cela listera toutes les tables dans la base nommée par l'option **-d**. Dans ce mode, les options **-S** et **-i** contrôlent ce qui est listé.

Si vous ne passez pas non plus **-d**, cela affichera une liste des OID de bases de données. Autrement, vous pouvez passer l'option **-s** pour obtenir une liste des tablespaces.

## Notes

oid2name requiert une base de données en cours d'exécution avec des catalogues systèmes non corrompus. Du coup, son utilisation est assez limitée si le but est de restaurer certains objets après une corruption importante de la base de données.

## Exemples

```
$ # quelles sont les bases disponibles ?
$ oid2name
All databases:
 Oid Database Name Tablespace

 17228 alvherre pg_default
 17255 regression pg_default
 17227 template0 pg_default
 1 template1 pg_default

$ oid2name -s
All tablespaces:
 Oid Tablespace Name

 1663 pg_default
 1664 pg_global
 155151 fastdisk
 155152 bigdisk

$ # OK, jetons un œil à la base alvherre
$ cd $PGDATA/base/17228

$ # récupérons les 10 premiers objets de la base dans le tablespace par défaut
$ # et triés par taille
$ ls -ls * | head -10
-rw----- 1 alvherre alvherre 136536064 sep 14 09:51 155173
-rw----- 1 alvherre alvherre 17965056 sep 14 09:51 1155291
-rw----- 1 alvherre alvherre 1204224 sep 14 09:51 16717
-rw----- 1 alvherre alvherre 581632 sep 6 17:51 1255
-rw----- 1 alvherre alvherre 237568 sep 14 09:50 16674
-rw----- 1 alvherre alvherre 212992 sep 14 09:51 1249
-rw----- 1 alvherre alvherre 204800 sep 14 09:51 16684
-rw----- 1 alvherre alvherre 196608 sep 14 09:50 16700
-rw----- 1 alvherre alvherre 163840 sep 14 09:50 16699
-rw----- 1 alvherre alvherre 122880 sep 6 17:51 16751

$ # à quoi correspond le fichier 155173 ?
$ oid2name -d alvherre -f 155173
From database "alvherre":
 Filenode Table Name

 155173 accounts
```

```

$ # vous pouvez demander plus d'un objet à la fois
$ oid2name -d alvherre -f 155173 -f 1155291
From database "alvherre":
 Filenode Table Name

 155173 accounts
 1155291 accounts_pkey

$ # vous pouvez mélanger les options et obtenir plus de détails avec -x
$ oid2name -d alvherre -t accounts -f 1155291 -x
From database "alvherre":
 Filenode Table Name Oid Schema Tablespace

 155173 accounts 155173 public pg_default
 1155291 accounts_pkey 1155291 public pg_default

$ # affiche l'espace disque pour chaque objet d'une base de données
$ du [0-9]* |
> while read SIZE FILENODE
> do
> echo "$SIZE `oid2name -q -d alvherre -i -f $FILENODE`"
> done
16 1155287 branches_pkey
16 1155289 tellers_pkey
17561 1155291 accounts_pkey
...
.

$ # pareil, mais trié par taille
$ du [0-9]* | sort -rn | while read SIZE FN
> do
> echo "$SIZE `oid2name -q -d alvherre -f $FN`"
> done
133466 155173 accounts
17561 1155291 accounts_pkey
1177 16717 pg_proc_proname_args_nsp_index
...
.

$ # Si vous voulez voir ce qu'il y a dans un tablespace, utilisez le répertoire
$ # pg_tblspc
$ cd $PGDATA/pg_tblspc
$ oid2name -s
All tablespaces:
 Oid Tablespace Name

 1663 pg_default
 1664 pg_global
 155151 fastdisk
 155152 bigdisk

$ # quelle base de données a des objets dans le tablespace "fastdisk" ?
$ ls -d 155151/*
155151/17228/ 155151/PG_VERSION

$ # Oh, quelle était la base de données 17228 ?
$ oid2name
All databases:
 Oid Database Name Tablespace

 17228 alvherre pg_default
 17255 regression pg_default
 17227 template0 pg_default
 1 template1 pg_default

$ # Voyons si quels objets de cette base sont dans ce tablespace.
$ cd 155151/17228
$ ls -l
total 0
-rw----- 1 postgres postgres 0 sep 13 23:20 155156

```

```
$ # OK, c'est une table très petite, mais laquelle est-ce ?
$ oid2name -d alvherre -f 155156
From database "alvherre":
 Filenode Table Name

 155156 foo
```

## Auteur

B. Palmer <bpalmer@crimelabs.net>

## Nom

vacuumlo — supprimer les Large Objects orphelins à partir d'une base de données PostgreSQL™

## Synopsis

vacuumlo [*option...*] *nom\_base...*

## Description

vacuumlo est un outil simple qui supprimera tous les « Large Objects » « orphelins » d'une base de données PostgreSQL™. Un « Large Object » orphelin est tout « Large Object » dont l'OID n'apparaît dans aucune colonne oid ou lo de la base de données.

Si vous l'utilisez, vous pourriez être intéressé par le trigger `lo_manage` du module `lo`. `lo_manage` est utile pour tenter d'éviter la création de « Large Object » orphelins.

Toutes les bases de données indiquées sur la ligne de commande sont traitées.

## Options

vacuumlo accepte les arguments suivants en ligne de commande :

**-l *limite***

Supprime pas plus que *limite* Large Objects par transactions (par défaut 1000). Comme le serveur acquiert un verrou par Large Object à supprimer, supprimer beaucoup de Large Objects en une seule transaction risque de dépasser la limite imposée par le paramètre `max_locks_per_transaction`. Configurez la limite à zéro si vous voulez tout supprimer en une seule transaction.

**-n**

Ne supprime rien, affiche simplement ce qu'il aurait fait.

**-v**

Écrit de nombreux messages de progression.

**-V, --version**

Affiche la version de vacuumlo, puis quitte.

**-?, --help**

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de vacuumlo, puis quitte.

vacuumlo accepte aussi les arguments en ligne de commande pour les paramètres de connexion :

**-h *nom\_hôte***

Hôte du serveur de la base.

**-p *port***

Port du serveur.

**-U *nom\_utilisateur***

Nom d'utilisateur pour la connexion.

**-w, --no-password**

Ne demande jamais un mot de passe. Si le serveur en réclame un pour l'authentification et qu'un mot de passe n'est pas disponible d'une autre façon (par exemple avec le fichier `.pgpass`), la tentative de connexion échouera. Cette option peut être utile pour les scripts où aucun utilisateur n'est présent pour saisir un mot de passe.

**-W**

Force vacuumlo à demander un mot de passe avant la connexion à une base de données.

Cette option n'est jamais obligatoire car vacuumlo demandera automatiquement un mot de passe si le serveur exige une authentification par mot de passe. Néanmoins, vacuumlo perdra une tentative de connexion pour trouver que le serveur veut un mot de passe. Dans certains cas, il est préférable d'ajouter l'option `-W` pour éviter la tentative de connexion.

## Notes

vacuumlo fonctionne avec la méthode suivante. Tout d'abord, vacuumlo construit une table temporaire contenant tous les OID des Large Objects se trouvant dans la base sélectionnée. Puis, il parcourt toutes les colonnes de la base qui sont du type oid ou lo, et

supprime toutes entrées correspondant à la table temporaire. (Note : seuls sont pris en compte les types de ces noms ; en particulier, les domaines utilisant ces types ne sont pas pris en compte.) Les enregistrements restants dans la table temporaires sont identifiés comme les Large Objects orphelins. Ils sont supprimés.

## Auteur

Peter Mount <[peter@retep.org.uk](mailto:peter@retep.org.uk)>

## G.2. Applications serveurs

Cette section couvre les applications serveurs PostgreSQL™ du répertoire `contrib`. Elles sont typiquement exécutées sur le serveur hôte de la base de données. Voir aussi Applications relatives au serveur PostgreSQL pour des informations sur les applications serveurs qui font partie du cœur de PostgreSQL™.

## Nom

`pg_standby` — permet la création d'un serveur PostgreSQL™ en Warm Standby

## Synopsis

```
pg_standby [option...] archivolocation nextwalfile xlogfilepath [restartwalfile]
```

## Description

`pg_standby` facilite la création d'un serveur en attente (« warm standby server »). Il est conçu pour être immédiatement utilisable, mais peut aussi être facilement personnalisé si vous en avez le besoin.

`pg_standby` s'utilise au niveau du paramètre `restore_command`. Il est utile pour transformer une récupération d'archives ordinaire en restauration en attente. Une autre configuration est nécessaire, elle est décrite dans le manuel du serveur (voir Section 26.2, « Serveurs de Standby par transfert de journaux »).

Pour configurer un serveur en attente à utiliser `pg_standby`, placez ceci dans le fichier de configuration `recovery.conf` :

```
restore_command = 'pg_standby archiveDir %f %p %r'
```

où `archiveDir` est le répertoire à partir duquel les journaux de transaction seront restaurés.

Si `restartwalfile` est spécifié, normalement en utilisant la macro `%r`, alors tous les journaux de transactions précédant logiquement ce fichier seront supprimés de `archivolocation`. Ceci minimise le nombre de fichiers à conserver tout en préservant la possibilité de redémarrer après un crash. L'utilisation de ce paramètre est appropriée si `archivolocation` est une aire pour ce serveur en attente particulier mais ne convient pas quand `archivolocation` est prévu pour un archivage à long terme des journaux de transaction.

`pg_standby` suppose que `archivolocation` est un répertoire lisible par l'utilisateur qui exécute le serveur. Si `restartwalfile` (ou l'option `-k`) est spécifié, le répertoire `archivolocation` doit être accessible aussi en écriture.

Il existe deux façons de basculer un serveur « en attente » quand le maître échoue :

### Bascule intelligente

Dans une bascule intelligente, le serveur est disponible après avoir appliqué tous les fichiers des journaux de transactions dans l'archive. Cela résulte en une perte nulle, même si le serveur en attente n'était pas complètement à jour. Du coup, s'il restait beaucoup de journaux à ré-exécuter, cela peut prendre un long moment avant que le serveur en attente devienne disponible. Pour déclencher une bascule intelligente, créez un fichier trigger contenant le mot `smart`, ou créez-le en le laissant vide.

### Bascule rapide

Lors d'une bascule rapide, le serveur est disponible immédiatement. Tout journal de transaction non rejoué sera ignoré. Du coup, toutes les transactions contenues dans ces fichiers seront perdues. Pour déclencher une bascule rapide, créez un fichier trigger contenant le mot `fast`. `pg_standby` peut aussi être configuré pour basculer automatiquement si aucun nouveau journal de transactions n'apparaît dans un certain laps de temps.

## Options

`pg_standby` accepte les arguments suivantes en ligne de commande :

- `-c`  
Utilise la commande `cp` ou `copy` pour restaurer les journaux de transaction à partir de l'archive. C'est le seul comportement supporté donc cette option est inutile.
- `-d`  
Affiche de nombreux messages de débogage sur `stderr`.
- `-k`  
Supprime les fichiers de `archivolocation` pour qu'il n'existe plus plus de ce nombre de journaux de transactions avant le journal actuel dans l'archive. Zéro (la valeur par défaut) signifie qu'il ne supprime aucun fichier de `archivolocation`. Ce paramètre sera ignoré si `restartwalfile` est spécifié car cette méthode de spécification est plus fiable dans la détermination du point correct de séparation des archives. L'utilisation de ce paramètre est *obsolète* dès PostgreSQL™ 8.3 ; il est préférable et plus efficace d'utiliser le paramètre `restartwalfile`. Une configuration trop basse pourrait résulter en des suppressions de journaux qui sont toujours nécessaire pour un relancement du serveur en attente alors qu'un paramétrage trop im-

portant aurait pour conséquence un gachis en espace disque.

**-r maxretries**

Set the maximum number of times to retry the copy command if it fails (default 3). After each failure, we wait for *sleep-time \* num\_retries* so that the wait time increases progressively. So by default, we will wait 5 secs, 10 secs, then 15 secs before reporting the failure back to the standby server. This will be interpreted as end of recovery and the standby will come up fully as a result. Configure le nombre maximum de tentatives pour la commande de copie si celle-ci échoue. Après chaque échec, l'attente est de *sleep-time \* num\_retries* pour que le temps d'attente augmente progressivement. Donc, par défaut, l'outil attend 5 secondes, puis 10, puis 15 avant de rapporter l'échec au serveur en attente. Cela sera interprété comme une fin de récupération par le serveur en attente, ce qui aura pour conséquence que le serveur en attente deviendra disponible.

**-s sleeptime**

Initialise le nombre de seconde (jusqu'à 60, par défaut 5) d'endormissement entre les tests pour voir si le journal de transactions à restaurer est disponible à partir de l'archive. La configuration par défaut n'est pas forcément recommandée ; consultez Section 26.2, « Serveurs de Standby par transfert de journaux » pour plus d'informations.

**-t triggerfile**

Specify a trigger file whose presence should cause failover. It is recommended that you use a structured filename to avoid confusion as to which server is being triggered when multiple servers exist on the same system; for example /tmp/pgsql.trigger.5432. Spécifie un fichier trigger dont la présence cause une bascule du serveur maître. Il est recommandé que vous utilisez un nom de fichier structuré pour éviter la confusion sur le serveur à déclencher au cas où plusieurs serveurs existent sur le même système ; par exemple /tmp/pgsql.trigger.5442.

**-V, --version**

Affiche la version de pg\_standby, puis quitte.

**-w maxwaittime**

Configure le nombre maximum de secondes pour attendre le prochain journal de transactions, délai après lequel une bascule du maître est automatique exécuté. Une configuration à zéro (la valeur par défaut) fait qu'il attend indéfiniment. La valeur par défaut n'est pas forcément recommandée ; voir Section 26.2, « Serveurs de Standby par transfert de journaux » pour plus d'informations.

**-?, --help**

Affiche l'aide sur les arguments en ligne de commande de pg\_standby, puis quitte.

## Notes

pg\_standby est conçu pour fonctionner à partir de PostgreSQL™ 8.2.

PostgreSQL™ 8.3 fournit la macro %r, qui est conçue pour indiquer à pg\_standby le dernier fichier qu'il a besoin de conserver. Avec PostgreSQL™ 8.2, l'option -k doit être utilisée si le nettoyage des archives est demandé. Cette option est toujours présente dans la version 8.3, mais est devenue obsolète.

PostgreSQL™ 8.4 fournit le paramètre recovery\_end\_command. Sans lui, il est possible de laisser un fichier trigger, ce qui comporte un risque.

pg\_standby est écrit en C et est donc très portable et facile à modifier, avec des sections spécialement conçues pour être modifiées selon vos besoins.

## Exemples

Sur des systèmes Linux ou Unix, vous pouvez utiliser (le premier paramètre concerne le maître, le second concerne l'esclave) :

```
archive_command = 'cp %p .../archive/%f'
restore_command = 'pg_standby -d -s 2 -t /tmp/pgsql.trigger.5442 .../archive %f %p %r
2>>standby.log'
recovery_end_command = 'rm -f /tmp/pgsql.trigger.5442'
```

alors que le répertoire d'archive est situé physiquement sur le serveur en attente, de façon à ce que archive\_command y accède via un montage NFS, mais les fichiers sont en local pour le serveur en attente (ce qui permet l'utilisation de ln).

- produit une sortie de débogage dans standby.log
- s'endort pour deux secondes entre les vérifications de disponibilité du prochain journal de transaction

- arrête l'attente seulement quand un fichier trigger nommé /tmp/pgsql.trigger.5442 apparaît, et exécute la bascule suivant son contenu
- supprime le fichier trigger quand la restauration se termine
- supprime les fichiers inutiles du répertoire des archives

Sur Windows, vous pouvez utiliser :

```
archive_command = 'copy %p ...\\archive\\%f'
restore_command = 'pg_standby -d -s 5 -t C:\\pgsql.trigger.5442 ...\\archive %f %p %r
2>>standby.log'
recovery_end_command = 'del C:\\pgsql.trigger.5442'
```

Notez que les antislashes doivent être doublés dans `archive_command`, mais *pas* dans `restore_command` ou `recovery_end_command`. Cela va :

- utiliser la commande `copy` pour restaurer les journaux de transaction à partir de l'archive
- produire une sortie de débogage dans `standby.log`
- l'endormir pendant cinq secondes entre les vérifications de disponibilité du prochain journal de transaction
- arrêter l'attente seulement quand un fichier trigger nommé C:\\pgsql.trigger.5442 apparaît, et exécuter la bascule suivant son contenu
- supprimer le fichier trigger quand la restauration se termine
- supprimer les fichiers inutiles du répertoire des archives

La commande `copy` sur Windows configure la taille du fichier final avant que le fichier ne soit entièrement copié, ce qui pourrait gêner `pg_standby`. Du coup, `pg_standby` attend `sleeptime` secondes une fois qu'il a remarqué que le fichier faisait la bonne taille. `cp` de GNUWin32 configure la taille du fichier seulement lorsque la copie du fichier est terminée.

Comme l'exemple Windows utilise `copy` aux deux bouts, soit l'un soit les deux serveurs pourront accéder au répertoire d'archive via le réseau.

## Auteur

Simon Riggs <[simon@2ndquadrant.com](mailto:simon@2ndquadrant.com)>

## See Also

`pg_archivecleanup(1)`

# Annexe H. Projets externes

PostgreSQL™ est un projet complexe et difficile à gérer. Il est souvent plus efficace de développer des améliorations à l'extérieur du projet principal.

## H.1. Interfaces client

Il n'existe que deux interfaces clients dans la distribution de base de PostgreSQL™ :

- libpq, car il s'agit de l'interface principal pour le langage C et parce que de nombreux interfaces clients sont construits par-dessus ;
- ECPG, car il dépend de la grammaire SQL côté serveur et est donc sensible aux modifications internes de PostgreSQL™.

Tous les autres interfaces sont des projets externes et sont distribués séparément. Tableau H.1, « Interfaces clients maintenus en externe » présente certains de ces projets. Ils peuvent ne pas être distribués sous la même licence que PostgreSQL™. Pour obtenir plus d'informations sur chaque interface, avec les termes de la licence, on se référera au site web et à la documentation.

Tableau H.1. Interfaces clients maintenus en externe

| Nom           | Langage    | Commentaires                                     | Site web                                                                                        |
|---------------|------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DBD::Pg       | Perl       | Pilote DBI Perl                                  | <a href="http://search.cpan.org/dist/DB-D-Pg/">http://search.cpan.org/dist/DB-D-Pg/</a>         |
| Java          | JDBC       | Pilote JDBC Type 4                               | <a href="https://jdbc.postgresql.org/">https://jdbc.postgresql.org/</a>                         |
| libpqxx       | C++        | Interface C++, nouveau style                     | <a href="http://pqxx.org/">http://pqxx.org/</a>                                                 |
| node-postgres | JavaScript | Pilote Node.js                                   | <a href="https://node-postgres.com/">https://node-postgres.com/</a>                             |
| Npgsql        | .NET       | Fournisseur de données .NET                      | <a href="http://www.npgsql.org/">http://www.npgsql.org/</a>                                     |
| pgtcl         | Tcl        |                                                  | <a href="https://github.com/flightaware/Pgtcl">https://github.com/flightaware/Pgtcl</a>         |
| pgtclng       | Tcl        |                                                  | <a href="http://sourceforge.net/projects/pgtclng/">http://sourceforge.net/projects/pgtclng/</a> |
| pq            | Go         | Pilote Pure Go pour la base de données SQL de Go | <a href="https://github.com/lib/pq">https://github.com/lib/pq</a>                               |
| psqlODBC      | ODBC       | Pilote ODBC                                      | <a href="https://odbc.postgresql.org/">https://odbc.postgresql.org/</a>                         |
| psycopg       | Python     | Compatible DB API 2.0                            | <a href="http://initd.org/psycopg/">http://initd.org/psycopg/</a>                               |

## H.2. Outils d'administration

Différents outils d'administration sont disponibles pour PostgreSQL™. Le plus populaire est *pgAdmin III* mais il existe aussi plusieurs outils commerciaux.

## H.3. Langages procéduraux

PostgreSQL™ inclut plusieurs langages procéduraux avec la distribution de base : PL/PgSQL, PL/Tcl, PL/Perl et PL/Python.

Il existe également d'autres langages procéduraux développés et maintenus en dehors de la distribution principale de PostgreSQL™. Tableau H.2, « Langages procéduraux maintenus en externe » liste certains de ces langages. Ils peuvent ne pas être distribués sous la même licence que PostgreSQL™. Pour obtenir plus d'informations sur chaque langage, avec les termes de la licence, on se référera au site web et à la documentation.

Tableau H.2. Langages procéduraux maintenus en externe

| Nom     | Langage | Site web                                                                                                      |
|---------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PL/Java | Java    | <a href="https://github.com/tada/pljava">https://github.com/tada/pljava</a>                                   |
| PL/PHP  | PHP     | <a href="https://public.commandprompt.com/projects/plphp">https://public.commandprompt.com/projects/plphp</a> |

| Nom       | Langage    | Site web                                                                                                    |
|-----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PL/Py     | Python     | <a href="http://python.projects.postgresql.org/backend/">http://python.projects.postgresql.org/backend/</a> |
| PL/R      | R          | <a href="http://www.joeconway.com/plr.html">http://www.joeconway.com/plr.html</a>                           |
| PL/Ruby   | Ruby       | <a href="http://raa.ruby-lang.org/project/pl-ruby/">http://raa.ruby-lang.org/project/pl-ruby/</a>           |
| PL/Scheme | Scheme     | <a href="http://plscheme.projects.postgresql.org/">http://plscheme.projects.postgresql.org/</a>             |
| PL/sh     | Unix shell | <a href="https://github.com/petere/plsh">https://github.com/petere/plsh</a>                                 |

## H.4. Extensions

PostgreSQL™ est conçu pour être facilement extensible. C'est pour cette raison que les extensions chargées dans la base de données peuvent fonctionner comme les fonctionnalités intégrées au SGBD. Le répertoire `contrib/` livré avec le code source contient un grand nombre d'extensions, qui sont décrites dans Annexe F, Modules supplémentaires fournis. D'autres extensions sont développées indépendamment, comme *PostGIS*. Même les solutions de réPLICATION de PostgreSQL™ peuvent être développées en externe. Ainsi, *Slony-I*, solution populaire de réPLICATION maître/esclave, est développée indépendamment du projet principal.

# Annexe I. Dépôt du code source

Le code source de PostgreSQL™ est stocké et géré en utilisant le système de contrôle de version appelé Git™. Un miroir public du dépôt maître est disponible ; il est mis à jour une minute après chaque changement du dépôt maître.

Notre wiki, [https://wiki.postgresql.org/wiki/Working\\_with\\_Git](https://wiki.postgresql.org/wiki/Working_with_Git), contient des informations sur l'utilisation de Git.

Notez que la construction de PostgreSQL™ à partir du dépôt des sources nécessite des versions raisonnablement récentes de bison, flex et Perl. Ces outils ne sont pas nécessaires pour construire à partir d'une archive tar distribuée car les fichiers que les outils sont sensés construire sont inclus dans l'archive tar. Les autres besoins en outillage sont les mêmes que ceux exposés dans Chapitre 16, Procédure d'installation de PostgreSQL™ du code source.

## I.1. Récupérer les sources via Git™

Avec Git™, vous devez avoir une copie du dépôt de code sur votre machine locale, pour que vous ayez accès à tout l'historique et les branches sans avoir besoin d'être en ligne. C'est le moyen le plus rapide et le plus flexible pour développer ou tester des patchs.

### Procédure I.1. Git

1. Vous aurez besoin d'une version installée de Git™, que vous pouvez obtenir sur <http://git-scm.com>. La plupart des systèmes ont actuellement une version récente de Git installée par défaut ou disponible dans le système de package.
2. Pour commencer à utiliser le dépôt Git, commencez par faire un clone du miroir officiel :

```
git clone git://git.postgresql.org/git/postgresql.git
```

Ceci va copier intégralement le dépôt sur votre machine locale, ce qui prendra un peu de temps, notamment si vous avez une connexion lente. Les fichiers seront placés dans un nouveau sous-répertoire de votre répertoire courant, qui sera nommé `postgresql`.

Le miroir Git peut aussi être atteint avec le protocole HTTP si, par exemple, un pare-feu bloquait l'accès au protocole Git. Changez simplement le préfixe de l'URL par `https`, comme par exemple :

```
git clone https://git.postgresql.org/git/postgresql.git
```

Le protocole HTTP est moins efficace que le protocole Git, donc il sera plus lent à utiliser.

3. À chaque fois que vous voulez obtenir les dernières mises à jour, allez dans le dépôt avec la commande `cd` et exécutez la commande qui suit :

```
git fetch
```

Git™ peut faire bien plus de choses que de simplement récupérer les sources. Pour plus d'informations, consultez les pages man de Git™ ou visitez le site <http://git-scm.com>.

---

# Annexe J. Documentation

PostgreSQL™ fournit quatre formats principaux de documentation :

- le texte brut, pour les information de pré-installation ;
- HTML, pour la lecture en ligne et les références ;
- PDF ou PostScript, pour l'impression ;
- les pages man (de manuel), pour la référence rapide.

De plus, un certain nombre de fichiers README peuvent être trouvés à divers endroits de l'arbre des sources de PostgreSQL™. Ils renseignent l'utilisateur sur différents points d'implantation.

La documentation HTML et les pages de manuel font parties de la distribution standard et sont installées par défaut. Les documents au format PDF et PostScript sont disponibles indépendamment par téléchargement.

## J.1. DocBook

Les sources de la documentation sont écrites en *DocBook*, langage assez semblable au HTML. Ces deux langages sont des applications du *Standard Generalized Markup Language*, SGML, qui est essentiellement un langage de description d'autres langages. Dans ce qui suit, les termes DocBook et SGML sont tous deux utilisés, mais ils ne sont pas techniquement interchangeables.

DocBook™ permet à l'auteur de spécifier la structure et le contenu d'un document technique sans qu'il ait à se soucier du détail de la présentation. Un style de document définit le rendu du contenu dans un des formats de sortie finaux. DocBook est maintenu par le groupe *OASIS*. Le site officiel de DocBook présente une bonne documentation d'introduction et de référence ainsi qu'un livre complet de chez O'Reilly disponible à la lecture en ligne. Le guide *DocBook des nouveaux venus* est très utile pour les débutants. Le projet de documentation FreeBSD utilise également DocBook et fournit également de bonnes informations, incluant un certain nombre de lignes directrices qu'il peut être bon de prendre en considération.

## J.2. Ensemble d'outils

Les outils qui suivent sont utilisés pour produire la documentation. Certains sont optionnels (comme mentionné).

### *DTD DocBook*

Il s'agit de la définition de DocBook elle-même. C'est actuellement la version 4.2 qui est utilisée. Vous avez besoin de la variante SGML de la DTD DocBook mais, pour construire les pages man, vous avez aussi besoin de la variante XML de la même version.

### *Les entités de caractère ISO 8879*

Celles-ci sont nécessaires à DocBook mais sont distribuées à part car maintenues par l'ISO.

### *DocBook DSSSL Stylesheets*

Ils contiennent les instructions de traitement pour convertir les sources DocBook vers d'autres formats, comme par exemple le HTML.

### *DocBook XSL Stylesheets*

C'est une autre feuille de style pour convertir DocBook vers d'autres formats. Nous l'utilisons actuellement pour produire les pages man et les pages HTMLHelp en option. Vous pouvez aussi utiliser cette chaîne de production pour produire une sortie HTML ou PDF, mais les versions officielles de PostgreSQL utilisent les feuilles de style DSSSL pour cela.

La version minimale requise est actuellement la 1.74.0.

### *OpenJade*

C'est le paquetage de base pour le traitement de SGML. Il contient un analyseur SGML, un processeur DSSSL (programme qui permet la conversion de documents SGML en d'autres formats à l'aide de feuilles de styles DSSSL), ainsi qu'un certain nombre d'autres outils. Jade™ est actuellement maintenu par le groupe OpenJade et non plus par James Clark.

### *Libxml2 for xmllint*

Cette bibliothèque et l'outil **xmllint** qu'il contient sont utilisés pour traiter du XML. Beaucoup de développeurs ont déjà Libxml2 installé car il est aussi utilisé lors de la compilation de PostgreSQL. Néanmoins, notez que **xmllint** doit être installé à partir d'un sous-paquet séparé.

### *Libxslt for xsltproc*

C'est l'outil de traitement à utiliser avec les feuilles de style XSLT (alors que **jade** est l'outil de traitement des feuilles de style

DSSSL).

#### JadeTeX

JadeTeX™ peut être installé pour utiliser TeX™ comme outil de formatage pour Jade™. JadeTeX est capable de créer des fichiers au formats PostScript ou PDF (ce dernier avec les signets).

Cependant, une sortie JadeTeX est de moindre qualité qu'une sortie RTF. Les principaux problèmes que l'on peut rencontrer concernent les tables et les éléments de placements verticaux et horizontaux. Il n'y a aucune possibilité de corriger manuellement le résultat.

Différentes méthodes d'installation sont détaillées ci-après pour les divers outils nécessaires au traitement de la documentation. Il peut exister d'autres types de distributions empaquetées de ces outils. Tout changement du statut d'un paquetage peut être rapporté auprès de la liste de discussion de la documentation, afin d'inclure ces informations ici-même.

### J.2.1. Installation sur Fedora, RHEL et dérivés

Pour installer les packages requis, lancez :

```
yum install docbook-dtds docbook-style-dsssl docbook-style-xsl libxslt openjade
```

### J.2.2. Installation sur FreeBSD

Le projet de documentation FreeBSD (FreeBSD Documentation Project) est lui-même un utilisateur intensif de DocBook, et c'est sans surprise que l'on retrouve en son sein un ensemble complet de « portages » des outils de documentation sur FreeBSD. Les portages suivants doivent être installés afin de produire la documentation sur FreeBSD :

- `textproc/docbook-sgml` ;
- `textproc/docbook-xml` ;
- `textproc/docbook-xsl` ;
- `textproc/dsssl-docbook-modular`.
- `textproc/libxslt`
- `textproc/openjade`

Un intérêt particulier peut également être porté aux différents éléments de `/usr/ports/print` (`tex`, `jadetex`).

De plus amples informations sur les outils dédiés à la documentation de FreeBSD se trouvent dans les *instructions du projet de documentation de FreeBSD*.

### J.2.3. Paquetages Debian

Un ensemble complet de paquetages d'outils de documentation est disponible pour Debian GNU/Linux™. Pour l'installer, il suffit de taper :

```
apt-get install docbook docbook-dsssl docbook-xsl libxml2-utils openjade1.3 opensp
xsltproc
```

### J.2.4. OS X

Si vous utilisez MacPorts, utilisez la commande suivante pour faire votre configuration :

```
sudo port install docbook-dsssl docbook-sgml-4.2 docbook-xml-4.2 docbook-xsl libxslt
openjade opensp
```

### J.2.5. Installation manuelle à partir des sources

L'installation manuelle des outils DocBook est quelque peu complexe. Il est donc préférable d'utiliser des paquetages pré-compilés. Seule une procédure de mise en œuvre standard, qui utilise des répertoires d'installation standard et sans fonctionnalités particulières, est ici décrite. Pour les détails, on peut étudier la documentation respective de chaque paquetage et lire les documents d'introduction à SGML.

### J.2.5.1. Installer OpenJade

- L'installation d'OpenJade se fait par l'intermédiaire des outils de construction `./configure`; `make`; `make install` classiques de GNU. Les détails sont dans la distribution des sources d'OpenJade. En quelques mots :

```
./configure --enable-default-catalog=/usr/local/share/sgml/catalog
make
make install
```

L'emplacement du « catalogue par défaut » a son importance ; il est utilisé par la suite. Il est possible de ne pas s'en souvenir, mais dans ce cas, la variable d'environnement `SGML_CATALOG_FILES` doit être définie de façon à pointer vers le bon fichier à chaque fois que jade est exécuté. (Cette méthode est également possible si OpenJade est déjà installé et que le reste de l'environnement de publication est installé localement.)



#### Note

Certains utilisateurs ont rencontré une faute de segmentation avec l'utilisation d'OpenJade 1.4devel pour construire les PDF. Le message renvoyé est :

```
openjade: ./stylesheet.dsl:664:2:E: flow object not accepted by port; only
display flow objects accepted
make: *** [postgres-A4.tex-pdf] Segmentation fault
```

L'utilisation d'OpenJade 1.3 suffit pour se débarasser de ce problème.

- De même, les fichiers `dsssl.dtd`, `fot.dtd`, `style-sheet.dtd` et `catalog` du répertoire `dsssl` doivent être installés quelque part, dans `/usr/local/share/sgml/dsssl`, par exemple. Il est certainement plus facile de copier le répertoire entier.

```
cp -R dsssl /usr/local/share/sgml
```

- Enfin, le fichier `/usr/local/share/sgml/catalog` doit être créé pour y ajouter la ligne suivante :

```
CATALOG "dsssl/catalog"
```

(Il s'agit d'un chemin relatif référençant le fichier installé dans l'Étape 2. Ce chemin doit être correctement renseigné si un répertoire d'installation différent est utilisé.)

### J.2.5.2. Installation du kit DTD de DocBook™

- Récupérer la distribution *DocBook V4.2*.
- Créer le répertoire `/usr/local/share/sgml/docbook-4.2` et s'y placer. (L'emplacement exact importe peu mais celui-ci a le bénéfice d'être cohérent avec le schéma d'installation proposé ici.)

```
$ mkdir /usr/local/share/sgml/docbook-4.2
$ cd /usr/local/share/sgml/docbook-4.2
```

- Décompresser l'archive.

```
$ unzip -a/docbook-4.2.zip
```

(L'archive décomprime ses fichiers dans le répertoire courant.)

- Éditer le fichier `/usr/local/share/sgml/catalog` (ou celui précisé à jade lors de l'installation) et y placer une ligne similaire à celle-ci :

```
CATALOG "docbook-4.2/docbook.cat"
```

5. Télécharger l'archive contenant les *entités de caractères ISO* 8879, la décompresser et placer les fichiers dans le même répertoire que celui des fichiers de DocBook.

```
$ cd /usr/local/share/sgml/docbook-4.2
$ unzip/ISOEnts.zip
```

6. Lancer la commande suivante dans le répertoire contenant les fichiers DocBook et ISO :

```
perl -pi -e 's/iso-(.*).gml/ISO\1/g' docbook.cat
```

(Cette opération permet de corriger les mélanges entre le fichier de catalogue de DocBook et les noms réels des fichiers contenant les entités de caractères ISO.)

### J.2.5.3. Installation des feuilles de style DSSSL DocBook

Pour installer les feuilles de style, décompresser et dépaqueter la distribution, la déplacer à un endroit convenable de l'aborescence comme, par exemple, /usr/local/share/sgml. (L'archive crée automatiquement un sous-répertoire.)

```
$ gunzip docbook-dsssl-1.xx.tar.gz
$ tar -C /usr/local/share/sgml -xf docbook-dsssl-1.xx.tar
```

L'entrée de catalogue communément admise dans /usr/local/share/sgml/catalog peut également être réalisée :

```
CATALOG "docbook-dsssl-1.xx/catalog"
```

Comme les feuilles de styles changent assez souvent et qu'il est parfois avantageux d'essayer des versions alternatives, PostgreSQL™ n'utilise pas cette entrée du catalogue. Regarder dans la Section J.2.6, « Détection par **configure** » pour tout renseignement sur la manière de sélectionner une feuille de style.

### J.2.5.4. Intallation de JadeTeX™

Pour installer et utiliser JadeTeX™, il faut une installation fonctionnelle de TeX™ et de LaTeX2e™, incluant également les paquetages tools™ et graphics™, Babel™, les polices AMS™ et AMS-LaTeX™, l'extension PSNFSS™ et le kit d'accompagnement de « 35 polices », le programme dvips™ pour la production de PostScript™, le paquetage de macros fancyhdr™, hyperref™, minitoc™, url™ et enfin ot2enc™. Tous peuvent être trouvés sur le *site web du CTAN*. L'installation du système TeX de base est en dehors du périmètre de cette introduction. Des paquetages binaires sont probablement disponibles pour tout système pouvant exécuter TeX.

Avant de pouvoir utiliser JadeTeX avec les sources de la documentation de PostgreSQL™, il va falloir augmenter la taille des structures de données internes de TeX. Des explications plus détaillées sont fournies dans les instructions d'installation de JadeTeX.

Lorsque tout cela est réalisé, JadeTeX peut être installé :

```
$ gunzip jadetex-xxx.tar.gz
$ tar xf jadetex-xxx.tar
$ cd jadetex
$ make install
$ mktexlsr
```

Les deux dernières commandes doivent être exécutées en root.

### J.2.6. Détection par **configure**

Avant de pouvoir engendrer la documentation, le script **configure** doit être lancé, comme cela se fait pour la génération des programmes PostgreSQL™ eux-mêmes. La fin de l'affichage de l'exécution de ce script doit ressembler à :

```
checking for onsgMLS... onsgMLS
checking for openjade... openjade
checking for DocBook V4.2... yes
checking for DocBook stylesheets... /usr/share/sgml/docbook/stylesheet/dsssl/modular
checking for collateindex.pl... /usr/bin/collateindex.pl
checking for xsltproc... xsltproc
checking for osx... osx
```

Si ni onsgMLS ni nsgMLS n'ont été trouvés, certains des tests suivants seront ignorés. onsgMLS fait partie du paquetage Jade.

Les variables d'environnement JADE et NSGMLS peuvent être renseignées pour indiquer les emplacements des programmes s'ils ne sont pas trouvés automatiquement. Si « DocBook V4.2 » n'a pas été trouvé, c'est que le kit de la DTD DocBook n'est pas installé à un endroit où Jade peut le trouver ou que les fichiers catalogues ne sont pas correctement configurés. Il convient, dans ce cas, de se reporter aux conseils donnés plus haut. Les feuilles de style DocBook sont recherchées dans un certain nombre d'endroits standard, mais si elles sont placées en un autre endroit, il faut configurer la variable d'environnement DOCBOOKSTYLE avec cet emplacement et relancer `configure`.

## J.3. Construire la documentation

Lorsque tout est en place, se placer dans le répertoire `doc/src/sgml` et lancer une des commandes décrites dans les sections suivantes afin de produire la documentation. (Il est impératif d'utiliser la version GNU de make.)

### J.3.1. HTML

Pour engendrer la version HTML de la documentation, effectuer :

```
doc/src/sgml$ make html
```

Il s'agit également de la cible par défaut. La sortie apparaît dans le sous-répertoire `html`.

Pour générer la documentation HTML avec la feuille de style utilisée sur [postgresql.org](http://postgresql.org) à la place de la feuille de style par défaut, utilisez :

```
doc/src/sgml$ make STYLE=website html
```

Pour créer un bon index, la construction doit se faire en plusieurs étapes identiques. Si l'index n'est pas utile et qu'il s'agit simplement de vérifier le résultat, on peut utiliser `draft` :

```
doc/src/sgml$ make draft
```

Pour construire la documentation sous la forme d'une seule page HTML, utilisez :

```
doc/src/sgml$ make postgres.html
```

### J.3.2. Pages man (de manuel)

Nous utilisons les feuilles de style XSL DocBook pour convertir les pages de références DocBook™ dans un format \*roff compatible avec les pages man. Les pages man sont également distribuées sous la forme d'une archive tar, à l'instar de la version HTML. Pour créer les pages man, utiliser les commandes :

```
cd doc/src/sgml
make man
```

### J.3.3. Sortie pour l'impression via JadeTex

Si JadeTex est utilisé pour produire une documentation pour impression, une des commandes suivantes peut être utilisée :

- pour produire un fichier PostScript à partir du DVI au format A4 :

```
doc/src/sgml$ make postgres-A4.ps
```

Au format letter :

```
doc/src/sgml$ make postgres-US.ps
```

- pour créer un PDF :

```
doc/src/sgml$ make postgres-A4.pdf
```

ou

```
doc/src/sgml$ make postgres-US.pdf
```

(Bien entendu, la version PDF peut être obtenue à partir d'un document PostScript, mais la génération directe permet de bénéficier des liens et autres fonctionnalités avancées dans le PDF.)

Lors de l'utilisation de JadeTeX pour la construction de la documentation PostgreSQL, il est probablement nécessaire d'augmenter la valeur de certains paramètres internes de TeX. Ils sont configurables dans le fichier `texmf.cnf`. Les paramètres suivants ont fonctionné quand ce texte a été écrit :

```
hash_extra.jadetex = 200000
hash_extra.pdfjadetex = 200000
pool_size.jadetex = 2000000
pool_size.pdfjadetex = 2000000
string_vacancies.jadetex = 150000
string_vacancies.pdfjadetex = 150000
max_strings.jadetex = 300000
max_strings.pdfjadetex = 300000
save_size.jadetex = 15000
save_size.pdfjadetex = 15000
```

### J.3.4. Texte dépassant du cadre

Quelque fois, le texte est trop long pour tenir dans les marges d'impression. Dans certains cas extrêmes, il est trop long pour tenir sur la page imprimée. Cela arrive principalement avec du code et des gros tableaux. Ce texte génère des messages « Overfull hbox » dans les traces de TeX, c'est-à-dire dans `postgres-US.log` ou dans `postgres-A4.log`. Un pouce contient 72 points, donc tout ce qui dépasse 72 points ne tiendra probablement pas dans la page imprimée (en supposant une marge d'un pouce). Pour retrouver le texte SGML causant cette surcharge, recherchez le premier numéro de page mentionné au-dessus du message d'erreur, par exemple [ 50 ## ] (page 50), puis regardez à la page suivante (toujours dans notre exemple, la page 51) dans le fichier PDF pour voir le texte dépassant et ajustez ainsi le fichier SGML.

### J.3.5. Version imprimable via RTF

Une version imprimable de la documentation de PostgreSQL™ peut être obtenue en la convertissant en RTF et en y appliquant des corrections de formatage mineures à l'aide d'une suite de logiciels de bureau. En fonction des capacités de cette dernière, la documentation peut ensuite être convertie dans les formats PostScript et/ou PDF. La procédure ci-dessous décrit cette procédure pour Applixware™.



#### Note

Il apparaît que la version actuelle de la documentation de PostgreSQL™ produit quelques bogues au niveau d'OpenJade, dépassant notamment la taille maximale de traitement. Si le processus de génération de la version RTF reste suspendu un long moment et que le fichier de sortie reste vide, c'est que ce problème est survenu. (Une génération normale doit prendre 5 à 10 minutes, ne pas s'avouer vaincu trop vite.)

#### Procédure J.1. Nettoyage du RTF avec Applixware™

OpenJade ne précise pas de style par défaut pour le corps du texte. Dans le passé, ce problème non diagnostiqué engendrait un long processus de génération du sommaire. Grâce à la grande aide des gens d'Applixware™, le symptôme a été diagnostiqué et un contournement est disponible.

1. Produire la version RTF en saisissant :

```
doc/src/sgml$ make postgres.rtf
```

2. Réparer le fichier RTF afin de préciser correctement tous les styles et en particulier le style par défaut (default). Si le document contient des sections `refentry`, il faut remplacer les éléments de formatage qui relient le paragraphe précédent au paragraphe courant par un lien entre le paragraphe courant et le paragraphe suivant. Un utilitaire, `fixrtf`, est disponible dans `doc/src/sgml` afin de permettre ces corrections :

```
doc/src/sgml$./fixrtf --refentry postgres.rtf
```

Le script ajoute { \s0 Normal ; } comme style de rang zéro dans le document. D'après Applixware™, le standard RTF prohibe l'utilisation implicite d'un style de rang 0 alors que Microsoft Word est capable de gérer ce cas. Afin de réparer les sections `refentry`, le script remplace les balises `\keepn` par `\keep`.

3. Ouvrir un nouveau document dans Applixware Words™ et y importer le fichier RTF.
4. Produire une nouvelle table des matières avec Applixware™.
  - a. sélectionner les lignes existantes de la table des matières, du premier caractère de la table au dernier caractère de la dernière ligne ;
  - b. construire une nouvelle table des matières en allant dans le menu Tools → Book Building → Create Table of Contents. Sélectionner les trois premiers niveaux de titres pour l'inclusion dans la table des matières. Cela remplace les lignes existantes importées du RTF en une table des matières issue d'Applixware™ ;
  - c. Ajuster le formatage de la table des matières à l'aide de Format → Style, en sélectionnant chacun des trois styles de la table des matières et en ajustant les indentations pour `First` et `Left`. Utiliser les valeurs suivantes :

| <b>Style</b>  | <b>Indentation de First (pouces)</b> | <b>Indentation de Left (pouces)</b> |
|---------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| TOC-Heading 1 | 0 . 4                                | 0 . 4                               |
| TOC-Heading 2 | 0 . 8                                | 0 . 8                               |
| TOC-Heading 3 | 1 . 2                                | 1 . 2                               |

5. Sur l'ensemble du document :
  - ajuster les sauts de page ;
  - ajuster la largeur des colonnes des tables.
6. Remplacer les numéros de pages justifiés à droite dans les portions d'exemple et de figures de la table des matières avec les bonnes valeurs. Cela ne prend que quelques minutes.
7. Supprimer la section d'index du document si elle est vide.
8. Régénérer et ajuster la table des matières.
  - a. sélectionner un champ de la table des matières ;
  - b. sélectionner le menu Tools → Book Building → Create Table of Contents ;
  - c. délier la table des matières en sélectionnant le menu Tools → Field Editing → Unprotect ;
  - d. supprimer la première ligne de la table des matières, qui est un des champs de la table elle-même.
9. Sauvegarder le document au format natif Applixware Words™ pour que les modifications de dernière minute soient plus faciles par la suite.
10. « Imprimer » le document dans un fichier au format PostScript.

### J.3.6. Fichiers texte

Les instructions d'installation sont aussi distribuées sous la forme d'un fichier texte, au cas où cela se révélerait nécessaire (par exemple si des outils plus avancés n'étaient pas disponibles). Le fichier `INSTALL` correspond au Chapitre 16, Procédure d'installation de PostgreSQL™ du code source, avec quelques changements mineurs pour tenir compte de contextes différents. Pour recréer le fichier, se placer dans le répertoire `doc/src/sgml` et entrer la commande `make INSTALL`.

Dans le passé, les notes de versions et les instructions pour les tests de régression étaient aussi distribuées sous la forme de fichiers textes mais ce n'est plus le cas.

### J.3.7. Vérification syntaxique

Fabriquer la documentation peut prendre beaucoup de temps. Il existe cependant une méthode, qui ne prend que quelques secondes, permettant juste de vérifier que la syntaxe est correcte dans les fichiers de documentation :

```
doc/src/sgml$ make check
```

## J.4. Écriture de la documentation

SGML et DocBook™ ne souffrent pas du foisonnement d'outils d'édition OpenSource. Le plus commun d'entre eux est l'éditeur Emacs™/XEmacs™ qui dispose d'un mode d'édition approprié. Sur certains systèmes, ces outils sont fournis sous la forme d'une installation complète (un même paquetage ou ensemble).

### J.4.1. Emacs/PSGML

PSGML™ est le mode d'édition de documents SGML le plus répandu et le plus puissant. S'il est correctement configuré, il permet d'utiliser Emacs pour insérer des balises et en vérifier la cohérence. Il peut aussi être utilisé pour le HTML. Visiter le *site web de PSGML* pour le télécharger, avoir des informations sur l'installation et pour disposer d'une documentation détaillée.

L'auteur de PSGML™ suppose que le répertoire principal pour la DTD SGML est /usr/local/lib/sgml. Si, comme c'est le cas dans les exemples de ce chapitre, le répertoire /usr/local/share/sgml est utilisé, il faut modifier la variable d'environnement SGML\_CATALOG\_FILES ou personnaliser l'installation de PSGML™ (son manuel indique la procédure).

Ajouter les lignes suivantes dans le fichier d'environnement ~/.emacs (en ajustant les noms des répertoires pour qu'il convienne au système de fichiers) :

```
; ***** pour le mode SGML (psgml)

(setq sgml-omittag t)
(setq sgml-shorttag t)
(setq sgml-minimize-attributes nil)
(setq sgml-always-quote-attributes t)
(setq sgml-indent-step 1)
(setq sgml-indent-data t)
(setq sgml-parent-document nil)
(setq sgml-exposed-tags nil)
(setq sgml-catalog-files '("/usr/local/share/sgml/catalog"))

(autoload 'sgml-mode "psgml" "Major mode to edit SGML files." t)
```

et dans le même fichier ajouter l'entrée pour le SGML dans la définition (existante) pour auto-mode-alist :

```
(setq
 auto-mode-alist
 '("\\\\.xml$" . sgml-mode)
)
```

Il peut s'avérer plus confortable pour gérer des fichiers séparés d'insérer une déclaration DOCTYPE propre lors de l'édition d'un fichier avec PSGML™. Si l'on considère le fichier source de cette annexe, par exemple, il est possible de préciser que le document est une instance « appendix » d'un document DocBook en ajoutant en première ligne ceci :

```
<!DOCTYPE appendix PUBLIC "-//OASIS//DTD DocBook V4.2//EN">
```

Ceci signifie que, quelque soit l'outil lisant le SGML, il le fait correctement et que la validité du document peut être vérifiée avec **nsgmls -s docguide.xml**. (Cependant, il faut supprimer la ligne avant de fabriquer le document complet à partir des différents fichiers.)

### J.4.2. Autres modes pour Emacs

GNU Emacs™ dispose d'un mode SGML natif différent qui n'est pas aussi puissant que PSGML™, mais qui a le bénéfice d'être plus simple et léger. Il offre la coloration syntaxique (en mode font lock), ce qui peut être utile. `src/tools/editors/emacs.samples` contient quelques exemples pour ce mode.

Norm Walsh propose un mode majeur spécifique à DocBook qui dispose également de la coloration syntaxique et d'un certain nombre de fonctions permettant de réduire le temps de saisie.

## J.5. Guide des styles

## J.5.1. Pages de références

Les pages de références obéissent à des règles de standardisation. De cette façon, les utilisateurs retrouvent plus rapidement l'information souhaitée, et cela encourage également les rédacteurs à documenter tous les aspects relatifs à une commande. Cette cohérence n'est pas uniquement souhaitée pour les pages de références PostgreSQL™, mais également pour les pages de références fournies par le système d'exploitation et les autres paquetages. C'est pour cela que les règles suivantes ont été développées. Elles sont, pour la plupart, cohérentes avec les règles similaires établies pour différents systèmes d'exploitation.

Les pages de référence qui décrivent des commandes exécutables doivent contenir les sections qui suivent dans l'ordre indiqué. Les sections qui ne sont pas applicables peuvent être omises. Des sections de premier niveau additionnelles ne doivent être utilisées que dans des circonstances particulières ; dans la plupart des cas, les informations qui y figureraient relèvent de la section « Usage ».

### Nom

Cette section est produite automatiquement. Elle contient le nom de la commande et une courte phrase résumant sa fonctionnalité.

### Synopsis

Cette section contient le schéma syntaxique de la commande. Le synopsis ne doit en général pas lister toutes les options de la commande, cela se fait juste au dessous. À la place, il est important de lister les composantes majeures de la ligne de commande comme, par exemple, l'emplacement des fichiers d'entrée et sortie.

### Description

Plusieurs paragraphes décrivant ce que permet de faire la commande.

### Options

Une liste décrivant chacune des options de la ligne de commande. S'il y a beaucoup d'options, il est possible d'utiliser des sous-sections.

### Code de sortie

Si le programme utilise 0 en cas de succès et une valeur non-nulle dans le cas contraire, il n'est pas nécessaire de le documenter. S'il y a une signification particulière au code de retour différent de zéro, c'est ici qu'ils faut décrire les codes de retour.

### Utilisation

Décrire ici tout sous-programme ou interface de lancement du programme. Si le programme n'est pas interactif, cette section peut être omise. Dans les autres cas, cette section est un fourre-tout pour les fonctionnalités disponibles lors de l'utilisation du programme. Utiliser des sous-sections si cela est approprié.

### Environnement

Lister ici toute variable d'environnement utilisable. Il est préférable de ne rien omettre. Même des variables qui semblent triviales, comme SHELL, peuvent être d'un quelconque intérêt pour l'utilisateur.

### Fichiers

Lister tout fichier que le programme peut accéder, même implicitement. Les fichiers d'entrée ou de sortie indiqués sur la ligne de commande ne sont pas listés, mais plutôt les fichiers de configuration, etc.

### Diagnostiques

C'est ici que l'on trouve l'explication de tout message inhabituel produit par le programme. Il est inutile de lister tous les messages d'erreur possibles. C'est un travail considérable et cela n'a que peu d'intérêt dans la pratique. En revanche, si les messages d'erreurs ont un format particulier, que l'utilisateur peut traiter, c'est dans cette section que ce format doit être décrit.

### Notes

Tout ce qui ne peut être contenu dans les autres sections peut être placé ici. En particulier les bogues, les carences d'une implantation, les considérations de sécurité et les problèmes de compatibilité.

### Exemples

Les exemples.

### Historique

S'il y a eu des échéances majeures dans l'histoire du programme, elles peuvent être listées ici. Habituellement, cette section peut être omise.

### Author

Auteur (seulement utilisé dans la section des modules supplémentaires)

### Voir aussi

Des références croisées, listées dans l'ordre suivant : pages de référence vers d'autres commandes PostgreSQL™, pages de référence de commandes SQL de PostgreSQL™, citation des manuels PostgreSQL™, autres pages de référence (système d'exploitation, autres paquetages, par exemple), autre documentation. Les éléments d'un même groupe sont listés dans l'ordre

alphabétique.

Les pages de référence qui décrivent les commandes SQL doivent contenir les sections suivantes : « Nom », « Synopsis », « Description », « Paramètres », « Sorties », « Notes », « Exemples », « Compatibilité », « Historique », « Voir aussi ». La section « Paramètres » est identique à la section « Options » mais elle offre plus de liberté sur les clauses qui peuvent être listées. La section « Sorties » n'est nécessaire que si la commande renvoie autre chose qu'un complément de commande par défaut. La section « Compatibilité » doit expliquer dans quelle mesure une commande se conforme au standard SQL, ou avec quel autre système de gestion de base de données elle est compatible. La section « Voir aussi » des commandes SQL doit lister les commandes SQL avant de faire de faire référence aux programmes.

---

# Annexe K. Acronymes

La suite présente la liste des acronymes habituellement utilisés dans la documentation de PostgreSQL™ et les discussions qui tournent autour de PostgreSQL™.

**ANSI**

*American National Standards Institute*, l'Institut National Américain des Standards

**API**

*Application Programming Interface*, interface de programmation applicative

**ASCII**

*American Standard Code for Information Interchange*, Code Standard Américain pour l'échange d'informations

**BKI**

Backend Interface, interface serveur

**CA**

*Certificate Authority*, autorité de certification

**CIDR**

*Classless Inter-Domain Routing*, routage inter-domaine dépourvu de classe

**CPAN**

*Comprehensive Perl Archive Network*, réseau d'archives Perl

**CRL**

*Certificate Revocation List*, liste de révocation de certificats

**CSV**

*Comma Separated Values*, valeurs séparées par des virgules (format de fichier présentant les données en ligne en séparant les colonnes par des virgules ou point-virgules)

**CTE**

Common Table Expression

**CVE**

*Common Vulnerabilities and Exposures*, vulnérabilités usuelles

**DBA**

*Database Administrator*, administrateur de bases de données

**DBI**

*Database Interface (Perl)*, interface avec la base de données

**DBMS**

*Database Management System*, système de gestion de bases de données (SGBD)

**DDL**

*Data Definition Language*, langage de définition des données, qui regroupe les commandes SQL telles que **CREATE TABLE, ALTER USER**

**DML**

*Data Manipulation Language*, langage de manipulation des données, qui regroupe les commandes SQL telles que **INSERT, UPDATE, DELETE**

**DST**

*Daylight Saving Time*, gestion des changements d'heure instaurés pour des raisons d'économie d'énergie

**ECPG**

Embedded C for PostgreSQL, C embarqué pour PostgreSQL

**ESQL**

*Embedded SQL*, SQL embarqué

**FAQ**

*Frequently Asked Questions*, Foire aux Questions

**FSM**

Free Space Map, cartographie de l'espace libre

|        |                                                                                                                                                      |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GEQO   | Genetic Query Optimizer, optimiseur de requête génétique                                                                                             |
| GIN    | Generalized Inverted Index, index inversé généralisé                                                                                                 |
| GiST   | Generalized Search Tree, arbre de recherche généralisé                                                                                               |
| Git    | <i>Git</i>                                                                                                                                           |
| GMT    | <i>Greenwich Mean Time</i> , heure au méridien de Greenwich                                                                                          |
| GSSAPI | <i>Generic Security Services Application Programming Interface</i> , Interface de programmation applicative pour les services de sécurité génériques |
| GUC    | Grand Unified Configuration, Configuration générale unifiée le sous-système PostgreSQL™ qui gère la configuration du serveur                         |
| HBA    | Host-Based Authentication, authentification fondée sur l'hôte                                                                                        |
| HOT    | <i>Heap-Only Tuples</i> , tuples en mémoire seule                                                                                                    |
| IEC    | <i>International Electrotechnical Commission</i> , Commission internationale d'électrotechnique                                                      |
| IEEE   | <i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> , institut des ingénieurs en électrique et électronique                                     |
| IPC    | <i>Inter-Process Communication</i> , communication inter-processus                                                                                   |
| ISO    | <i>International Organization for Standardization</i> , Organisation de standardisation internationale                                               |
| ISSN   | <i>International Standard Serial Number</i> , numéro de série international standardisé                                                              |
| JDBC   | <i>Java Database Connectivity</i> , connecteur de bases de données en Java                                                                           |
| LDAP   | <i>Lightweight Directory Access Protocol</i> , protocole léger d'accès aux annuaires                                                                 |
| MSVC   | <i>Microsoft Visual C™</i>                                                                                                                           |
| MVCC   | Multi-Version Concurrency Control, Contrôle de concurrence par multi-versionnage                                                                     |
| NLS    | <i>National Language Support</i> , support des langages nationaux                                                                                    |
| ODBC   | <i>Open Database Connectivity</i> , connecteur ouvert de bases de données                                                                            |
| OID    | Object Identifier, identifiant objet                                                                                                                 |
| OLAP   | <i>Online Analytical Processing</i> , traitement analytique en ligne                                                                                 |
| OLTP   | <i>Online Transaction Processing</i> , traitement transactionnel en ligne                                                                            |
| ORDBMS | <i>Object-Relational Database Management System</i> , système de gestion de bases de données relationnelles objet (SGBR/O)                           |

PAM

*Pluggable Authentication Modules*, modules d'authentification connectables

PGSQL

PostgreSQL™

PGXS

PostgreSQL™ Extension System, système d'extension de PostgreSQL

PID

*Process Identifier*, identifiant processus

PITR

Point-In-Time Recovery, Restauration d'un instantané

PL

Procedural Languages, langages procéduraux côté serveur

POSIX

*Portable Operating System Interface*, interface portable au système d'exploitation

RDBMS

*Relational Database Management System*, système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR)

RFC

*Request For Comments*

SGML

*Standard Generalized Markup Language*

SPI

Server Programming Interface, interface de programmation serveur

SP-GiST

Space-Partitioned Generalized Search Tree

SQL

*Structured Query Language*

SRF

Set-Returning Function, fonction retournant un ensemble

SSH

*Secure Shell*

SSL

*Secure Sockets Layer*

SSPI

*Security Support Provider Interface*

SYSV

*Unix System V*

TCP/IP

*Transmission Control Protocol (TCP) / Internet Protocol (IP)*

TID

Tuple Identifier, identifiant de tuple

TOAST

The Oversized-Attribute Storage Technique, technique de stockage des données surdimensionnées

TPC

*Transaction Processing Performance Council*

URL

*Uniform Resource Locator*

UTC

*Coordinated Universal Time*

UTF

*Unicode Transformation Format*

**UTF8**

*Eight-Bit Unicode Transformation Format*

**UUID**

Universally Unique Identifier, identifiant universel unique

**WAL**

Write-Ahead Log

**XID**

Transaction Identifier, identifiant de transaction

**XML**

*Extensible Markup Language*

---

# Annexe L. Traduction française

Ce manuel est une traduction de la version originale. La dernière version à jour est disponible sur le site [docs.postgresql.fr](http://docs.postgresql.fr). Ce site est hébergé par l'association PostgreSQLFr, dont le but est la promotion du logiciel PostgreSQL. Si cette documentation vous a plu, *adhérez à l'association* et, si vous en avez la possibilité, contribuez.

Cette annexe supplémentaire présente la liste des contributeurs, un historique limité aux dix dernières modifications et la procédure pour remonter des informations aux traducteurs.

Voici les contributeurs par ordre alphabétique (prénom puis nom) :

- Antoine
- Bruno Levêque
- Christophe 'nah-ko' Truffier
- Christophe Bredel
- Christophe Courtois
- Christophe 'KrysKool' Chauvet
- Claude Castello
- Claude Thomassin
- Damien Clochard
- Emmanuel Magin
- Emmanuel Seyman
- Erwan Duroselle
- Fabien Foglia
- Fabien Grumelard
- Flavie Perette
- Florence Cousin
- François Suter
- Frédéric Andres
- Guillaume 'gleu' Lelarge
- Hervé Dumont
- Jacques Massé
- Jean-Christophe 'jca' Arnu
- Jean-Christophe Weis
- Jean-Max Reymond
- Jean-Michel Poure
- Jehan-Guillaume 'ioguix' de Rorthais
- Jérôme Seyler
- Julien Moquet
- Julien 'rjuju' Rouhaud
- Marc Blanc
- Marc Cousin
- Mathieu Lafage
- Matthieu Clavier

- Philippe Rimbault
- Pierre Jarillon
- Rodolphe 'rodo' Quiedville
- Stephan Fercot
- Stéphane 'SAS' Schildknecht
- Thom Brown
- Thomas Reiss
- Thomas Silvi
- Vincent Picavet
- Yves Darmaillac

Tous ont participé en traduisant, en relisant ou en rédigeant un rapport de bogue. N'hésitez pas à nous signaler toute personne qui aurait été oubliée.

De même que tout logiciel peut contenir des erreurs de programmation, toute traduction n'est pas exempte d'erreurs : faute d'orthographe, faute de grammaire, erreur de saisie, voire, bien pire, contresens. Bien que l'équipe de traduction passe beaucoup de temps à relire la documentation traduite, il lui arrive de laisser passer des erreurs. Elle a donc besoin de vous.

Si vous découvrez une erreur ou si un passage n'est pas compréhensible, l'équipe de traduction souhaite le savoir. Pour cela, vous pouvez envoyer un mail au coordinateur (*Guillaume Lelarge*). C'est le moyen le plus simple et le plus sûr. Tout problème remonté sera pris en considération.

---

# Bibliographie

Références sélectionnées et lectures autour du SQL et de PostgreSQL™.

Quelques livres blancs et rapports techniques réalisés par l'équipe d'origine de développement de POSTGRES™ sont disponibles sur le *site web* du département des sciences informatiques de l'université de Californie.

## Livres de référence sur SQL

Textes de référence sur les fonctionnalités de SQL.

- [bowman01] *The Practical SQL Handbook*. Bowman et al, 2001. Using SQL Variants. Fourth Edition. Judith Bowman, Sandra Emerson, et Marcy Darnovsky. 0-201-70309-2. 2001. Addison-Wesley Professional. Copyright © 2001 Addison-Wesley Longman, Inc..
- [date97] *A Guide to the SQL Standard*. Date and Darwen, 1997. A user's guide to the standard database language SQL. Fourth Edition. C. J. Date et Hugh Darwen. 0-201-96426-0. 1997. Addison-Wesley. Copyright © 1997 Addison-Wesley Longman, Inc..
- [date04] *An Introduction to Database Systems*. Date, 2004. Eighth Edition. C. J. Date. 0-321-19784-4. 2003. Addison-Wesley. Copyright © 2004 Pearson Education, Inc..
- [elma04] *Fundamentals of Database Systems*. Fourth Edition. Ramez Elmasri et Shamkant Navathe. 0-321-12226-7. 2003. Addison-Wesley. Copyright © 2004.
- [melt93] *Understanding the New SQL*. Melton and Simon, 1993. A complete guide. Jim Melton et Alan R. Simon. 1-55860-245-3. 1993. Morgan Kaufmann. Copyright © 1993 Morgan Kaufmann Publishers, Inc..
- [ull88] *Principles of Database and Knowledge*. Base Systems. Ullman, 1988. Jeffrey D. Ullman. Volume 1. Computer Science Press. 1988.

## Documentation spécifique sur PostgreSQL

Cette section concerne la documentation relative à PostgreSQL.

- [sim98] *Enhancement of the ANSI SQL Implementation of PostgreSQL*. Simkovics, 1998. Stefan Simkovics. 29 novembre 1998. Département des systèmes d'informations, université de technologie de Vienne. Vienne, Autriche.
- [yu95] *The Postgres95. User Manual*. Yu and Chen, 1995. A. Yu et J. Chen. . 5 septembre 1995. Université de Californie. Berkeley, Californie.
- [fong] *The design and implementation of the POSTGRES™ query optimizer*. Zelaine Fong. Université de Californie, Berkeley, département des sciences informatiques.

## Procédures et articles

Cette section recense les articles et brèves.

- [olson93] *Partial indexing in POSTGRES: research project*. Olson, 1993. Nels Olson. 1993. UCB Engin T7.49.1993 O676. Université de Californie. Berkeley, Californie.
- « A Unified Framework for Version Modeling Using Production Rules in a Database System ». Ong and Goh, 1990. L. Ong et J. Goh. *ERL Technical Memorandum M90/33*. Avril 1990. Université de Californie. Berkeley, Californie.
- « The POSTGRES™ data model ». Rowe and Stonebraker, 1987. L. Rowe et M. Stonebraker. VLDB Conference. Septembre 1987. Brighton, Angleterre. .
- « Generalized Partial Indexes (*version en cache*) ». Seshadri, 1995. P. Seshadri et A. Swami. Eleventh International Conference on Data Engineering. 6-10 mars 1995. Taipeh, Taiwan. . 1995. Cat. No.95CH35724. IEEE Computer Society Press. Los Alamitos, Californie. 420-7.
- « The design of POSTGRES™ ». Stonebraker and Rowe, 1986. M. Stonebraker et L. Rowe. ACM-SIGMOD Conference on Management of Data. Mai 1986. Washington, DC. .
- « The design of the POSTGRES. rules system ». Stonebraker, Hanson, Hong, 1987. M. Stonebraker, E. Hanson, et C. H. Hong. IEEE Conference on Data Engineering. Février 1987. Los Angeles, Californie. .
- « The design of the POSTGRES™ storage system ». Stonebraker, 1987. M. Stonebraker. VLDB Conference. Septembre 1987.

Brighton, Angleterre. .

- « *A commentary on the POSTGRES™ rules system* ». Stonebraker et al, 1989. M. Stonebraker, M. Hearst, et S. Potamianos. *SIGMOD Record 18(3)*. Septembre 1989.
- « *The case for partial indexes* ». Stonebraker, M, 1989b. M. Stonebraker. *SIGMOD Record 18(4)*. 4-11. Décembre 1989.
- « *The implementation of POSTGRES™* ». Stonebraker, Rowe, Hirohama, 1990. M. Stonebraker, L. A. Rowe, et M. Hirohama. *Transactions on Knowledge and Data Engineering 2(1)*. IEEE. Mars 1990.
- « *On Rules, Procedures, Caching and Views in Database Systems* ». Stonebraker et al, ACM, 1990. M. Stonebraker, A. Jhingran, J. Goh, et S. Potamianos. ACM-SIGMOD Conference on Management of Data. Juin 1990. .